



T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

AKIŞKANLARIN ISI İLETİM
KATSAYILARININ
BELİRLENMESİ DENEYİ

Hazırlayan
Yrd.Doç.Dr. Lütfü NAMLI

SAMSUN

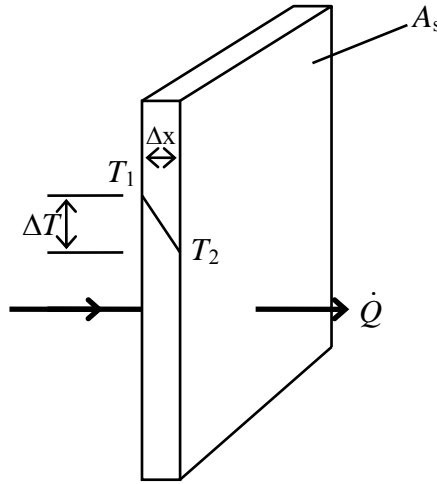
AKIŞKANLARIN ISI İLETİM KATSAYILARININ BELİRLENMESİ DENEYİ

1. GİRİŞ

Isı iletimi; bir katı malzeme veya akışkan içerisindeki sıcak bir bölgeden daha soğuk bir bölgeye doğru ısının geçmesidir. Geçen bu ısının değeri, Fourier Kanunu'na göre Şekil 1'deki notasyon ile;

$$\dot{Q} = -kA_s \frac{\Delta T}{\Delta x} \quad (1)$$

olarak ifade edilmektedir. Burada; k, malzemenin ısı iletim katsayısı olup SI birim sistemindeki birimi **W/mK**'dir. Akışkanların ısı iletim katsayılarının belirlenebilmesi için, katı malzemelerden farklı olarak, akışkanın; içerisinde doğal taşınım ortaya çıkmayacak kadar ince tabakalar arasında yer alması gerekmektedir.



Şekil 1. Isı geçişinde kullanılan notasyonlar.

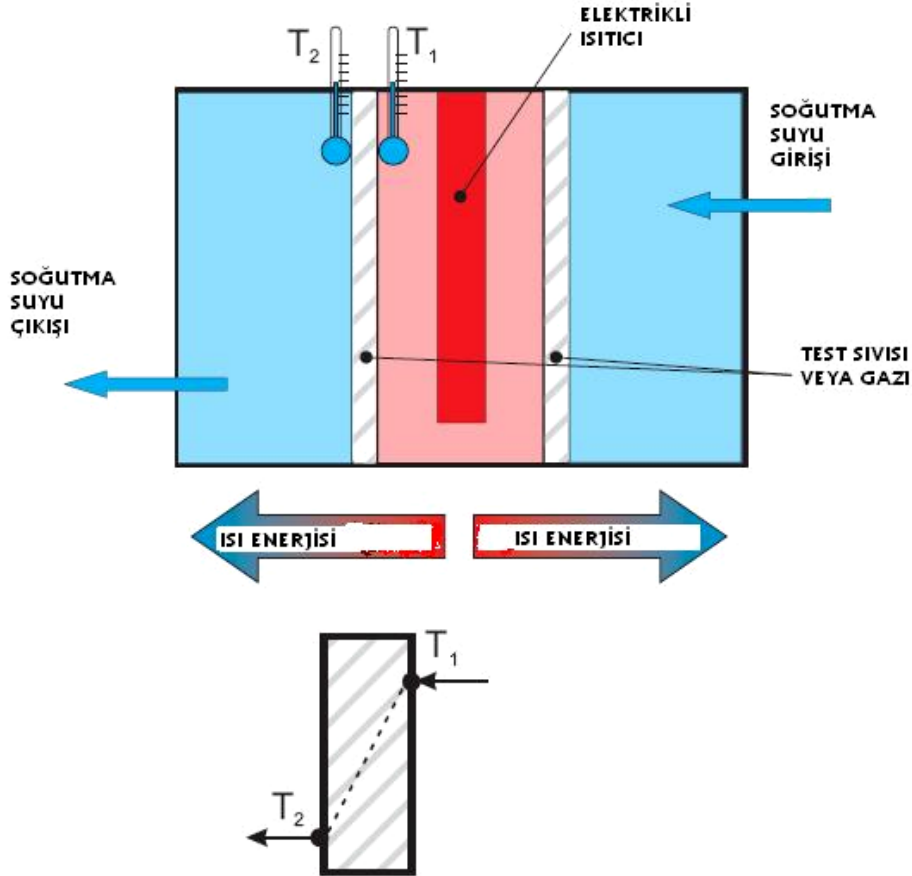
2. DENEYİN AMACI

Akışkanların (sıvılar ve gazlar) ısı iletim katsayılarının belirlenmesi ve bulunan bu değerlerin tablo (literatür) değerleriyle karşılaştırılması.

