



GIDA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ  
Department of Food Engineering

# Isı ve Kütle Transferi Ders Sunumu

Dersin Adı: GM 204 – Isı ve Kütle Transferi

Dersin Hocası: Doç. Dr. Ahmet AKKÖSE

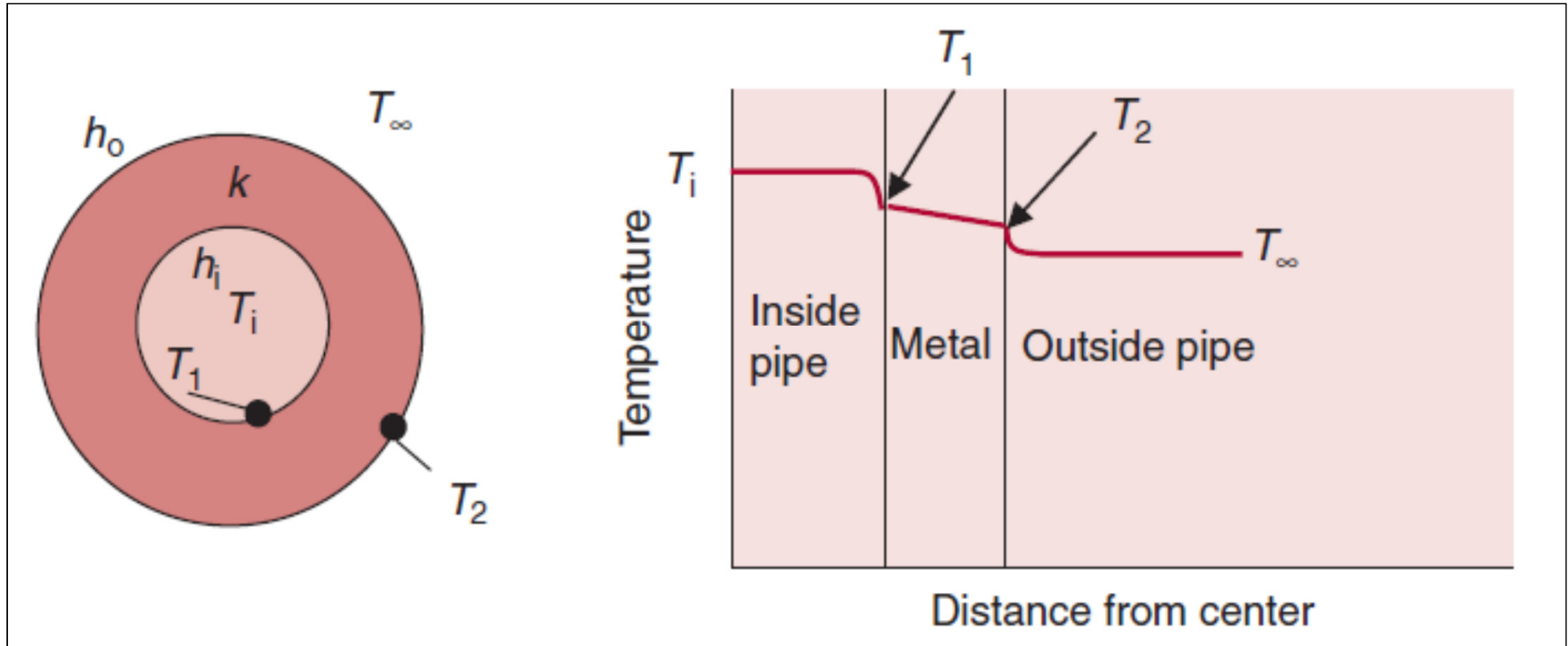
[atauni.edu.tr](http://atauni.edu.tr)    Atauni1957



## *TOPLAM ISI TRANSFER KATSAYISININ BELİRLENMESİ*

- *Pek çok ısıtma veya soğutma işleminde, kondüktif ve konvektif ısı transferi aynı anda meydana gelmektedir.*
- *Sıcaklığı, ortam sıcaklığından daha yüksek olan bir akışkanın, bir boru içerisinde taşınması esnasında meydana gelen ısı transferini ele alalım.*

# TOPLAM ISI TRANSFER KATSAYISININ BELİRLENMESİ





## *TOPLAM ISI TRANSFER KATSAYISININ BELİRLENMESİ*

- *Böyle bir durumda, ısı ilk olarak akışkanın iç kısmından borunun iç yüzeyine zorlanmış konveksiyonla,*
- *daha sonra borunun duvarlarını oluşturan materyal boyunca kondüksiyonla,*
- *son olarak da boruyu çevreleyen ortama boru yüzeyinin dış kısmından serbest konveksiyonla transfer edilecektir.*



