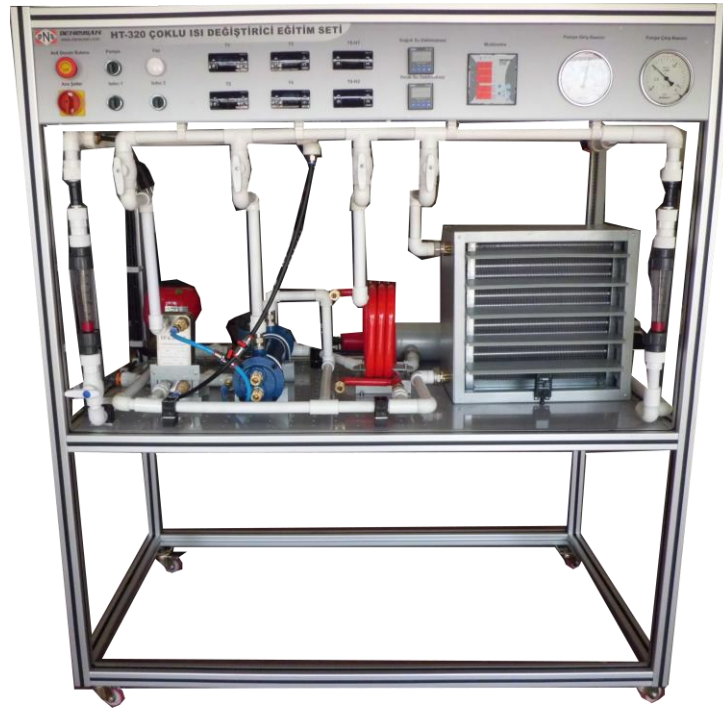




**DENEYSAN EĞİTİM CİHAZLARI**  
**Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti.**

# HT-320 ÇOKLU ISI DEĞİŞTİRİCİ DENEY SETİ

## DENEY FÖYLERİ



**DENEYSAN EĞİTİM CİHAZLARI SANAYİ VE TİCARET LTD. ŞTİ.**

Küçük Sanayi sitesi 12 Ekim Cad. 52.Sok. No:18A BALIKESİR

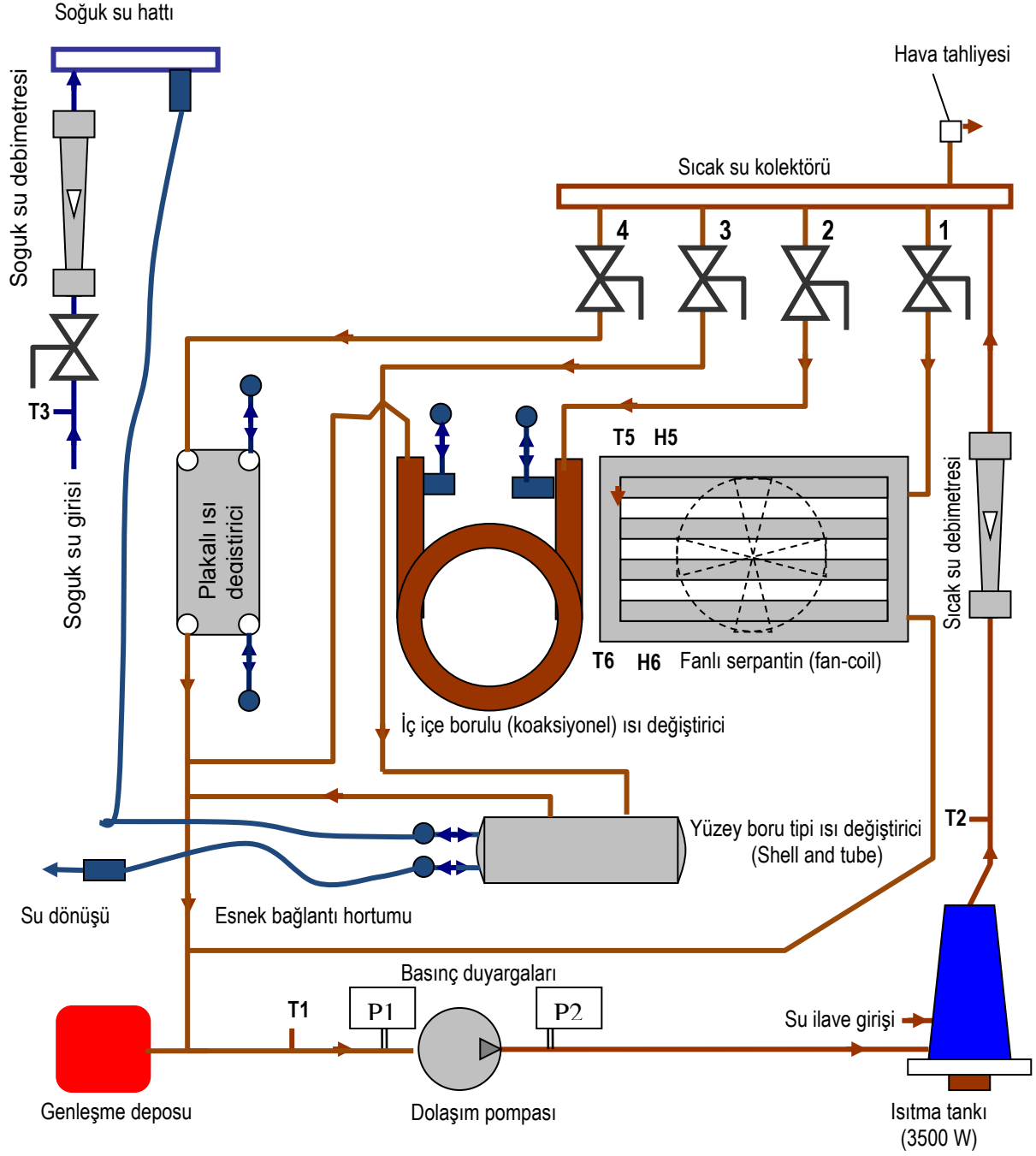
Tel:0266 2461075 Faks:0266 2460948 <http://www.deneysan.com> mail:

[deneysan@deneysan.com](mailto:deneysan@deneysan.com)

