

ERCIYES ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ  
ENERJİ SİSTEMLERİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ  
ISI TRANSFERİ LABORATUARI



**DENEY FÖYÜ**

**DENEY ADI**

**ISI GERİ KAZANIMI DENEYİ**

**DERSİN ÖĞRETİM ÜYESİ**

**DENEYİ YAPTIRAN ÖĞRETİM ELEMAN**

DENEY GRUBU:

DENEY TARİHİ :

TESLİM TARİHİ :

## ISI GERİ KAZANIMI (Çapraz Akış) DENEY FÖYÜ



### Deneyin Amacı ve Deney Hakkında Genel Bilgiler

Deneyin amacı ısı geri kazanımı (çapraz akış) sistemlerinde;

1. Sıcaklık değişimlerinin ölçümü
2. Isı değiştiricisinin termal veriminin hesaplanması
3. Isı değiştiricisindeki ısıtma tesir katsayısının hesaplanması

işlemlerinin uygulamalı olarak yapılmasıdır.

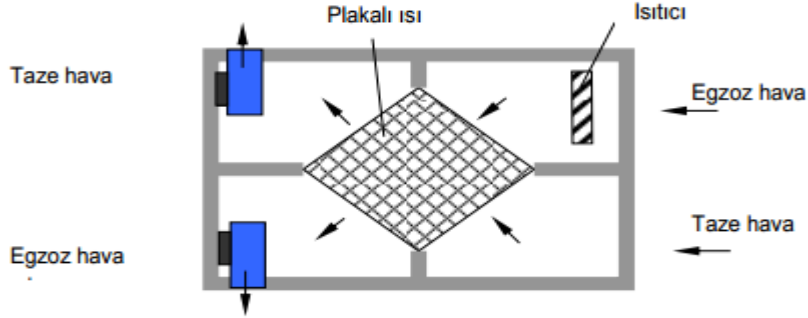
Klima sistemlerinde egzoz havasından yararlanmak veya soğutma sistemlerinde kondenserden atılan ısının kullanılması veya motorların soğutması ve egzoz gazlarından atılan ısının kullanılması işlemine ısı geri kazanımı denir. Bir başka deyişle herhangi bir makinede esas süreç sonucunda ısı atımı söz konusu oluyorsa atılan ısının (sıcaklığı aynen veya yükseltilerek) kullanılması işlemine ısı geri kazanımı denir.

Isı geri kazanımına örnek teşkil eden bazı uygulamalar şöyledir;

- Bir proses soğutmasında geri kazanılacak ısı büro ısıtmasında kullanılır.
- Nem alma, Ön ısıtma gibi konfor şartlarının yaratılmasında kullanılır.
- Otellerde soğutma esnasında atılan ısı, sıcak su elde etmek için kullanılır.

Isı geri kazanımında ısı kaynağındaki ısının düşük olması halinde bazı durumlarda ısı, kompresör yardımı ile yükseltilerek kullanılabilir.

## Deney Düzeneği



Şekil 1 - Deney düzeneğinin şematik olarak gösterimi

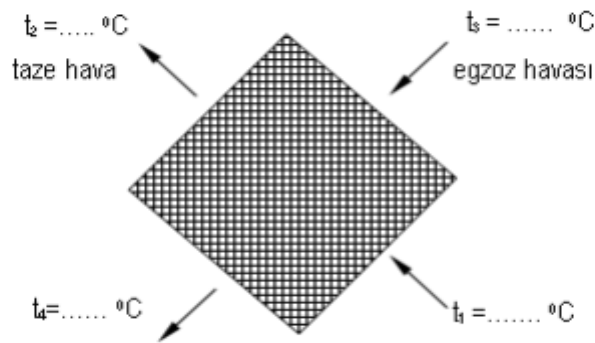
### Cihazın Teknik Özellikleri

1	Cihazın dış boyutları	275x565x770 mm
2	Fan kapasiteleri	350 m <sup>3</sup> /h, 125 W, 2600 d/d
3	Fan markası ve modeli	Pemsan P-KAGS-125-60
4	Isı değiştirici boyutları	300x300x210 mm
5	Isı değiştirici lamel aralıkları	7,5 mm
6	Isı değiştirici sıra sayısı	27
7	Toplam yüzey alanı	5,04 m <sup>2</sup>
8	Malzeme cinsi ve kalınlığı	0,15 mm alüminyum sac
9	Gövde cinsi	Alüminyum karkas, ahşap sunta takviye kapaklı
10	Isıtıcı kapasitesi	500 W
11	Dimmer markası ve kapasitesi	RTM Electronics Panel tip, 1000 W

### 1. Deney: Sıcaklık Değişimlerinin Ölçümü

Plakalı ısı değiştirici aracılığı ile farklı enerji seviyelerinde havadan havaya ısı transferi yaparak ısı geri kazanımı (tasarrufu) sağlamının deneysel yolla gösterilmesi bu kısımda amaçlanmaktadır.

