



# ISI TRANSFERİ LABORATUARI-1

## Deney Sorumlusu ve Uyg. Öğr. El.

Prof. Dr. Vedat TANYILDIZI

Prof. Dr. Mustafa İNALLI

Doç. Dr. Aynur UÇAR

Doç Dr. Duygu EVİN

Yrd. Doç. Dr. Meral ÖZEL

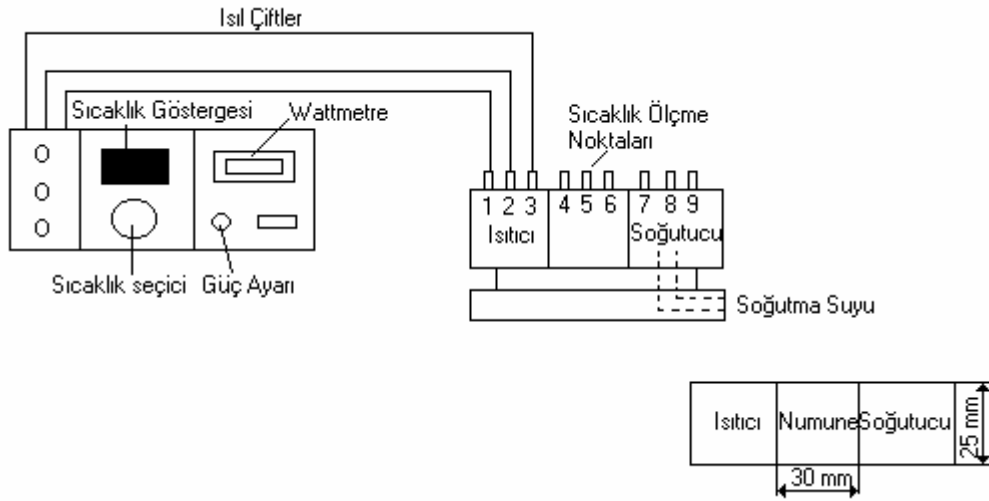
Yrd. Doç. Dr. Mehmet DURANAY

Arş. Gör. Hakan TUTUMLU

# TEK BOYUTLU ISI İLETİMİ

## DENEY DÜZENEGİ

Deney düzeneği iki üniteden oluşmaktadır. Birinci ünite ısıtıcı, soğutucu ve ısı iletkenliği ölçülecek numune bulunmaktadır. Bu üniteye ayrıca ısı çiftleri de bağlanmıştır. Diğer ünite ise, ısıtıcı gücünün ayarlandığı ve sıcaklıkların dijital olarak okunduğu panellerin mevcut olduğu konsoldur. Bu düzenekte farklı malzemelerden yapılmış farklı kesitlerde numunelerle deney yapılabilmektedir.



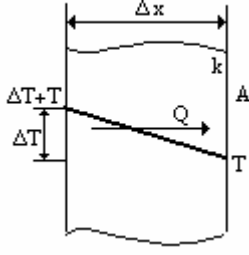
Şekil 1. Deney Düzeneği

## DENEY 1:

**Amaç:** Fourier Isı İletim kanunundan faydalananarak, sabit kesitli bir silindirik numunenin ısı iletim katsayısının bulunması.

**Kullanılan numune:** 25 mm çapında ve 30 mm uzunluğunda pirinç çubuk.

## Teori:



Şekil 2. Bir Boyutlu Sıcaklık Dağılımı

$\Delta x$  kalınlığında ve  $A$  alanına sahip bir duvarın yüzeyleri arasında  $\Delta T$ ' lik bir sıcaklık farkı mevcut olduğunda, birim zamanda duvardan iletilen ısı miktarı aşağıdaki oranla ifade edilir.  $Q \sim A$

$$\Delta T / \Delta x$$

Homojen duvar malzemesi için “ısı iletim katsayısı ( $k$ )” olarak tanımlanan orantı katsayısı kullanılarak,

$$Q = k A dT / dx$$

eşitliği elde edilir.