## İçindekiler

HT-320 ÇOKLU ISI DEĞİŞTİRİCİ EĞİTİM SETİ ŞEMASI .....	3
HT-320 MALZEME LİSETESİ VE TEKNİK ÖZELLİKLERİ .....	4
DENEY SETİNİN YAPILMA AMACI .....	4
DENEY SETİNDE KULLANILANACAK OLAN MODÜLLER .....	4
PLAKALI ISI DEĞİŞTİRİCİ (EŞANJÖR) .....	4
Tasarım Özellikleri.....	5
KABUK (SHELL) TİPİ ISI DEĞİŞTİRİCİ (EŞANJÖR) .....	6
Tasarım Özellikleri.....	7
İÇ İÇE BORULU ISI DEĞİŞTİRİCİ (EŞANJÖR) .....	8
Tasarım Özellikleri.....	8
FAN-COİL ÜNİTELERİ .....	9
DENEYLER .....	11
DENEY NO: HT-320-01.....	11
Fanlı serpantin (fan-coil) tipi ısı değiştiricide kapasite ve toplam ısı geçirgenlik katsayısının hesaplanması .....	11
DENEY NO: HT-320-02.....	15
Eşit ve farklı debilerde paralel akışlı iç içe borulu ısı değiştiricide kapasite ve toplam ısı geçirgenlik katsayısının hesaplanması.....	15
DENEY NO: HT-320-03.....	18
Eşit ve farklı debilerde çapraz akışlı iç içe borulu ısı değiştiricide kapasite ve toplam ısı geçirgenlik katsayısının hesaplanması.....	18
DENEY NO: HT-320-04.....	21
Eşit ve farklı debilerde paralel akışlı kabuk (Shell) tipi ısı değiştiricide kapasite ve toplam ısı geçirgenlik katsayısının hesaplanması .....	21
DENEY NO: HT-320-05.....	24
Eşit ve farklı debilerde çapraz akışlı kabuk (Shell) tipi ısı değiştiricide kapasite ve toplam ısı geçirgenlik katsayısının hesaplanması.....	24
DENEY NO: HT-320-06.....	27
Eşit ve farklı debilerde paralel akışlı plakalı ısı değiştiricide kapasite ve toplam ısı geçirgenlik katsayısının hesaplanması .....	27
DENEY NO: HT-320-07.....	30
Eşit ve farklı debilerde çapraz akışlı plakalı ısı değiştiricide kapasite ve toplam ısı geçirgenlik katsayısının hesaplanması.....	30

## HT-320 ÇOKLU ISI DEĞİŞTİRİCİ EĞİTİM SETİ ŞEMASI



## HT-320 TEKNİK ÖZELLİKLER

MALZEMENİN ADI	ÖZELLİĞİ
Plakalı ısı değiştirici	WEKO B3-14A-24 $A=0,014 \text{ m}^2$ $A \times B \times H$ : 77x35x207mm
İç içe borulu ısı değiştirici (koaksiyonel)	5/8"-7/8" $A=\pi DL=3.14 \times 0,016 \times 1,9255=0,0967 \text{ m}^2$
Fanlı serpantin ünitesi (fan-coil)	HSK HAD-0-1 Alın yüzeyi $A_y=0,025 \text{ m}^2$ $A=0,25 \text{ m}^2$
Yüzey boru ısı değiştirici (shell and tube)	Kontherm yağ soğutucu, $A=0,15 \text{ m}^2$
Kapalı genleşme kabı	Kombi tipi, $V=4/3\pi R^3=4/3 \pi 0,1^3=0,0042 \text{ m}^3$
Dolaşım pompası	Calpeda NCS3 20-70(1" boru bağlantılı), üç kademeli
Elektrik ısıtıcı	2500 + 2500 W
LCD ekran	DOP-B05S2015
Sigorta	1x10 A+1x6A
Dış ölçüler	0,5x1,0x1,45 m

## DENEY SETİNİN YAPILMA AMACI

Bu deneysel çalışmada, akışkanlar mekaniği, termodinamik ve ısı transferi derslerinde edinilen temel bilgiler kullanılarak, bir ısı değiştiricisinin akış ve ısı transferi analizi yapılacaktır. Isı değiştiricisinde sıcak ve soğuk akışkanların kütleli debileri ile akışkanlar arası aktarılan/çekilen ısı transfer miktarları deneysel olarak belirlenecek ve sistem için logaritmik sıcaklık farkı ve toplam ısı transferi katsayısı hesaplanacaktır.

### A. Plakalı Isı Değiştirici (Eşanjör)

Plakalı ısı değiştiricisi veya eşanjörü, iki akışkan arasında ısı transfer etmek için metal üzerinde değişik şekilde kıvrımlar bulunan plakalar kullanan bir ısı eşanjörü tipidir. Bu özellik, yani ısı transferi için kıvrımlı plaka kullanımı, ısı transfer katsayısını arttırmakta ve konvansiyonel boru gövde tipi eşanjörlerle kıyaslandığında 1/3-

1/4 oranında ısı transfer yüzeyi ile aynı miktarda ısıyı transfer edebilmektedir.

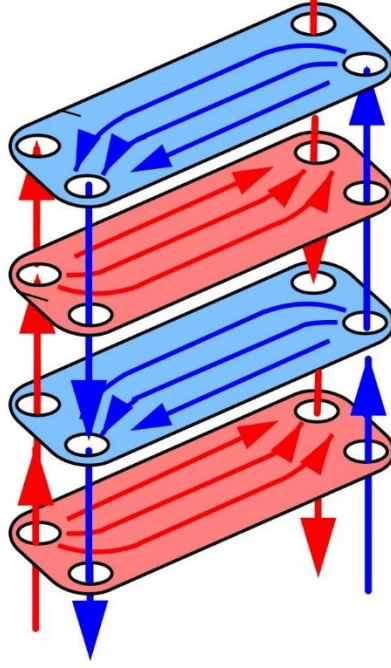


Şekil 1: Plakalı Isı Değiştirici

## 1. Tasarım özellikleri

Bir ısı eşanjörünün tasarımındaki genel düşünce, soğuk veya sıcak bir sıvıdan bir diğerine ısı transferi için borular veya diğer benzer kaplar kullanılmasıdır. Genelde, eşanjör bir sıvının diğeri içinde dolaşmasını sağlayan bobin şeklinde borular ve diğeri sıvıyı içeren boruların içinde dolaştığı kapalı bölmeden oluşur. Boru duvarları genelde metalden yapılır, veya düşük özgül ısı kapasitesi olan başka bir maddeden (düşük özgül ısı kapasitesine sahip maddenin az enerji ile sıcaklığı çabuk bir şekilde artar), dış taraftaki kapalı bölme ise ısıyı eşanjörden dışarı vermeyecek plastik veya yüksek ısı kapasiteli başka bir malzemeden yapılır.

