MAK-LAB009

DOĞAL VE ZORLANMIŞ TAŞINIM YOLUYLA ISI TRANSFERİ DENEYİ

1. GİRİŞ

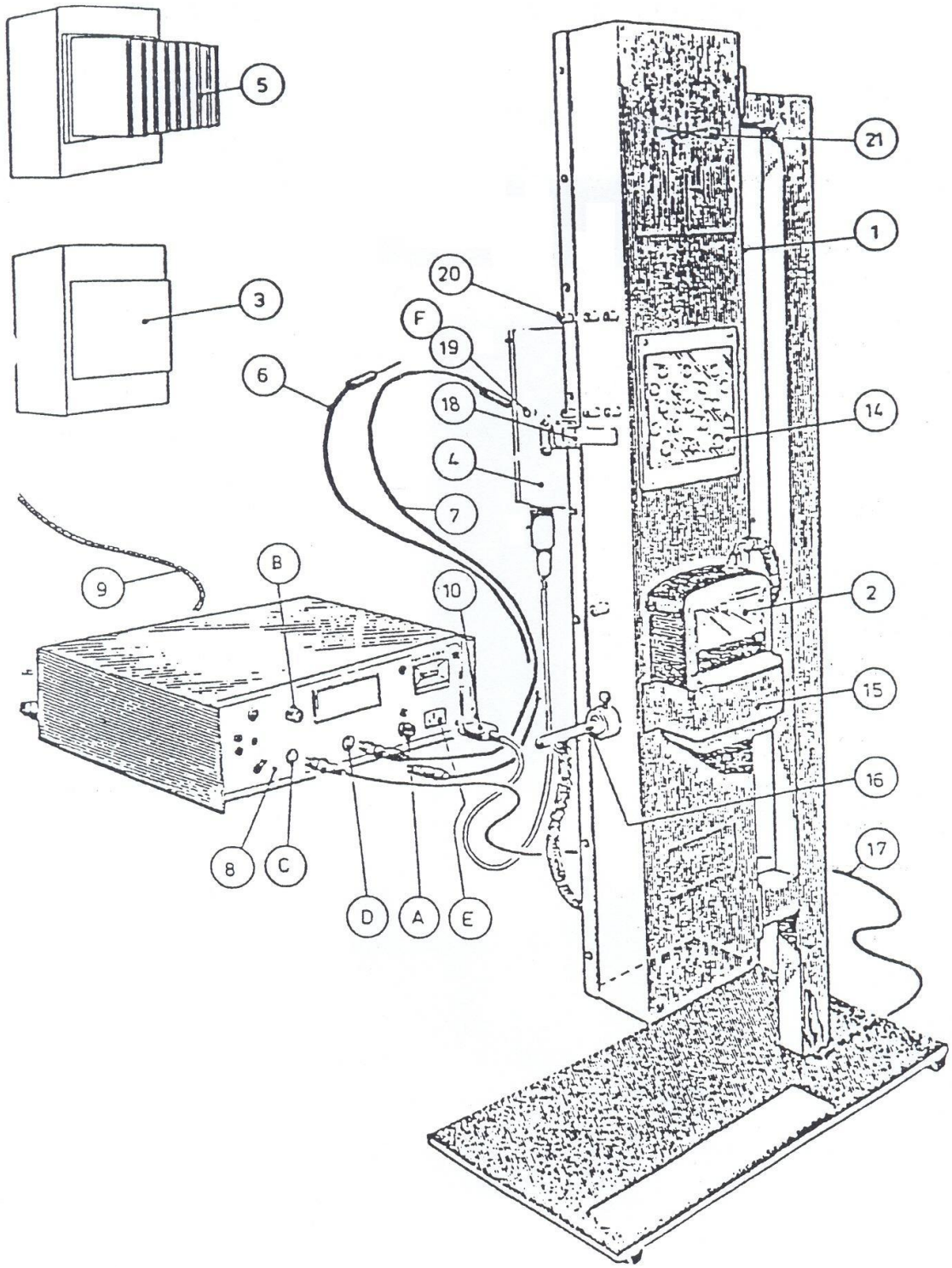
Endüstride kullanılan birçok ısı değiştiricisi ve benzeri cihazda ısı geçiş mekanizması olarak ısı iletimi ve taşınım beraberce görülür. Isı aktarımında çoğu zaman taşınım ana mekanizma olarak ön plana çıkar ve taşınımla ısı geçişi, doğal taşınım ya da zorlanmış taşınım şeklinde olabilir. Taşınımla ısı geçişinde bilinmesi gereken en önemli parametre ısı taşınım katsayısıdır. Hatta çoğu zaman taşınım problemi denilince akla ısı taşınım katsayısının belirlenmesi gelir.