**Denevin Yapılışı:** Isıtıcı 20 Watt' a ayarlanır. Sistem sürekli rejime ulaştıktan sonra, çubuk üzerindeki 10 mm aralıklarla belirlenmiş 9 noktada sıcaklıklar kaydedilir.

### **Sonuçlar ve Değerlendirme:**

Tablo 1. Deneysel sonuçlar

| Test No | Q W | T <sub>1</sub> °C | T <sub>2</sub> °C | T <sub>3</sub> °C | T <sub>4</sub> °C | T <sub>5</sub> °C | T <sub>6</sub> °C | T <sub>7</sub> °C | T <sub>8</sub> °C | T <sub>9</sub> °C |
|---------|-----|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| A       |     |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |

Numune ile numuneye iki ucundan temas eden ısıtıcı ve soğutucu bloklar üzerinde sıcaklık-mesafe grafiği çizilir. Bu lineer sıcaklık dağılımının eğimi ( $dT / dx$ ) belirlenir. Bu eğimden ve Fourier ısı iletim kanunundan faydalanarak numunenin ısı iletim katsayısı bulunur:

$$k = (Q/A)(dx/dT)$$

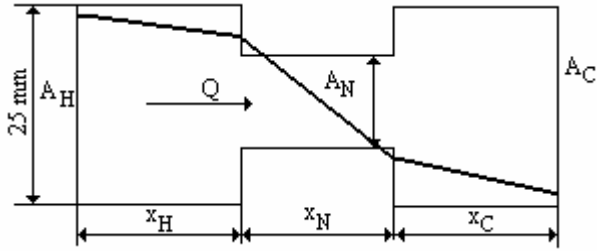
elde edilen bu değer, ısı transfer tablolarındaki pirincin ısı iletim katsayısı ile karşılaştırılır.

## DENEY 2:

**Amaç:** Çubuk kesitindeki değişikliğin sıcaklık dağılımına etkisinin incelenmesi.

**Kullanılan numune:** 30 mm uzunluğunda pirinç çubuk.

### Teori:



Şekil 3. Kesit Alanının Dağılımına Etkisi

Sürekli rejim şartlarında her bir kesitten transfer edilen ısı miktarı birbirine eşittir. Bütün kesitlerde aynı malzeme kullanıldığından, aynı ısıl iletkenlik değeri alınarak,

$$A_H (dT/dx)_H = A_N (dT/dx)_N = A_C (dT/dx)_C$$

ifadesi yazılır. Yani sıcaklık gradyeni ısı transfer yüzeyi ile ters orantılıdır.

**Denevin Yapılışı:** Isıtıcı 20 Watt' a ayarlanır. Sistem sürekli rejime ulaştıktan sonra, çubuk üzerindeki 10 mm aralıklarla belirlenmiş 6 noktada sıcaklıklar kaydedilir.

### Sonuçlar ve Değerlendirme:

Tablo 2. Deneysel sonuçlar

| Test No | Q W | T <sub>1</sub> °C | T <sub>2</sub> °C | T <sub>3</sub> °C | T <sub>7</sub> °C | T <sub>8</sub> °C | T <sub>9</sub> °C |
|---------|-----|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| A       |     |                   |                   |                   |                   |                   |                   |

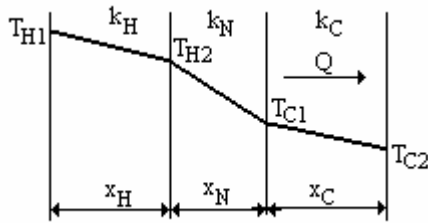
Çubuğun ısıtıcı ve soğutucu kısımlarından ölçülen sıcaklıklar, sıcaklık-mesafe grafiğine aktarılır. Çubuğun düşük kesit alanlı kısmındaki (numune) sıcaklık dağılımını elde etmek için ısıtıcı ve soğutucudaki sıcaklık dağılımına ait noktalar yüzeylere kadar uzatılmalıdır. Bu grafik kullanılarak ısıtıcı veya soğutucudaki sıcaklık gradyeninin, numunenin sıcaklık gradyenine oranı elde edilir

### DENEY 3:

**Amaç:** Fourier Isı İletim kanunundan faydalanarak, sabit kesitli bir silindirik numunenin ısı iletim katsayısının bulunması.