Plakalı ısı eşanjörü, bu basit dizaynın, ısı transfer hızını arttırmak için geliştirilmiş halidir. Kapalı bölme boyunca dolaşan boruların yerine iki bölme vardır. Genelde derinlikleri azdır. Her bir bölme, sıvının hacminin plaka ile temasına yardımcı olacak şekilde inceltirilmiştir. Geniş yüzeye sahip metal bir plaka ile ayrılmıştır. Plaka en hızlı transferin mümkün olmasına izin verecek şekilde büyük bir yüzey alanına sahip bir şekilde yapılmıştır.



Şekil 2: Plakalı Isı Değiştirici Devre Şeması

## B. Kabuk (Shell) Tipi Isı Değiştirici (Eşanjör)

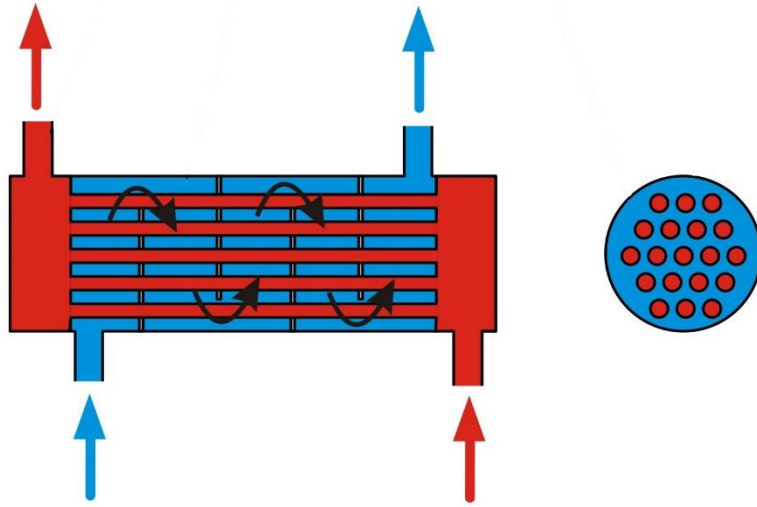
Borulu ısı değiştiricisi veya eşanjörü, ısı değiştiricilerinin bir tipidir. Daha doğru bir ifade ile ısı eşanjörü tasarlarken kullanılan sınıflamalardan biridir. Bu tip eşanjörler, petrol rafinerileri ve diğer büyük kimyasal prosesler içeren tesislerde en yaygın kullanılan eşanjörlerdir. İsmi dizaynında kullanılan borulardan almıştır. Bu eşanjör tipi, dış tarafta büyük bir boru (kovan olarak da anılır) ve onun içinde dolaşan daha küçük çapta borular içerir.



Şekil 3: Kabuk (Shell) Tipi Isı Değiştirici

## 1. Tasarım özellikleri

Farklı sıcaklıklardaki iki akışkan eşanjör boyunca akar, birisi içteki borular boyunca, diğeri dış taraftaki büyük boru (kovan) boyunca akar. Isı, bir akışkandan diğesine transfer olur. Akışkanlar arasında ısı transferinde kullanılan bu yöntem, birçok uygulamada, atık ısının tekrar kullanıma alınmasını sağlar. Bu, enerjinin geri kazanımı için çok iyi bir yoldur. Örneğin buhar kullanan bir tesisin kullanımından çıkan buharı, ısı eşanjörleri vasıtası ile tesisin ısıtılması, kullanım suyunun ısıtılması gibi yerlerde kullanılır. Boru ve kovan dizaynlarında çeşitli varyasyonlar vardır. Daha çok 1, 2 veya 4 geçişli dizaynlar kullanılır. Bu sayılar, borular içindeki akışkanın, kovan içindeki akışkan boyunca kaç kez geçiş yapacağını belirtir. Tek geçişli ısı eşanjörlerinde, akışkan bir taraftan girer, diğereinden çıkar. İki veya dört geçişli dizaynlar daha çok kullanılır, çünkü akışkan aynı taraftan giriş ve çıkış yapabilir. Bunun konstrüksiyonu daha basit hale getirir.



Şekil 4: Kabuk (Shell) Tipi Isı Değişirici Devre Şeması

## A. İ İçe Borulu Isı Değiştirici (Eşanjör)

Yapılan deney merkezi aynı, çapları farklı olan iki borunun birbiri içine konularak iç kısmından sıcak akışkanın; dış kısmından soğuk akışkanın geçirilerek sıcak akışkanın soğuk akışkanı ısıtması prensibine dayanır.



şekil 5: i içe borulu ısı değiştirici ( eşanjör )

### 1. Tasarım özellikleri

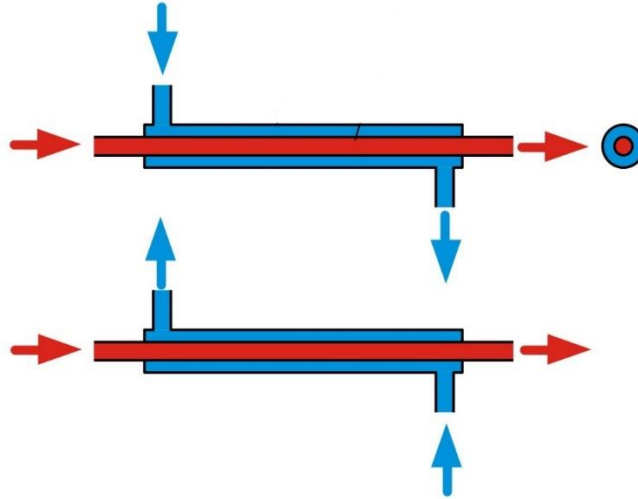
Bu prensibe dayanarak deneyin yapılmasında amaç:

1. Paralel akım koşullarında çalışan eş merkezli ( ift borulu ) ısı değiştiricinin çalışma prensibinin gösteril
2. Karşıt akım koşullarında çalışan eş merkezli ısı değiştiricinin çalışma prensiplerinin gösterilmesi,



3. Sıcak su değişiminin eş merkezli ısı değiştirici performansına etkisinin gösterilmesi,
4. Akış hızındaki değişikliklerin karşıt akım prensibine göre çalışan eş merkezli ısı değiştirici performansına etkisinin gözlenmesi olarak sıralanabilir.

Sistemde ısı verimliliği; giren sıcak ve soğuk suyun sıcaklıklarına, akış debilerine ve akış yönüne göre değişmektedir. Sistem akış yönüne göre iki şekilde çalışabilmektedir. Birincisi paralel akımdır ki; sıcak su ve soğuk su aynı yönden verilir, yani giren soğuk akışkan en soğuk halindeyken ısıtmada kullanılan sıcak akışkanın en sıcak haliyle karşılaşır. İkincisi ise karşıt akımdır. Bunda ise bir uçtan sıcak akışkan verilirken diğer uçtan soğuk akışkan verilir. Bu değişkenlerin sisteme etkileri incelenmektedir. Eş merkezli ısı değiştiriciler genellikle çok düşük sıcaklık farkları için kullanılmaktadır. Çünkü ısı etkinliği çok iyi olan bir sistem değildir. Bu nedenle yüksek sıcaklık farkları için kullanıldığı zaman çok alan kaplar. Böyle durumlar için yerine kullanılabilir başka sistemler bulunmaktadır.