3. DENEY DÜZENEGİ

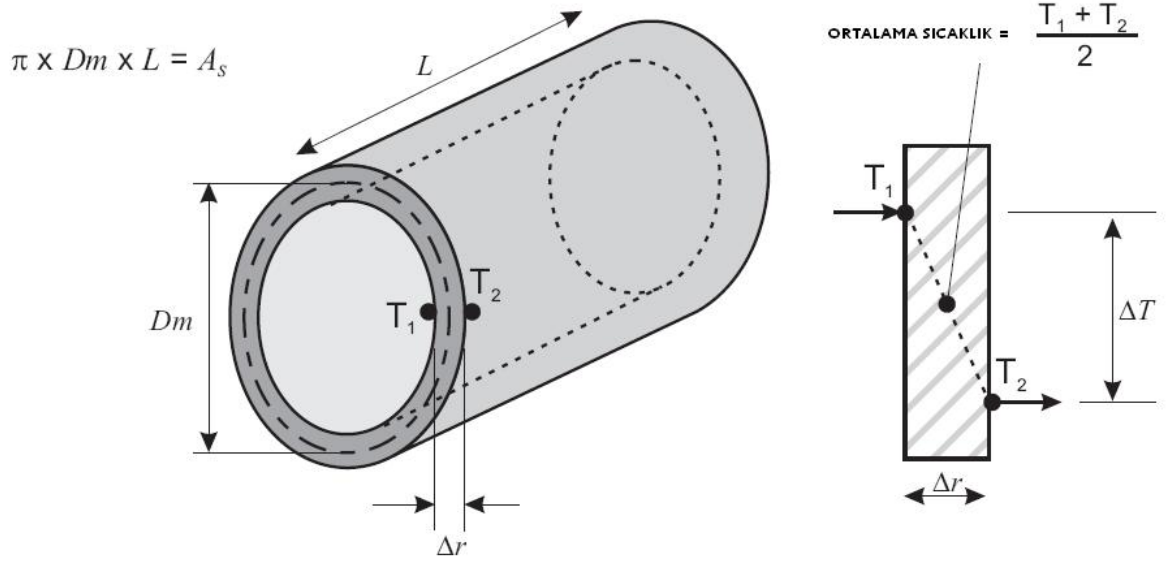
Deney düzeneği olarak; Termodinamik ve Enerji Laboratuvarı'nda bulunan ve Şekil 2'de şematik resmi görülen (TecEquipment-Conductivity of Liquids and Gases Unit) TD1002d adlı düzenek kullanılmaktadır. Düzenek; içerisinde ölçümü yapılan akışkanın

bulunduğu silindirik bir ölçüm ünitesi ve üzerindeki kontrol-ölçüm panelinin yer aldığı ana konsol olmak üzere iki ayrı kısımdan oluşmaktadır.



Şekil 2. Akışkanların ısı iletimini belirleme deney düzeneğinin çalışma şekli.

Ölçüm ünitesinin içerisinde, Şekil 3'de görüldüğü gibi bir ısıtıcı ve bu ısıtıcıyı çevreleyen alüminyum bir tapan bulunmaktadır. Bu tapanın dış kısmında, ısı iletim katsayısı ölçülecek olan akışkanın enjekte edildiği $\Delta r=0.286$ mm kalınlığında, $L=0.1$ m uzunluğunda ve $D_m=0.04$ m ortalama çapında silindirik hazne yer almaktadır. Ölçüm ünitesinin en dış kısmında ise sızdırmazlığın contalar ile sağlandığı soğutma suyu ceketi bulunmaktadır. Ana konsol ile ölçüm ünitesi arasındaki bağlantı, ölçüm ünitesi ısıtıcısını kontrol eden siyah bir kablo ve termoeleman çifti ile olmaktadır. Ana konsol üzerinde dijital sıcaklık göstergesi, ısıtıcı bağlantı soketi, termoeleman çifti bağlantı soketi, güç ayarlayıcı bulunmaktadır.