Ölçülen özellik / Ölçüm sayısı	1	2	3
Taze hava giriş sıcaklığı, $t_1$ [°C]			
Taze hava çıkış sıcaklığı, $t_2$ [°C]			
Egzoz havası giriş sıcaklığı, $t_3$ [°C]			
Egzoz havası çıkış sıcaklığı, $t_4$ [°C]			



### 2. Deney: Isı Değiştiricisinin Termal Veriminin Hesaplanması

Plakalı ısı değiştiriciler kullanılan malzeme ve üretim özelliğine göre %40-%80 arası verimliliğe sahiptir.

Ölçülen özellik / Ölçüm sayısı	1	2	3
Taze hava giriş sıcaklığı, $t_1$ [°C]			
Taze hava çıkış sıcaklığı, $t_2$ [°C]			
Egzoz havası giriş sıcaklığı, $t_3$ [°C]			
Egzoz havası çıkış sıcaklığı, $t_4$ [°C]			

$$\text{Isıl verim: } \eta \cong \frac{t_2 - t_1}{t_3 - t_1} \text{ [%]}$$

### 3. Deney: Isı Değiştiricisindeki Isıtma Tesir Katsayısının Hesaplanması

Plakalı ısı değiştiricilerde ısı transfer katsayısı, hava akış hızı ve boyutsuz sayıların bilinmesiyle ısı tesir katsayısı hesaplanır. Bununla ilgili gerekli örnek hesaplamalar ve tablolar ekte verilmektedir.

Ölçülen özellik / Ölçüm sayısı	1	2	3
Taze hava giriş sıcaklığı, $t_1$ [°C]			
Taze hava çıkış sıcaklığı, $t_2$ [°C]			
Egzoz havası giriş sıcaklığı, $t_3$ [°C]			
Egzoz havası çıkış sıcaklığı, $t_4$ [°C]			

### Örnek

200 m<sup>3</sup>/h hava debisine sahip bir ısı geri kazanım (HRV) cihazı ısı değiştiricisinin verimi řu şekilde hesaplanabilir:

#### Tasarım Koşulları:

- Dış ortam sıcaklığı: 5 [°C] ( $\phi$ =%50)
- İç ortam sıcaklığı: 25 [°C] ( $\phi$  =%40)
- Isı değiştirici boyutları: 0.3x0.3x0.21 [m]
- Isı değiştirici kanal Aralığı: 7,5 [mm]
- Isı değiştirici kanal sayısı: 27 adet
- Malzeme: Alüminyum sac levha
- Malzeme kalınlığı: 0.15 [mm]

**İstenenler:** Alüminyum sac malzemeye göre ısı verim ve ısı değiştirici çıkış sıcaklıkları.



Şekil-3 Isı kanalları

Tablolardan;

- +5°C için  $k=26,01 \times 10^3 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,  $\gamma=13,75 \times 10^6 \text{ m}^2/\text{s}$ ,  $\rho=1,2695 \text{ kg/m}^3$ ,  $C_p=1,00575 \text{ kJ/kg}$ ,  $\nu=0,79 \text{ m}^2/\text{s}$
- +25°C için  $k=24,475 \times 10^3 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,  $\gamma=15,55 \times 10^6 \text{ m}^2/\text{s}$ ,  $\rho=1,1843 \text{ kg/m}^3$ ,  $C_p=1,0062 \text{ kJ/kg}$ ,  $\nu=0,855 \text{ m}^2/\text{s}$
- alüminyum için  $k=202 \text{ W/mK}$

$$\text{Taze havanın kütleli debisi } m_t = \frac{\dot{V}_t}{v_t} = \frac{200}{0,79 \times 3600} = 0,07 \quad [\text{kg/s}]$$

$$\text{Egzoz havasının kütleli debisi } m_e = \frac{\dot{V}_e}{v_e} = \frac{200}{0,855 \times 3600} = 0,065 \quad [\text{kg/s}]$$

$$P_t = P_e = 0,615 \text{ [m] (çevre)}$$

$$A_t = A_e = 0,06075 \text{ [m}^2\text{] (net kesit alanı)}$$

$$L_t = L_e = 0,3 \text{ [m] (havanın yolu)}$$

$$u = \frac{V}{A_t} = \frac{200}{0,06075 \times 3600} = 0,9145 \text{ [m/s]}$$

$$D_h = \frac{4A}{P} = \frac{4 \times 1,8 \times 10^{-3}}{0,615} = 0,0117 \text{ [m]}$$