**Kullanılan numune:** 25 mm çapında ve 30 mm uzunluğunda çelik çubuk.

### Teori:



Şekil 3. Bir Boyutlu Sıcaklık Dağılımı

Fourier Isı İletim kanunundan faydalanarak, sabit kesitli bir silindirik numuneden iletilen ısı miktarı

$$Q = k A \frac{dT}{dx}$$

eşitliğinden elde edilir. Sürekli rejim şartlarında her bir kesitten transfer edilen ısı miktarı birbirine eşit olduğuna göre,

$$Q/A = k_H (T_{H1} - T_{H2})/x_H = k_N (T_{H1} - T_{C1})/x_N = k_C (T_{C1} - T_{C2})/x_C$$

eşitliği yazılabilir.

**Denevin Yapılışı:** Isıtıcı 20 Watt' a ayarlanır. Sistem sürekli rejime ulaştıktan sonra, çubuk üzerindeki 10 mm aralıklarla belirlenmiş 6 noktada sıcaklıklar kaydedilir.

**Sonuçlar ve Değerlendirme:**

Tablo 3. Deneysel sonuçlar

| Test No | Q W | T <sub>1</sub> °C | T <sub>2</sub> °C | T <sub>3</sub> °C | T <sub>7</sub> °C | T <sub>8</sub> °C | T <sub>9</sub> °C |
|---------|-----|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| A       |     |                   |                   |                   |                   |                   |                   |

Numune ile numuneye iki ucundan temas eden ısıtıcı ve soğutucu bloklar üzerinde sıcaklık-mesafe grafiği çizilir. Bu lineer sıcaklık dağılımının eğimi ( $dT/dx$ ) belirlenir. Bu eğimden ve Fourier ısı iletim kanunundan faydalanarak numunenin ısı iletim katsayısı bulunur:

$$k = (Q/A)(dx/dT)_N$$

Elde edilen bu değer, ısı transfer tablolarındaki pirincin ısı iletim katsayısı ile karşılaştırılır.

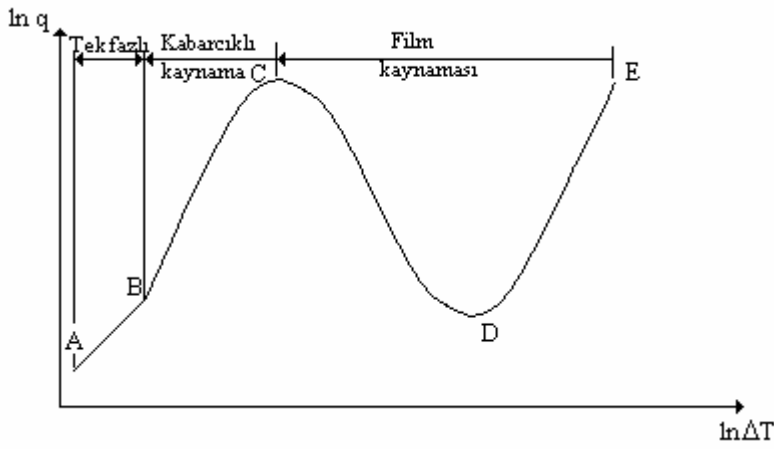
**Deney raporundan istenenler:**

- 1-Deney 1'deki verileri dikkate alarak, pirincin ısı iletim katsayısını bulunuz ve tablo değeri ile karşılaştırınız.
- 2- Deney 2'deki verileri dikkate alarak, numunenin çapını bulunuz.
- 3- Deney 3'deki verileri kullanarak, çeliğin ısı iletim katsayısını bulunuz ve tablo değeri ile karşılaştırınız.

## KAYNAMA YOLU İLE ISI TRANSFERİNİN İNCELENMESİ

**Amaç:** Kaynamanın değişik devrelerinin gözlenmesi ve kaynamanın her durumu için ısı transferinin tespiti.

**Teori:** Kaynama olayı, ergimenin benzeri olmasına rağmen, ergimede basınç dikkate alınmadığı halde kaynamada basınç da önem taşımaktadır. Suyun durgun kaynamasına ait grafik, ısıtıcı sıcaklığı ile ısı akısına bağlı olarak aşağıdaki gibidir.