Şekil 6: İ İçe Borulu Isı Değiştirici (Eşanjör) Devre şeması

## FAN-COIL ÜNİTELER

Mahal içi tipi iklimlendirme ünitelerinin fiziksel ve kapasite açısından küçük olanları genelde fan-coil ünite olarak adlandırılır. İ tip ünitelerden en büyük farklılıkları; kolay ve dekoratif monte edilebilmeleri yanısıra karışım veya taze hava damper kontrolünün olmayışıdır. Fan-coil üniteler apartman, ofis, hastane ve otel odaları gibi tek zonlu alanların ısıtılması ve/veya soğutulması için kullanılır. Tipik bir fan-coil ünite; fan, filtre , ısıtma-soğutma serpantini ve yoğuşma tavasından oluşur.

Fan-coil uniteleri;

- Montaj tiplerine göre: tavan tip, döşeme tip
- Kaset yapılarına göre: kasetli tip, gizli (kasetli) tip ve kanallı tip
- Batarya yapılarına göre: 2 borulu, 4 borulu
- Fan devirlerine göre: çok devirli, değişken debili
- Akışkan tipine göre (ısıtma): sıcak su, kızgın su, buhar, elektrikli
- Akışkan tipine göre (soğutma): soğutulmuş su, direk genişmeli olarak katagorize edilebilirler.



**ŞEKİL: Fan-coil ünitesi**

A) DENEY NO: HT-320-01

B) DENEYİN ADI: **Fanlı serpantin (fan-coil) tipi ısı değiştiricide kapasite ve toplam ısı geçirgenlik katsayısının hesaplanması**

C) DENEYİN AMACI: Fanlı serpantin (fan-coil) tipi ısı değiştiricide herhangi bir akış debisinde kapasite ve K ısı geçirgenli değerlerinin deneysel olarak hesaplanması.

D) GEREKLİ ALET VE CİHAZLAR

E) DENEYİN YAPILIŞI:

- 1) Sigortaları açık (ON) konumuna getirin.
- 2) Ana şalteri acın.
- 3) Pompa anahtarı ile pompayı çalıştırın.
- 4) Sıcak su kolektöründeki 1 no'lu vanayı açın. Debiyi 400-500 L/h'ye ayarlayın.
- 5) Isıtıcı 1 ve 2'yi açın.
- 6) Fan hızını maksimum değere ayarlayın. Damperleri tam açık konuma getirin.
- 7) Sistem kararlı hale gelince basınç, sıcaklık ve debi değerlerini aşağıdaki tabloya kaydedin.
- 8) Tablo değerlerini kullanarak aşağıdaki hesaplamaları yapın. Sıcak su  $C_{psu}$  değeri için föylerin sonundaki çizelgeden yararlanın. Sıcak su  $C_{psu}$  değerleri için ortalama su sıcaklıklarını kullanın.

E) RAPORDA İSTENENLER: Deney no, deneyin adı ve amacı, plakalı ısı değiştiricinin ısı kapasitesi, K ısı geçirgenlik değeri.

<b>Ölçüm sayısı/Ölçülen Özellik</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Sıcak su giriş sıcaklığı, $t_1$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]			
Sıcak su dönüş sıcaklığı, $t_2$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]			
Fanlı serpantin giriş kuru term. sıc., $t_5$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]			
Fanlı serpantin giriş bağıl nem, $H_5$ [%]			
Fanlı serpantin çıkış kuru term. sıc., $t_6$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]			
Fanlı serpantin çıkış bağıl nem $H_6$ [%]			
Isıtıcı 1 gücü [W]			
Isıtıcı 2 gücü [W]			
Pompa gücü [W]			
Pompa giriş basıncı, $p_1$ [MWS]			
Pompa çıkış basıncı, $p_2$ [MWS]			
Basınç kaybı, $p_2-p_1$ [MWS]			
$\dot{m}_{\text{sıcsu}}$ (L/h)			

**HESAPLAMALAR:**

Isıtma suyuna verilen yük:  $\dot{Q}_1 = \dot{m}_{\text{sicsu}} C_{\text{psu}} (t_2 - t_1)$  veya  $\dot{Q}_1 = U.I$  [W]  $C_{\text{psu}}$ =ortalama sıcaklık için Tablo-3'ten alınacak.

Havaya aktarılan yük:  $Q_h = m_h (h_{\zeta} - h_g)$

$h_g$  değeri psikrometrik diyagramdan  $t_5$  ve  $H_5$  değerlerinin kesişme noktasından bulunur.

$h_{\zeta}$  değeri psikrometrik diyagramdan  $t_6$  ve  $H_6$  değerlerinin kesişme noktasından bulunur.