Isı Taşınımı Deney Düzeneği, üzerinde bulunan düşey bir hava kanalı ve bu kanala yerleştirilebilen düz levha ve kanatçıklı levhalar şeklindeki ısıtıcı elemanlar yardımıyla havaya taşınımla ısı geçişinin incelenmesine imkan veren bir düzenektir. Deney düzeneği, düşey kanal üzerine yerleştirilebilen, her birsi elektriksel ısıtmalı; birisi düzlemsel levha, birisi silindirik kanatçıklı levha ve diğeri de düz kanatçıklı levha şeklinde olmak üzere üç ısı değiştirici ile donatılmıştır. Düzenekte levha ve kanatçık sıcaklıklarının yanı sıra havanın kanaldaki ortalama hızı ve sıcaklığı da ölçülebilmektedir. Bu ölçümler yardımıyla ısı değiştiricileri için ısı taşınım katsayıları belirlenebilmektedir. Zorlanmış taşınım deneylerinin gerçekleştirilmesi için düşey kanalın çıkışına bir fan yerleştirilmiştir.

Düzenekte kanaldan bağımsız olarak; sıcaklık ölçümleri, güç kontrolü ve fan hızının kontrolünün sağlandığı bir konsol mevcuttur. Sıcaklık ölçümü bir direnç termometresi probu yardımıyla 0.1 °C hassasiyetle sağlanabilmekte ve sıcaklık konsol üzerindeki dijital göstergeden doğrudan okunabilmektedir.

Kanaldaki hava hızının kontrolü, kanal üzerine monte edilebilen dijital göstergeli bir anemometre ile sağlanmaktadır.

Konsol üzerindeki güç kontrol ünitesi, ısıtıcı gücünün 0 ile 100 Watt arasında istenilen değere ayarlanmasına ve göstergeden doğrudan okunabilmesine imkan verecek şekildedir.



Şekil 1. Doğal ve zorlanmış taşınım deney düzeneği

2. DENEY DÜZENEĞİNİN TANITILMASI

Şekil 1' de gösterilmiş olan deney düzeneği esas itibariyle dikdörtgen kesitli bir kanaldan (1) oluşmaktadır. Bu kanal bir tabla üzerine yerleştirilmiş durumdadır. Kanal üzerinde düzlemsel levha (3), silindirik kanatçıklı levha (4) veya düz kanatçıklı levhanın (5) yerleştirilebildiği ve (18) no ile gösterilen kelepçeler yardımıyla kolayca tutturulup ayrılabildiği kısım mevcuttur. Her bir ısı değiştirici üzerinde termostatik korumalı bir ısıtıcı bulunmaktadır.

Isı değiştiricilerin yüzey sıcaklıkları (19) nolu termistör (direnç termometresi) probu ile ölçülmekte ve ölçüm probu ile konsol üzerindeki gösterge arasındaki bağlantı (7) nolu kablo ile sağlanmaktadır. Kanal çıkışında yer alan ve (21) numara ile gösterilen fan, hızı ayarlanabilir bir fandır.

Kanaldaki akış ister doğal akış olsun isterse zorlanmış akış olsun; kanaldaki hava hızı, kanal üzerindeki (15) nolu cebe yerleştirilebilen ve kendisi (2) ile gösterilen anemometre ile ölçülülebilmektedir. Anometrenin (16) ile gösterilen probu kanal üzerinde bulunan girişe yerleştirilerek hız ölçümü gerçekleştirilmektedir.

Şekilde (6) numara ile gösterilen termistor probu ile hem hava giriş-çıkış sıcaklıkları hem de ısı değiştirici kanatçıklarının yüzey sıcaklıkları ölçülebilmektedir. Bu ölçümler (20) numara ile gösterilen girişlere probun yerleştirilmesi suretiyle yapılmaktadır.

Şekilde (8) numara ile gösterilen elektrik konsolu, dijital bir göstergeye de sahip olan bir güç kontrol elemanı içermektedir. Bu eleman üzerinden (10) numaralı kablo yardımıyla, denenmekte olan ısı değiştiriciye istenilen güçte elektrik enerjisi verilir. (17) numaralı kablo, konsoldan değişken olarak gerilimi ayarlanabilen doğru akımın fana iletilmesini sağlar. (6) numara ile gösterilen esnek kablo, termistor probu ile konsol üzerindeki dijital sıcaklık göstergesi arasındaki bağlantıyı sağlar. Konsolun arka tarafına bağlantılı olan (9) numaralı kablo ise şebekeden üniteye güç girişini sağlamakta kullanılır.