Bu eğride, C noktasında ısı akısı bir maksimuma ulaşmıştır. Bu sırada ısınan ısıtma yüzeyine doğru akması zorlaşır ve bu noktada ısı kritik ısı akışı durumuna yükselir. Isıtıcı eleman buhar tabakası ile çevrildiğinden dolayı ısı transferi azalacak ve bunun sonucunda eleman sıcaklığı artacak ve ısıtıcı eleman sıcaklığı artacak ve ısıtıcı eleman işe yaramaz duruma gelecektir (E noktası). Eğer, ısıtıcı eleman termal şoka dayanırsa ısı akışı daha fazla yükselecek ve kararlı film kaynaması rejimine ulaşacaktır.

**Denevin Yapılışı:** Numune akımı 1 ampere ayarlanır, köprü dengelemesi yapılır. Su sıcaklığı ve potansiyometre balans değerleri okunur. Gerçekte 1 amperde su ile numune sıcaklıkları aynıdır. Yardımcı ısıtıcı açılır ve su sıcaklığı 10°C artırıldıktan sonra ısıtıcı kapatılıp, numune akımının 1 amper olup olmadığı kontrol edilir, gerekirse akım 1 ampere ayarlanır. Köprü denge ayar potansiyometre değeri ve su sıcaklığı okunur. Bu işlem 100°C sıcaklığa kadar tekrarlanır. Böylece sıcaklık ve balans eğrisi elde edilir ve bu eğri yardımıyla 100°C' den daha fazla sıcaklık değeri tespit edilebilir. ısıtıcı eleman kopuncaya kadar değerler zaman zaman okunur ve sıvı davranışı gözlenir. Çeşitli giriş güç değerleri için aynı iş tekrarlanır.

**Sonuçlar ve Değerlendirme:** Öncelikle 1 balans değerine karşılık gelen su ( ısıtıcı eleman) sıcaklığı tayin edilmesi için Tablo 1 'deki veriler yardımıyla standart sapma hesaplanır.

Tablo 1. Deneysel sonuçlar

| Ölçüm No | Akım (A) | Balans (B) | Su sıcaklığı (°C) |
|----------|----------|------------|-------------------|
| 1        |          |            |                   |
| 2        |          |            |                   |
| 3        |          |            |                   |

Hesaplamalar için gerekli giriş gücü,

$$P=I .V \text{ (W)}$$

Şeklinde yazılır. Burada,

I : Giriş akımı (Amper)

V: Gerilim farkı (Volt)

Isıtıcı elemanın yüzey alanı,

$$A= L. \pi. d \text{ (m}^2\text{)}$$

dir. Burada,

L: Isıtıcı eleman uzunluğu (m)

d: Eleman çapı (m)

olup,  $d=0.21 \text{ mm}$  ve  $L= 46 \text{ mm}$  'dir.

Buradan ısı akısı,

$$q=Q/ A \text{ (W/m}^2\text{)}$$

olur. Isı transfer katsayısı ise,

$$h=q / \Delta T \text{ (W/ m}^2\text{ }^{\circ}\text{C)}$$

şeklinde yazılabilir. Burada,

$\Delta T$ : Etkili sıcaklık farkı olup,

$$\Delta T = (T_1 - T_s)$$

dir.

$T_1$ : Isıtıcı eleman sıcaklığı (°C)

$T_s$ : Sıvı sıcaklığı (°C)

**Denev raporundan istenenler:**

1. Balans ve sıcaklık grafiğini çiziniz.
2.  $\log q$  ve  $\log \Delta T$  grafiğini çiziniz ve rejimler hakkındaki gözlemlerinizi grafikte karşılaştırınız.
3.  $h$  ve  $\Delta T$  arasındaki ilişkiyi grafiksel olarak gösteriniz.
4. Bu elde edilen sonuçlara göre, kaynamaya etki edebilecek etkenleri ve deneyden kaynaklanabilecek hataların neler olabileceğini tartışınız.