$\dot{m}_h = \frac{A_y u}{v_g}$  [kg/s] Havanın kütleli debisi

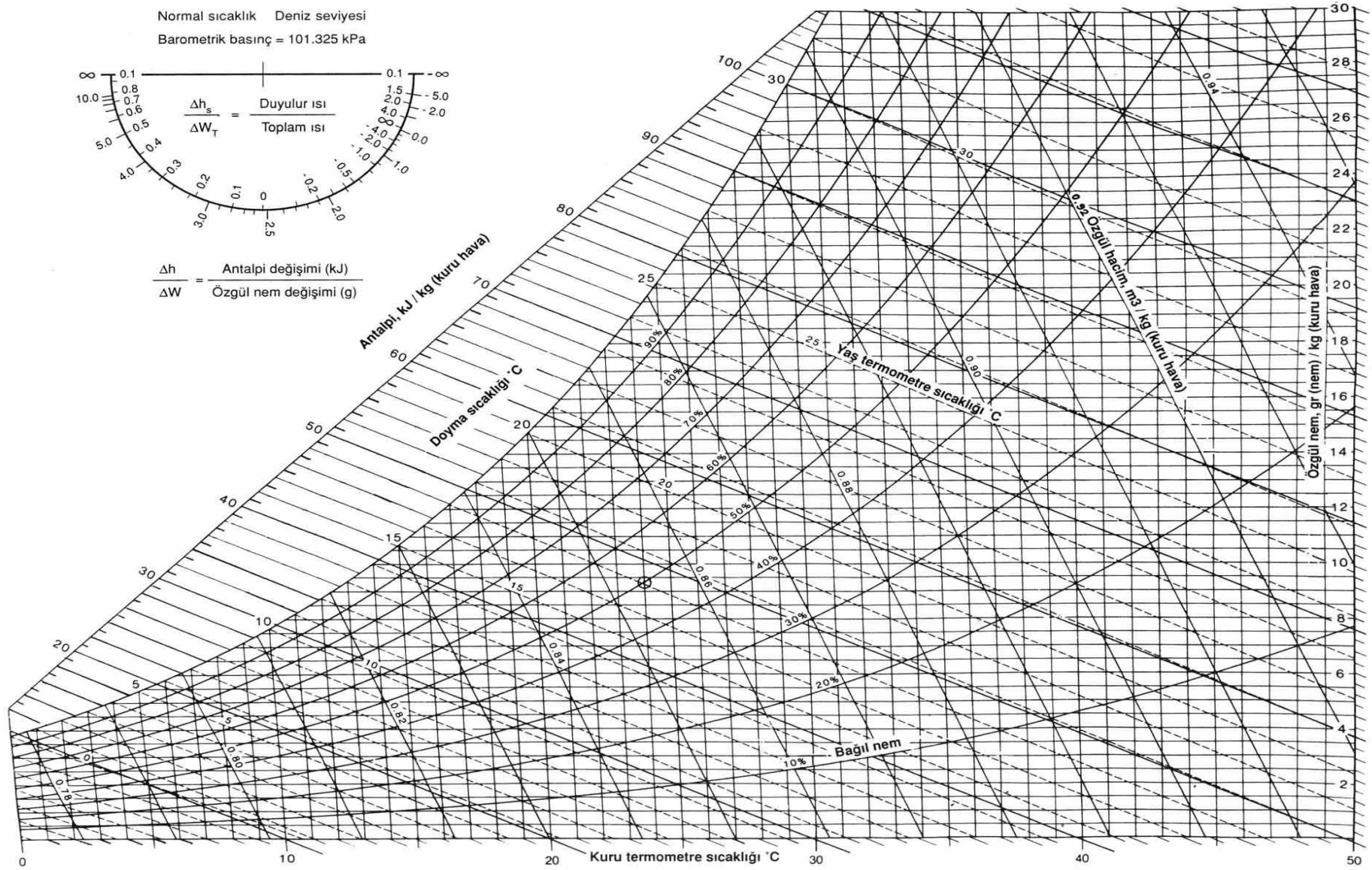
$A_y$  : 0,0,025 m<sup>2</sup> (Panjur kesiti)

$u$ : hız ( m/s) (Pervaneli hızölçer ile ölçülecek)

Isı geçirgenlik değeri:  $K_u = \frac{Q_1}{A.dT_m}$  [W/m<sup>2</sup>K]

Logaritmik sıcaklık farkı:  $dT_m = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln\left(\frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}\right)}$

$\Delta T_1 = t_1 - t_5$        $\Delta T_2 = t_2 - t_7$        $A=0,25$  m<sup>2</sup> (boru dış yüzeyi)



A) DENEY NO: HT-320-02

B) DENEYİN ADI: **Paralel akışlı iç içe borulu ısı değiştiricide kapasite ve toplam ısı geçirgenlik katsayısının hesaplanması**

C) DENEYİN AMACI: İç içe borulu ısı değiştiricide paralel akış durumunda, herhangi bir akış debisinde kapasite ve K ısı geçirgenli değerlerinin deneysel olarak hesaplanması.

D) GEREKLİ ALET VE CİHAZLAR

E) DENEYİN YAPILIŞI:

- 1) Sigortaları açık (ON) konumuna getirin.
- 2) Ana şalteri acın.
- 3) İç içe borulu ısı değiştirici soğuk su bağlantılarını sıcak su ile paralel olarak akacak şekilde bağlayın.
- 4) Pompa anahtarı ile pompayı çalıştırın.
- 5) Sıcak su kolektöründeki 2 no'lu ve soğuk su girişindeki vanayı açın. Debileri 300 L/h'ye ayarlayın.
- 6) Isıtıcı 1 ve 2'yi açın.
- 7) Sistem kararlı hale gelince basınç, sıcaklık ve debi değerlerini aşağıdaki tabloya kaydedin.
- 8) Tablo değerlerini kullanarak aşağıdaki hesaplamaları yapın. Sıcak ve soğuk su  $C_{psu}$  değeri için föylerin sonundaki çizelgeden yararlanın. Sıcak ve soğuk su  $C_{psu}$  değerleri için ortalama su sıcaklıklarını kullanın.

E) RAPORDA İSTENENLER: Deney no, deneyin adı ve amacı, plakalı ısı değiştiricinin ısıl kapasitesi, K ısı geçirgenlik değeri.

Ölçüm sayısı/Ölçülen Özellik	1	2	3	Örnek
Sıcak su giriş sıcaklığı, $t_1$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]				43
Sıcak su dönüş sıcaklığı, $t_2$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]				33,7
Soğuk su giriş sıcaklığı, $t_3$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]				17,4
Soğuk su dönüş sıcaklığı, $t_4$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]				26,9
Isıtıcı 1 gücü [W]				1080
Isıtıcı 2 gücü [W]				2074
Pompa gücü [W]				62,4
Pompa giriş basıncı, $p_1$ [MWS]				7,5
Pompa çıkış basıncı, $p_2$ [MWS]				12,5
Basınç kaybı, $p_2-p_1$ [MWS]				5
$\dot{m}_{\text{sıcsu}}$ (L/h)				300
$\dot{m}_{\text{soğsu}}$ (L/h)				300



**HESAPLAMALAR:**

Isıtma suyuna verilen yük:  $\dot{Q}_1 = \dot{m}_{\text{sisu}} C_{\text{psu}} (t_2 - t_1)$  veya  $\dot{Q}_1 = U.I$  [W]

Soğutma suyuna aktarılan yük:  $\dot{Q}_2 = \dot{m}_{\text{sogsu}} C_{\text{psu}} (t_4 - t_3)$   $C_{\text{psu}}=4,187$  kJ/kgK

Isı geçirgenlik değeri:  $K_u = \frac{\dot{Q}_1}{A.dT_m}$  [W/m<sup>2</sup>K]

Logaritmik sıcaklık farkı:  $dT_m = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln\left(\frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}\right)}$

Paralel akış  $\Delta T_2 = t_1 - t_3$   $\Delta T_1 = t_2 - t_4$   $A=0,01173$  m<sup>2</sup>

A) DENEY NO: HT-320-03

B) DENEYİN ADI: **Çapraz akışlı iç içe borulu ısı değiştiricide kapasite ve toplam ısı geçirgenlik katsayısının hesaplanması**

C) DENEYİN AMACI: İç içe borulu ısı değiştiricide karşı akış durumunda, herhangi bir akış debisinde kapasite ve K ısı geçirgenli değerlerinin deneysel olarak hesaplanması.