3. DENEY HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Deney düzeneğinde gerçekleştirilmesi ön görülen deneyler şunlardır:

1- Düşey konumdaki düzlemsel bir levhadan doğal taşınım deneyi.

2- Düşey konumdaki düzlemsel bir levhadan zorlanmış taşınım deneyi.
3- Silindirik kanatçıklı düzlemsel levhadan doğal taşınım deneyi .
4- Silindirik kanatçıklı düzlemsel levhadan zorlanmış taşınım deneyi.
5- Düz kanatçıklı düzlemsel levhadan doğal taşınım deneyi.
6- Düz kanatçıklı düzlemsel levhadan zorlanmış taşınım deneyi.

Bu deneylerden elde edilmek istenenler ise şu şekilde sıralanabilir:

1- Doğal taşınımla ısı geçişinde, ısı akım şiddeti ile ısıtıcı yüzey sıcaklığı arasındaki ilişkinin belirlenmesi.
2- Zorlanmış taşınımla ısı geçişinde ısı akım şiddeti ile ısıtıcı yüzey sıcaklığı ve akış hızı arasındaki ilişkinin belirlenmesi.
3- Isı geçişini iyileştirmede kanatçıkların etkisinin gösterilmesi.
4- Kanatçıklı ısıtıcılarda kanatçıklar boyunca sıcaklık dağılımının incelenmesi.

Deneylerde ölçümler, ısıtıcı gücünün belli bir değere ayarlanmasından sonra sistem sürekli rejim haline eriştiğinde alınmalıdır. Özellikle düzlemsel levha ile deney yapılırken, ısıl atalet ve düşük ısı taşınım katsayıları nedeniyle kararlı hale erişilmesi oldukça zaman alıcı olabilir. Bunun için genel olarak deneylerde aşağıdaki yolun izlenmesi kararlı hale erişme süresinin kısaltılması bakımından önemlidir.

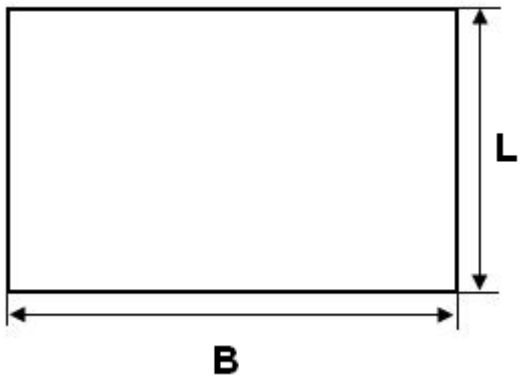
1- Çevre sıcaklığını (T_A) ölçerek kaydediniz.
2- Fan hızını ayarlayınız (zorlanmış taşınım için) ve hızı kaydediniz.
3- Isıtıcı gücünü wattmetre 80-90 watt değerini gösterecek şekilde ayarlayınız.
4- Isıtıcı sıcaklığını (T_H) dijital termometreden izleyiniz ve bu sıcaklık 45 °C' ye eriştiği zaman ısıtıcı gücünü sıfırlayınız. Bu şekilde ısıtıcı yüzey sıcaklığı 50 °C civarında iken sıcaklık değişiminin sıfıra indiği gözlenecektir.
5- Şimdi güç kontrolünü dikkatlice, 50 °C civarında sabit kalacak şekilde ayarladıktan sonra güç girişini $\dot{Q}$ (W) ve ısıtıcı yüzey sıcaklığını T_H (°C) kaydediniz.
6- Bu işlemlere yüzey sıcaklığını belli aralıklarla artırarak 90 °C' ye erişinceye kadar devam ediniz.

4. ISITICI ELEMANLARIN ÖZELLİKLERİ

Yukarıda belirtildiği gibi ısıtıcı eleman olarak düzlemsel levha, silindirik kanatçıklı levha ve düz kanatçıklı levha kullanılmıştır.

4.1. Düzlemsel Levha Isıtıcı

Şekil 2' de, kullanılan düzlemsel levhanın boyutları verilmiştir.