Şekil 3. Test akışkanı silindiri.

4. DENEYİN YAPILIŞI

1. Şebeke suyu musluğu açılır ve soğutma suyunun ceketten dolaşarak drenaja gitmesi sağlanır.

2. Isı iletim katsayısı ölçülecek olan sıvı (veya gaz) yavaşça sisteme enjekte edilir. Bu sırada sıvı akışkan içerisinde hava kabarcıklarının oluşmaması için enjeksiyon işleminin dikkatlice yapılmasına özen gösterilmelidir. Eğer bir gaz akışkanın ölçümü yapılacaksa akışkan çıkış hortumu sıvı dolu bir kaba batırılarak gaz akışkan ortamdan izole edilmelidir.

3. Ana konsol üzerinde bulunan açma/kapama anahtarı açılarak sistemin ısıtıcısı çalıştırılır.

4. Sistem; güç ayarlayıcı ile uygun bir gerilim değerine ayarlanarak, dijital sıcaklık göstergesinde okunan sıcaklık değerleri sabitleninceye kadar beklenir.

5. Sıcaklık değerleri sabit hale geldiğinde güç değeri, dijital sıcaklık göstergesinden alüminyum tapa sıcaklığı (T_1) ve yine aynı dijital göstergeden soğutucu akışkan sıcaklığı (T_2) okunur ve bu değerler not edilir.

6. Güç ayarlayıcı ile güç değeri biraz artırılarak yeni durumdaki değerler alınmak üzere, sistemdeki sıcaklık değerleri sabitleninceye kadar beklenir. Bu işlem farklı güç değerleri için tekrarlanır.

5. HESAPLAMALAR

Hesaplarda kullanılacak olan, deney düzeneğine ilişkin veriler:

Ölçüm haznesi radyal boşluk mesafesi : $\Delta r = 0.286 \text{ mm}$

Ölçüm haznesi silindirik yüzey alanı : $A_s = 0.0126 \text{ m}^2$

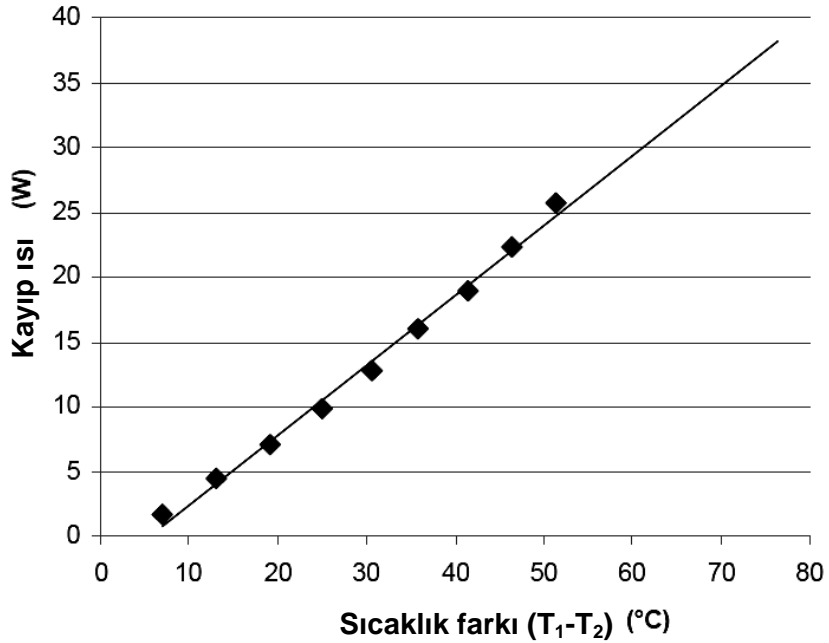
Deneyde ölçülen büyüklükler; ısıtıcı güç değeri (\dot{Q}_t), alüminyum tapa sıcaklığı (T_1) ve soğutucu akışkan sıcaklığı (T_2)'dir. Isı iletim katsayısı ölçülecek olan akışkanın temasta olduğu iki yüzey arasındaki sıcaklık farkı olan $\Delta T = T_1 - T_2$ değerine göre Şekil 4'deki kalibrasyon eğrisinden \dot{Q}_k kaçak ısı değeri belirlenir. Böylece akışkan içerisinden geçen net ısı;