D) GEREKLİ ALET VE CİHAZLAR

E) DENEYİN YAPILIŞI:

- 1) Sigortaları açık (ON) konumuna getirin.
- 2) Ana şalteri acın.
- 3) İç içe borulu ısı değiştirici soğuk su bağlantılarını sıcak su ile çapraz olarak akacak şekilde bağlayın.
- 4) Pompa anahtarı ile pompayı çalıştırın.
- 5) Sıcak su kolektöründeki 2 no'lu ve soğuk su girişindeki vanayı açın. Debileri 300 L/h'ye ayarlayın.
- 6) Isıtıcı 1 ve 2'yi açın.
- 7) Sistem kararlı hale gelince basınç, sıcaklık ve debi değerlerini aşağıdaki tabloya kaydedin.
- 8) Tablo değerlerini kullanarak aşağıdaki hesaplamaları yapın. Sıcak ve soğuk su  $C_{psu}$  değeri için föylerin sonundaki çizelgeden yararlanın. Sıcak ve soğuk su  $C_{psu}$  değerleri için ortalama su sıcaklıklarını kullanın.

E) RAPORDA İSTENENLER: Deney no, deneyin adı ve amacı, plakalı ısı değiştiricinin ısıl kapasitesi, K ısı geçirgenlik değeri.

<b>Ölçüm sayısı/Ölçülen Özellik</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>Örnek</b>
Sıcak su giriş sıcaklığı, $t_1$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]				44,1
Sıcak su dönüş sıcaklığı, $t_2$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]				33,9
Soğuk su giriş sıcaklığı, $t_3$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]				18
Soğuk su dönüş sıcaklığı, $t_4$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]				28,2
Isıtıcı 1 gücü [W]				1077
Isıtıcı 2 gücü [W]				2071
Pompa gücü [W]				61,8
Pompa giriş basıncı, $p_1$ [MWS]				7,75
Pompa çıkış basıncı, $p_2$ [MWS]				12,75
Basınç kaybı, $p_2-p_1$ [MWS]				5
$\dot{m}_{\text{sıcsu}}$ (L/h)				300
$\dot{m}_{\text{soğsu}}$ (L/h)				300

**HESAPLAMALAR:**

Isıtma suyuna verilen yük:  $\dot{Q}_1 = \dot{m}_{\text{sisu}} C_{\text{psu}} (t_2 - t_1)$  veya  $\dot{Q}_1 = U.I$  [W]

Soğutma suyuna aktarılan yük:  $\dot{Q}_2 = \dot{m}_{\text{sogsu}} C_{\text{psu}} (t_4 - t_3)$   $C_{\text{psu}}=4,187$  kJ/kgK

Isı geçirgenlik değeri:  $K_u = \frac{\dot{Q}_1}{A.dT_m}$  [W/m<sup>2</sup>K]

Logaritmik sıcaklık farkı:  $dT_m = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln\left(\frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}\right)}$

Karşı akışlı  $\Delta T_2 = t_1 - t_4$   $\Delta T_1 = t_2 - t_3$   $A=0,01173$  m<sup>2</sup>

A) DENEY NO: HT-320-04

B) DENEYİN ADI: **Paralel akışlı yüzey ve boru tipi ısı değıştiricide kapasite ve toplam ısı geçirgenlik katsayısının hesaplanması**

C) DENEYİN AMACI: Yüzey ve boru tipi ısı değıştiricide paralel akış durumunda herhangi bir akış debisi için kapasite ve  $K$  ısı geçirgenli değęerlerinin deneysel olarak hesaplanması.

D) GEREKLİ ALET VE CİHAZLAR

E) DENEYİN YAPILIŞI:

- 1) Sigortaları açık (ON) konumuna getirin.
- 2) Ana şalteri acın.
- 3) Yüzey ve boru tipi değıştirici soğuk su bağlantılarını sıcak su ile paralel olarak akacak şekilde bağlayın.
- 4) Pompa anahtarı ile pompayı çalıştırın.
- 5) Sıcak su kolektöründeki 3 no'lu ve soğuk su girişindeki vanayı açın. Debileri 350 L/h'ye ayarlayın.
- 6) Isıtıcı 1 ve 2'yi açın.
- 7) Sistem kararlı hale gelince basınç, sıcaklık ve debi değęerlerini aşağıdaki tabloya kaydedin.
- 8) Tablo değęerlerini kullanarak aşağıdaki hesaplamaları yapın. Sıcak ve soğuk su  $C_{psu}$  değęeri için föylerin sonundaki çizelgeden yararlanın. Sıcak ve soğuk su  $C_{psu}$  değęerleri için ortalama su sıcaklıklarını kullanın.

E) RAPORDA İSTENENLER: Deney no, deneyin adı ve amacı, plakalı ısı değıştiricinin ısı kapasitesi,  $K$  ısı geçirgenlik değęeri.

<b>Ölçüm sayısı/Ölçülen Özellik</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>Örnek</b>
Sıcak su giriş sıcaklığı, $t_1$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]				51,3
Sıcak su dönüş sıcaklığı, $t_2$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]				43,8
Soğuk su giriş sıcaklığı, $t_3$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]				17,7
Soğuk su dönüş sıcaklığı, $t_4$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]				26,1
Isıtıcı 1 gücü [W]				1078
Isıtıcı 2 gücü [W]				2064
Pompa gücü [W]				63
Pompa giriş basıncı, $p_1$ [MWS]				7,75
Pompa çıkış basıncı, $p_2$ [MWS]				12,75
Basınç kaybı, $p_2-p_1$ [MWS]				5
$\dot{m}_{\text{sıc su}}$ (L/h)				350
$\dot{m}_{\text{soğ su}}$ (L/h)				350

**HESAPLAMALAR:**

Isıtma suyuna verilen yük:  $\dot{Q}_1 = \dot{m}_{\text{sisu}} C_{\text{psu}} (t_2 - t_1)$  veya  $\dot{Q}_1 = U.I$  [W]

Soğutma suyuna aktarılan yük:  $\dot{Q}_2 = \dot{m}_{\text{sogsu}} C_{\text{psu}} (t_4 - t_3)$   $C_{\text{psu}}=4,187$  kJ/kgK

Isı geçirgenlik değeri:  $K_u = \frac{Q_1}{A.dT_m}$  [W/m<sup>2</sup>K]

Logaritmik sıcaklık farkı:  $dT_m = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln\left(\frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}\right)}$

Paralel akış  $\Delta T_2 = t_1 - t_3$   $\Delta T_1 = t_2 - t_4$   $A=0,253$  m<sup>2</sup>

A) DENEY NO: HT-320-05

B) DENEYİN ADI: **Çapraz akışlı yüzey ve boru tipi ısı değıştircide kapasite ve toplam ısı geçirgenlik katsayısının hesaplanması**

C) DENEYİN AMACI: Yüzey ve boru tipi ısı değıştircide karşı akış durumunda herhangi bir akış debisi için kapasite ve K ısı geçirgenlik değeri deneyel olarak hesaplanması.