Şekil 2. Düzlemsel levha ısıtıcı**.**

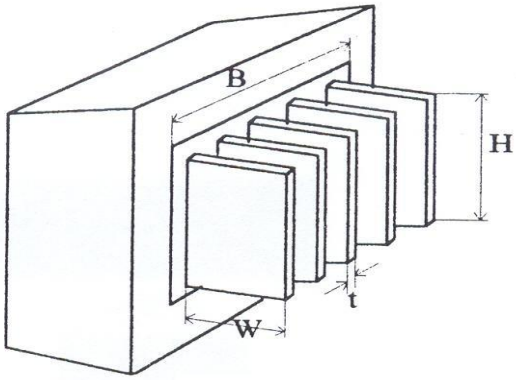
Isıtıcı levha genişliği: $B = 11\times10^{-2}$ m

Isıtıcı levha boyu: $L = 9.97\times10^{-2}$ m

Isıtıcı yüzey alanı: $A = B \times L = 109.67 \times 10^{-4}$ m^2

4.2. Düz Kanatçıklı Levha Isıtıcı

Şekil 3' te ısıtıcı eleman olarak kullanılan düz kanatçıklı levhanın boyutları verilmiştir.



Şekil 3. Düz kanatçıklı levha ısıtıcı

Isıtıcı levha genişliği : $B = 11 \times 10^{-2}$ m

Kanatçık boyu : $H = 9.97 \times 10^{-2}$ m

Kanatçık genişliği : $W = 6.79 \times 10^{-2}$ m

Kanatçık kalınlığı : $t = 0.295 \times 10^{-2}$ m

4.3. Silindirik Kanatçıklı Levha Isıtıcı

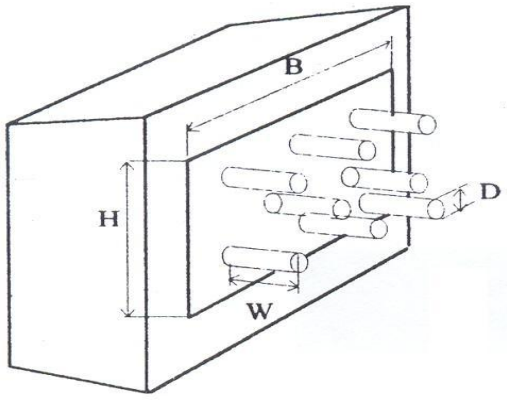
Diğer bir ısıtıcı eleman olan silindirik kanatcıklı levhada silindirik kanatçıklar kaydırılmış sıralı olarak düzenlenmişlerdir ve 17 adet silindirik kanatçık mevcuttur.

Aşağıda ısıtıcı eleman boyutları verilmiştir:

Isıtıcı levha genişliği : $B = 11 \times 10^{-2}$ m
Isıtıcı levha boyu : $H = 9.97 \times 10^{-2}$ m

Silindirik kanatçık uzunluğu : $W = 6.52 \times 10^{-2}$ m

Silindirik kanatçık çapı : $D = 1.28 \times 10^{-2}$ m



Şekil 4. Silindirik kanatçıklı levha ısıtıcı

5. DENEYLER

5.1. Doğal Taşınım Deneyleri

Doğal taşınım deneyleri; kanatçıksız levha, düz kanatçıklı levha ya da silindirik kanatçıklı levha şeklindeki ısıtıcılardan hangisi ile deney yapılmak isteniyorsa onun kanaldaki yerine yerleştirilmesi suretiyle yapılır. Kanal çıkışındaki fan çalıştırılmamak

kaydıyla; ısıtıcı gücü, 5 watt ile 25 watt arasında 5' er watt' lık aralıklarla değiştirilerek, her bir adımda sürekli rejim haline erişildiğinde ölçümler alınır. Ölçümler, kanatçıksız levha ile deney yapılırsa ısıtıcı gücüne $(\dot{Q})$ karşılık çevre sıcaklığı (T_A) ve ısıtıcı yüzey sıcaklığının (T_H) belirlenmesinden ibarettir. Kanatçıklı levhalarla yapılan deneylerde ise bu ölçümlere ek olarak kanatçık boyunca sıcaklık değişiminin de (T_1, T_2, T_3) belirlenmesi mümkündür.

5.2. Zorlanmış Taşınım Deneyleri

Zorlanmış taşınım deneyleri de doğal taşınımda olduğu gibi ilgili ısıtıcı elemanın kanaldaki yerine yerleştirilmesi ve çıkıştaki fanın çalıştırılması suretiyle ve eleman üzerinden hava geçirilerek gerçekleştirilir. Bu deneyler; ısıtıcı gücü sabit bir değere, örneğin 25 watt' a ayarlandıktan sonra kanaldaki hava hızı 0.5 m/s ile 2.0 m/s arasında 0.5' er m/s' lik adımlarla değiştirilmek suretiyle yapılır. Ölçümlerin sürekli rejim halinde alınmasına dikkat edilmelidir.