$$\text{Re}_t = \frac{\rho u D_h}{\mu_t} = \frac{1,1393 \times 0,9145 \times 0,0117}{1,7449} = 0,0085418 \text{ (taze hava)}$$

$$\text{Re}_e = \frac{\rho u D_h}{\mu_e} = \frac{1,1841 \times 0,9145 \times 0,0117}{1,8411} = 0,0068808 \text{ (egzoz havası)}$$

$$h_t = 0,036 \frac{k_t}{D_h} \text{Re}_t^{0,8} \text{Pr}_t^{0,33} \left( \frac{D_h}{L_h} \right)^{0,055} =$$

$$h_t = 0,036 \left( \frac{26,01 \times 10^3}{0,0117} \right) 0,0085418^{0,8} 0,717^{0,33} \left( \frac{0,0117}{0,3} \right)^{0,055} = 1328 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

$$h_e = 0,036 \frac{k_e}{D_h} \text{Re}_e^{0,8} \text{Pr}_e^{0,33} \left( \frac{D_h}{L_e} \right)^{0,055} =$$

$$h_e = 0,036 \left( \frac{24,475 \times 10^3}{0,0117} \right) 0,0068808^{0,8} 0,713^{0,33} \left( \frac{0,0117}{0,3} \right)^{0,055} = 1049 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

$$\frac{1}{K_u} = \frac{1}{h_t A} + \frac{\sum L}{k_{al}} + \frac{1}{h_e A} = \frac{1}{1328 \times 0,06075} + \frac{28 \times 1,5 \times 10^{-4}}{202} + \frac{1}{1049 \times 0,06075} = 0,02810$$

$$K_u = 35,57 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

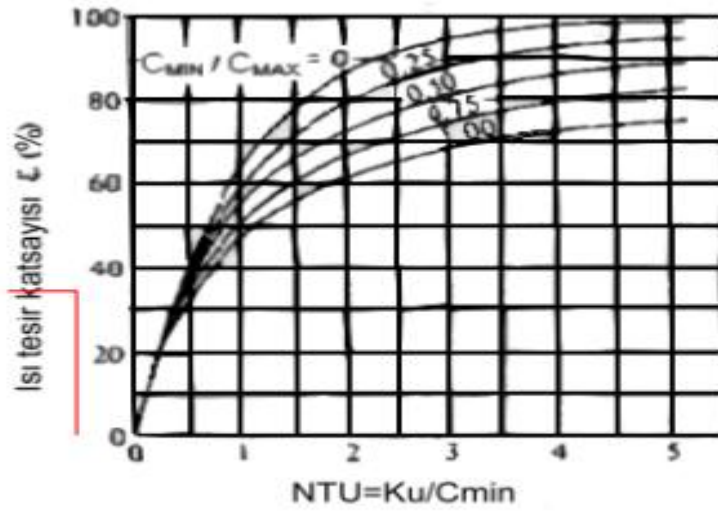
$$\text{NTU} = \frac{K_u}{C_{\min}} = \frac{35,57}{0,065 \times 1009,1} = 0,542$$

Verim değeri NTU ve Cmin/Cmax değerlerine bağılı olarak Şekil-4'teki çapraz akımlı ısı değıştirici eğrilerinden  $\epsilon = 0.34$  bulunur.

Çıkış sıcaklıkları verim eşitlikleri yardımıyla hesaplanabilir:

$$\epsilon = \frac{T_{eg} - T_{eç}}{\Delta T_{max}} = \frac{25 - T_{eç}}{25 - 5} \Rightarrow T_{eç} = 18,2 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

$$\epsilon = \frac{T_{iç} - T_{ig}}{\frac{C_{min}}{C_{max}} \Delta T_{max}} = \frac{T_{iç} - 5}{0,929 \times 20} = 0,34 \Rightarrow T_{iç} = 11,31 \text{ [}^\circ\text{C]} \text{ bulunur.}$$



Şekil-4 Plakalı ısı değıştiriciler için verim eğrileri

Deneyde İstenenler:

1. Deneyin yapılış amacını ve nasıl yapıldığının açıklayınız.
2. Plakalı ısı değıştiricileri hakkında bilgi veriniz.
3. Isı geri kazanımı yöntemleri hakkında bilgiler veriniz.
4. Deney 1, Deney 2 ve Deney 3 için gerekli hesaplamaları yapınız.