D) GEREKLİ ALET VE CİHAZLAR

E) DENEYİN YAPILIŞI:

- 1) Sigortaları açık (ON) konumuna getirin.
- 2) Ana şalteri acın.
- 3) Yüzey ve boru tipi ısı değıştirci soğuk su bağlantılarını sıcak su ile çapraz olarak akacak şekilde bağlayın.
- 4) Pompa anahtarı ile pompayı çalıştırın.
- 5) Sıcak su kolektöründeki 3 no'lu, soğuk girişindeki vanayı açın. Debileri 350 L/h'ye ayarlayın.
- 6) Isıtıcı 1 ve 2'yi açın.
- 7) Sistem kararlı hale gelince basınç, sıcaklık ve debi değeri aşığıdaki tabloya kaydedin.
- 8) Tablo değeri kullanarak aşığıdaki hesaplamaları yapın. Sıcak ve soğuk su  $C_{psu}$  değeri için föylerin sonundaki çizelgeden yararlanın. Sıcak ve soğuk su  $C_{psu}$  değeri için ortalama su sıcaklıklarını kullanın.

E) RAPORDA İSTENENLER: Deney no, deneyin adı ve amacı, plakalı ısı değıştircinin ısı kapasitesi, K ısı geçirgenlik değeri.



<b>Ölçüm sayısı/Ölçülen Özellik</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>Örnek</b>
Sıcak su giriş sıcaklığı, $t_1$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]				49
Sıcak su dönüş sıcaklığı, $t_2$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]				42
Soğuk su giriş sıcaklığı, $t_3$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]				18,3
Soğuk su dönüş sıcaklığı, $t_4$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]				25,6
Isıtıcı 1 gücü [W]				1086
Isıtıcı 2 gücü [W]				2092
Pompa gücü [W]				63
Pompa giriş basıncı, $p_1$ [MWS]				7,75
Pompa çıkış basıncı, $p_2$ [MWS]				12,75
Basınç kaybı, $p_2-p_1$ [MWS]				5
$\dot{m}_{\text{sıcsu}}$ (L/h)				350
$\dot{m}_{\text{soğsu}}$ (L/h)				350

**HESAPLAMALAR:**

Isıtma suyuna verilen yük:  $\dot{Q}_1 = \dot{m}_{\text{sisu}} C_{\text{psu}} (t_2 - t_1)$  veya  $\dot{Q}_1 = U.I$  [W]

Soğutma suyuna aktarılan yük:  $\dot{Q}_2 = \dot{m}_{\text{sogsu}} C_{\text{psu}} (t_4 - t_3)$   $C_{\text{psu}}=4,187 \text{ kJ/kgK}$

Isı geçirgenlik değeri:  $K_u = \frac{Q_1}{A.dT_m}$  [W/m<sup>2</sup>K]

Logaritmik sıcaklık farkı:  $dT_m = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln\left(\frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}\right)}$

Karşı akışlı  $\Delta T_2 = t_1 - t_4$   $\Delta T_1 = t_2 - t_3$   $A=0,253 \text{ m}^2$

A) DENEY NO: HT-320-06

B) DENEYİN ADI: **Paralel akışlı plakalı ısı değiştiricide kapasite ve toplam ısı geçirgenlik katsayısının hesaplanması**

C) DENEYİN AMACI: Plakalı ısı değiştiricide paralel akış konumunda, herhangi bir akış debisinde kapasite ve K ısı geçirgenli değerlerinin deneysel olarak hesaplanması.

D) GEREKLİ ALET VE CİHAZLAR

E) DENEYİN YAPILIŞI:

- 1) Sigortaları açık (ON) konumuna getirin.
- 2) Ana şalteri acın.
- 3) Plakalı ısı değiştirici soğuk su bağlantılarını sıcak su ile paralel olarak akacak şekilde bağlayın.
- 4) Pompa anahtarı ile pompayı çalıştırın.
- 5) Sıcak su kolektöründeki 4 no'lu, soğuk su girişindeki vanayı açın. Soğuk su debisini 500 L/h, sıcak su debisini 350 L/h'a ayarlayın.
- 6) Isıtıcı 1 ve 2'yi açın.
- 7) Ssistem kararlı hale gelince basınç, sıcaklık ve debi değerlerini aşağıdaki tabloya kaydedin.
- 8) Tablo değerlerini kullanarak aşağıdaki hesaplamaları yapın. Sıcak ve soğuk su  $C_{psu}$  değeri için föylerin sonundaki çizelgeden yararlanın. Sıcak ve soğuk su  $C_{psu}$  değerleri için ortalama su sıcaklıklarını kullanın.

E) RAPORDA İSTENENLER: Deney no, deneyin adı ve amacı, plakalı ısı değiştiricinin ısıl kapasitesi, K ısı geçirgenlik değeri.

<b>Ölçüm sayısı/Ölçülen Özellik</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>Örnek</b>
Sıcak su giriş sıcaklığı, $t_1$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]				32,7
Sıcak su dönüş sıcaklığı, $t_2$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]				24,7
Soğuk su giriş sıcaklığı, $t_3$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]				16,6
Soğuk su dönüş sıcaklığı, $t_4$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]				23
Isıtıcı 1 gücü [W]				1080
Isıtıcı 2 gücü [W]				2090
Pompa gücü [W]				61,2
Pompa giriş basıncı, $p_1$ [MSS]				6
Pompa çıkış basıncı, $p_2$ [MSS]				11
Basınç kaybı, $p_2-p_1$ [MSS]				5
$\dot{m}_{\text{sıcsu}}$ (L/h)				350
$\dot{m}_{\text{soğsu}}$ (L/h)				500

**HESAPLAMALAR:**

Isıtma suyuna verilen yük:  $\dot{Q}_1 = \dot{m}_{\text{sisu}} C_{\text{psu}} (t_2 - t_1)$  veya  $\dot{Q}_1 = U.I$  [W]

Soğutma suyuna aktarılan yük:  $\dot{Q}_2 = \dot{m}_{\text{sogsu}} C_{\text{psu}} (t_4 - t_3)$   $C_{\text{psu}}=4,187$  kJ/kgK

Isı geçirgenlik değeri:  $K_u = \frac{\dot{Q}_1}{A.dT_m}$  [W/m<sup>2</sup>K]

Logaritmik sıcaklık farkı:  $dT_m = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln\left(\frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}\right)}$

Paralel akış  $\Delta T_2 = t_1 - t_3$   $\Delta T_1 = t_2 - t_4$   $A=0,014$  m<sup>2</sup>

A) DENEY NO: HT-320-07

B) DENEYİN ADI: **Çapraz akışlı plakalı ısı değiştiricide kapasite ve toplam ısı geçirgenlik katsayısının hesaplanması**

C) DENEYİN AMACI: Plakalı ısı değiştiricide karşı akış konumunda, herhangi bir akış debisinde kapasite ve K ısı geçirgenli değerlerinin deneysel olarak hesaplanması.