## TOPLAM ISI TRANSFER KATSAYISININ BELİRLENMESİ

- Bu durumda termal direnç kavramını kullanarak ısı transferini veren eşitliği şu şekilde yazmak mümkündür:*

$$q = \frac{T_i - T_\infty}{R_t}$$

*Burada  $R_t$  içteki konvektif tabakanın, boru materyalindeki kondüktif tabakanın ve dıştaki konvektif tabakanın termal dirençlerinin bir birleşkesidir:*

$$R_t = R_{\text{içteki konveksiyon}} + R_{\text{kondüksiyon}} + R_{\text{dıştaki konveksiyon}}$$



## TOPLAM ISI TRANSFER KATSAYISININ BELİRLENMESİ

- *Burada şu eşitlikleri yazabilmek de mümkündür:*

$$R_{\text{içteki konveksiyon}} = \frac{1}{h_i A_i}$$

*$h_i$  = içteki konvektif ısı transfer katsayısı*

*$A_i$  = borunun iç yüzey alanı*



## TOPLAM ISI TRANSFER KATSAYISININ BELİRLENMESİ

$$R_{kondüksiyon} = \frac{\ln(r_0/r_i)}{2\pi Lk}$$

$k$  = boru materyalinin termal iletkenliği (W/mK)

$r_0$  = dış yarıçap (m)

$r_i$  = iç yarıçap (m)



## TOPLAM ISI TRANSFER KATSAYISININ BELİRLENMESİ

$$R_{\text{dıştaki konveksiyon}} = \frac{1}{h_0 A_0}$$

$h_0$  = dıştaki konvektif ısı transfer katsayısı

$A_0$  = borunun dış yüzey alanı





## TOPLAM ISI TRANSFER KATSAYISININ BELİRLENMESİ

- *Bu eşitlikler başta yazdığımız toplam ısı transferini veren eşitlikte yerine yazılırsa:*

$$q = \frac{T_i - T_\infty}{R_t} = \frac{T_i - T_\infty}{\frac{1}{h_i A_i} + \frac{\ln(r_0/r_i)}{2\pi Lk} + \frac{1}{h_o A_o}}$$



## TOPLAM ISI TRANSFER KATSAYISININ BELİRLENMESİ

- *Burada, böyle bir sistemdeki toplam ısı transferini veren bir diğer eşitliği de toplam ısı transfer katsayısı üzerinden şu şekilde yazabilmek mümkündür:*

$$q = U_i A_i (T_i - T_\infty) = U_0 A_0 (T_i - T_\infty)$$

*$U_i$  = iç yüzey alanına göre toplam ısı transfer katsayısı ( $W/m^2\text{°C}$ )*

*$U_0$  = dış yüzey alanına göre toplam ısı transfer katsayısı ( $W/m^2\text{°C}$ )*



## TOPLAM ISI TRANSFER KATSAYISININ BELİRLENMESİ

- *Bu eşitliği şu şekilde yazabilmek de mümkündür:*

$$q = \frac{T_i - T_\infty}{\frac{1}{U_i A_i}} = \frac{T_i - T_\infty}{\frac{1}{U_0 A_0}} \Rightarrow R_t = \frac{1}{U_i A_i} = \frac{1}{U_0 A_0}$$



## TOPLAM ISI TRANSFER KATSAYISININ BELİRLENMESİ

- Böylece toplam ısı transferini veren her iki eşitlik dikkate alınarak aşağıdaki eşitliği yazmak mümkündür:

$$\frac{1}{U_i A_i} = \frac{1}{U_0 A_0} = \frac{1}{h_i A_i} + \frac{\ln(r_0/r_i)}{2\pi Lk} + \frac{1}{h_0 A_0}$$



## TOPLAM ISI TRANSFER KATSAYISININ BELİRLENMESİ

- Bu eşitlik  $U_i$  için sadeleştirilirse:

$$\frac{1}{U_i (2\pi r_i L)} = \frac{1}{h_i (2\pi r_i L)} + \frac{\ln(r_0/r_i)}{2\pi L k} + \frac{1}{h_0 (2\pi r_0 L)}$$

$$\frac{1}{U_i} = \frac{1}{h_i} + \frac{r_i \cdot \ln(r_0/r_i)}{k} + \frac{r_i}{h_0 \cdot r_0}$$



## TOPLAM ISI TRANSFER KATSAYISININ BELİRLENMESİ

- Bu eşitlik  $U_0$  için sadeleştirilirse:

$$\frac{1}{U_0 (2\pi r_0 L)} = \frac{1}{h_i (2\pi r_i L)} + \frac{\ln(r_0/r_i)}{2\pi L k} + \frac{1}{h_0 (2\pi r_0 L)}$$

$$\frac{1}{U_0} = \frac{1}{h_i \cdot r_i} + \frac{r_0 \cdot \ln(r_0/r_i)}{k} + \frac{1}{h_0}$$