$$\dot{Q}_{net} = \dot{Q}_t - \dot{Q}_k \quad [\text{W}] \quad (2)$$

olarak elde edilir. Bu değere göre; ortalama akışkan sıcaklığı değerinde [$T_{ort} = (T_1 + T_2)/2$] akışkanın ısı iletim katsayısı;

$$k = \frac{\dot{Q}_{net} \Delta r}{A_s \Delta T} \quad [\text{W/mK}] \quad (3)$$

eşitliği ile hesaplanır.



Şekil 4. Isı kaybı için kalibrasyon eğrisi [1].

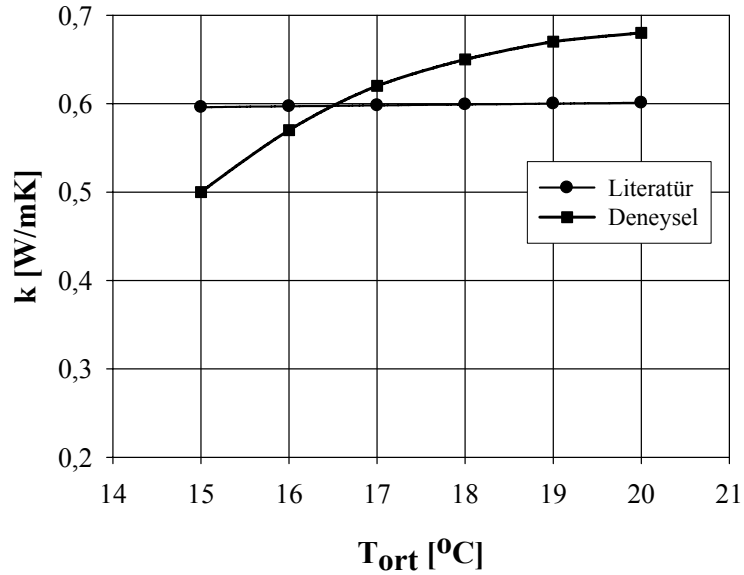
6. DENEY RAPORUNDA İSTENENLER

Farklı güç değerlerinde yapılan ölçümler sonucunda Eşitlikler 2 ve 3 kullanılarak belirlenen ısı iletim katsayısı değerlerinin, akışkanın ortalama sıcaklığı ile olan değişimi Şekil 5'deki gibi bir grafik üzerinde gösterilecektir. Bu işlem için, gaz akışkanlarda

(burada hava akışkanını kullanılacak) ölçüme 20 W değerinden başlamak üzere daha sonraki aşamada sırasıyla 40, 60, 80 ve 90 W güç değerlerinde yapılan ölçümler ile hesaplanan ısı iletim katsayıları kullanılacaktır. Ölçümü yapılan akışkanın, temel ısı geçişi kitaplarında yer alan ısı iletim katsayısı değerleri ile deneyde belirlenen değerler kıyaslanarak bir yorum yapılacaktır.

Tablo 1. Ölçülen ve hesaplanan değerler tablosu.

Test Akışkanı = Ortam Sıcaklığı, T_{∞} = Radyal boşluk, Δr = Oda Sıcaklığında k 'nın Tablo (literatür) Değeri =								
Isıtıcı gücü, \dot{Q}_t (W)	T_1 (°C)	T_2 (°C)	Sıcaklık Farkı, $\Delta T = T_1 - T_2$ (°C)	Ortalama Sıcaklık, $(T_1 + T_2)/2$ (°C)	Kalibrasyon Eğrisinden Isı Kaybı, \dot{Q}_k (W)	Düzeltilmiş Güç, $\dot{Q}_{net} = \dot{Q}_t - \dot{Q}_k$ (W)	Hesaplanan Isı İletim Katsayısı, k (W/mK)	Hata (%)
20								
40								
60								
80								
90								



Şekil 5. Isı iletim katsayısının ortalama sıcaklığa göre değişimi örnek grafiği.

7. KAYNAK

[1] TecEquipment-Thermal Conductivity of Liquids and Gases Unit, TD1002 Heat Transfer Experiments User Guide, 2010.