D) GEREKLİ ALET VE CİHAZLAR

E) DENEYİN YAPILIŞI:

- 1) Sigortaları açık (ON) konumuna getirin.
- 2) Ana şalteri acın.
- 3) Plakalı ısı değiştirici soğuk su bağlantılarını sıcak su ile çapraz olarak akacak şekilde bağlayın.
- 4) Pompa anahtarı ile pompayı çalıştırın.
- 5) Sıcak su kolektöründeki 4 no'lu, soğuk su girişindeki vanayı açın. Soğuk su debisini 500 L/h, sıcak su debisini 350 L/h'a ayarlayın.
- 6) Isıtıcı 1 ve 2'yi açın.
- 7) Sistem kararlı hale gelince basınç, sıcaklık ve debi değerlerini aşağıdaki tabloya kaydedin.
- 8) Tablo değerlerini kullanarak aşağıdaki hesaplamaları yapın. Sıcak ve soğuk su  $C_{psu}$  değeri için föylerin sonundaki çizelgeden yararlanın. Sıcak ve soğuk su  $C_{psu}$  değerleri için ortalama su sıcaklıklarını kullanın.

E) RAPORDA İSTENENLER: Deney no, deneyin adı ve amacı, plakalı ısı değiştiricinin ısıl kapasitesi, K ısı geçirgenlik değeri.

<b>Ölçüm sayısı/Ölçülen Özellik</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>Örnek</b>
Sıcak su giriş sıcaklığı, $t_1$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]				30
Sıcak su dönüş sıcaklığı, $t_2$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]				21,5
Soğuk su giriş sıcaklığı, $t_3$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]				16,1
Soğuk su dönüş sıcaklığı, $t_4$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]				22,8
Isıtıcı 1 gücü [W]				1089
Isıtıcı 2 gücü [W]				2100
Pompa gücü [W]				61,2
Pompa giriş basıncı, $p_1$ [MWS]				6
Pompa çıkış basıncı, $p_2$ [MWS]				11
Basınç kaybı, $p_2-p_1$ [MWS]				5
$\dot{m}_{\text{sıcak su}}$ (L/h)				350
$\dot{m}_{\text{soğuk su}}$ (L/h)				500

**HESAPLAMALAR:**

Isıtma suyuna verilen yük:  $\dot{Q}_1 = \dot{m}_{\text{sisu}} C_{\text{psu}} (t_2 - t_1)$  veya  $\dot{Q}_1 = U.I$  [W]

Soğutma suyuna aktarılan yük:  $\dot{Q}_2 = \dot{m}_{\text{sogsu}} C_{\text{psu}} (t_4 - t_3)$   $C_{\text{psu}}=4,187$  kJ/kgK

Isı geçirgenlik değeri:  $K_u = \frac{\dot{Q}_1}{A.dT_m}$  [W/m<sup>2</sup>K]

Logaritmik sıcaklık farkı:  $dT_m = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln\left(\frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}\right)}$

Karşı (çapraz) akış  $\Delta T_2 = t_1 - t_4$   $\Delta T_1 = t_2 - t_3$   $A=0,014$  m<sup>2</sup>



TABLO-1 Farklı sıcaklıklar için havanın özgül hacmi ve özgül ısıları

T	p	Cp gas	v gas
°C	Bar	kJ/(kg K)	m <sup>3</sup> /kg
0,000	1,032	1,008642017	0,759073683
5,000	1,032	1,008704105	0,7730110924
10,000	1,032	1,008784865	0,7869616301
15,000	1,032	1,008884701	0,8008949359
20,000	1,032	1,009003466	0,81484225
25,000	1,032	1,009141605	0,828771691
30,000	1,032	1,009299006	0,8427157135
35,000	1,032	1,00947613	0,8566414518
40,000	1,032	1,009672879	0,8705818964
45,000	1,032	1,009889567	0,8845211907
50,000	1,032	1,010126534	0,8984403377
55,000	1,032	1,010383639	0,9123748249
60,000	1,032	1,010661186	0,9263068669
65,000	1,032	1,010959321	0,9402355775
70,000	1,032	1,011278173	0,9541597143
75,000	1,032	1,011618073	0,9680626681
80,000	1,032	1,011978895	0,9819656218
85,000	1,032	1,012360716	0,9958685755
90,000	1,032	1,012763594	1,009771529
95,000	1,032	1,013187562	1,023674483
100,000	1,032	1,013632636	1,037577437

TABLO-3 Farklı sıcaklıklarda suyun özgül ısı ve özgül hacimleri

T	p	Cp liquid	v liquid
°C	Bar	kJ/(kg K)	dm <sup>3</sup> /kg
0,000	1,032	2,107143511	0,9998727224
5,000	1,032	4,105685675	1,000083556
10,000	1,032	4,141176242	1,000546084
15,000	1,032	4,168323781	1,001250628
20,000	1,032	4,188306033	1,002188159
25,000	1,032	4,212256815	1,00335025
30,000	1,032	4,220490878	1,004729048
35,000	1,032	4,224556431	1,006317246
40,000	1,032	4,22532947	1,008108053
45,000	1,032	4,223607358	1,010095175
50,000	1,032	4,220110925	1,012272801
55,000	1,032	4,215486776	1,014635581
60,000	1,032	4,210309648	1,017178623
65,000	1,032	4,205084783	1,019897477
70,000	1,032	4,200250319	1,022788134
75,000	1,032	4,196179644	1,025847022
80,000	1,032	4,193183848	1,029071003
85,000	1,032	4,191514215	1,032457378
90,000	1,032	4,191364947	1,036003889
95,000	1,032	4,192876094	1,039708724
100,000	1,032	4,196136838	1,043570529