Ölçümler, kanatçıksız levha ile yapılan deneylerde hava hızına (V) karşılık çevre sıcaklığının (T_A) ve ısıtıcı yüzey sıcaklığının (T_H) belirlenmesini içerir. Kanatçıklı elemanlarla yapılan deneylerde ise bu ölçümlere ek olarak, kanatçık boyunca sıcaklık değişimini (T_1, T_2, T_3) belirlemek de mümkündür.

6. DENEY RAPORUNDA İSTENENLER

a) Deneyin amacının kısaca belirtilmesi.

b) Hangi tür deneylerin yapıldığının ve bu deneylerde hangi büyüklüklerin ne ile ve nasıl ölçüldüğünün belirtilmesi.

c) Ölçülen büyüklüklerin tablolar halinde verilmesi.

d) Ölçülen büyüklüklerin diyagramlar halinde verilmesi.

e) Sonuçların yorumlanması.

Not 1. Tablolar ve diyagramların formatları aşağıdaki gibidir.

Tablo 1. Düşey konumdaki düzlemsel levhada doğal taşınım deneyi ölçümleri.

Isıtıcı gücü	T_A	T_H	$T_H - T_A$

$\dot{Q}$ (Watt)	(°C)	(°C)	(°C)
5			
10			
15			
20			
25			

Tablo 2. Düşey konumdaki düzlemsel levhada zorlanmış taşınım deneyi ölçümleri.

Hava hızı V (m/s)	T_A (°C)	T_H (°C)	$T_H - T_A$ (°C)
0			
0.5			
1.0			
1.5			
2.0			

Isıtıcı gücü: $\dot{Q}$ =

Tablo 3. ..... kanatçıklı levhadan doğal taşınım deneyi ölçümleri.

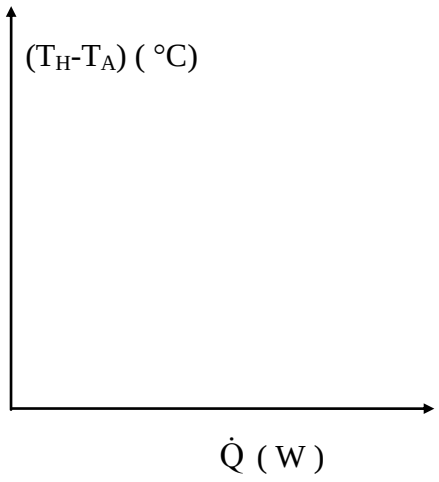
Isıtıcı gücü $\dot{Q}$ (Watt)	T_1 (°C)	T_2 (°C)	T_3 (°C)	T_A (°C)	T_H (°C)	$T_H - T_A$ (°C)

5						
10						
15						
20						
25						

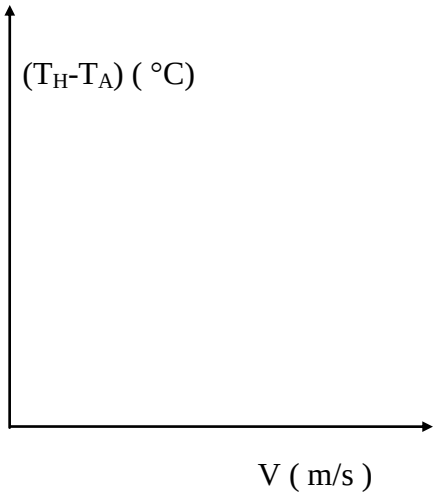
Tablo 4. ..... levhadan zorlanmış taşınım deneyi ölçümleri.

Hava hızı V (m/s)	T_1 (°C)	T_2 (°C)	T_3 (°C)	T_A (°C)	T_H (°C)	$T_H - T_A$ (°C)
0.5						
1.0						
1.5						
2.0						

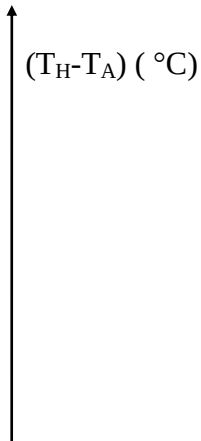
Isıtıcı gücü: $\dot{Q} =$



Şekil 1. Isıtıcı yüzey sıcaklığının güçle değişimi



Şekil 2. Isıtıcı yüzey sıcaklığının kanaldaki hava hızıyla değişimi



X (m)

Şekil 3. Kanatçık sıcaklığının tabandan itibaren mesafe ile değişimi.

Not 2. Diyagramların başlıklarında ayrıca ilgili deney elemanının ve taşınım şeklinin adı da bulunacaktır. Örnek: Silindirik kanatçıklı levhada doğal taşınımda kanatçık sıcaklığının tabandan itibaren mesafe ile değişimi.