

**SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK VE DOĞA BİLİMLERİ FAKÜLTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
ÇOKLU ISI DEĞİŞTİRİCİSİ LABORATUVARI**



DENEY FÖYÜ

DENEY ADI

ÇOKLU ISI DEĞİŞTİRİCİSİ

DERSİN ÖĞRETİM ÜYESİ

DOÇ. DR. KARANİ KURTULUŞ

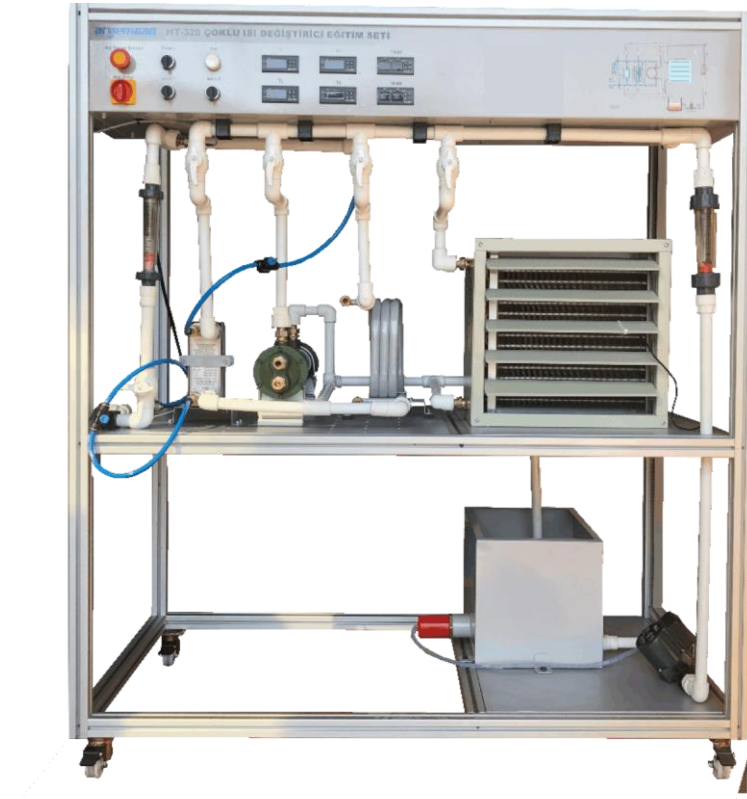
DENEY GRUBU:

DENEY TARİHİ:

TESLİM TARİHİ:

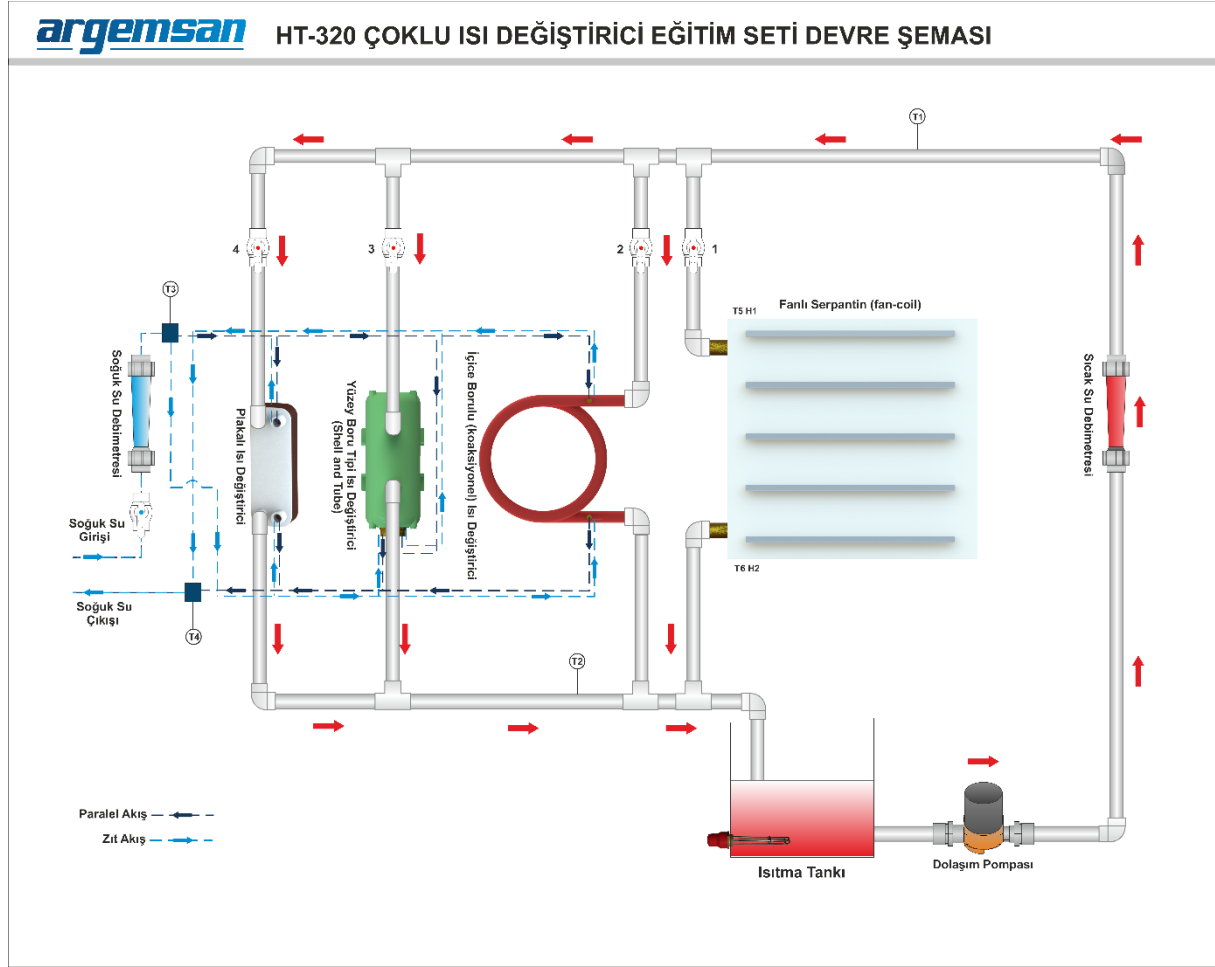
1. DENEY SETİ

Bu deney sisteminde, akışkanlar mekaniği, termodinamik ve ısı transferi derslerinde edinilen temel bilgiler kullanılarak, bir ısı değiştiricisi için ısı transferi ölçümü yapılmaktadır. Isı değiştiricisinde sıcak ve soğuk akışkanların kütsel debileri ile akışkanlar arası aktarılan/çekilen ısı transferi miktarları ve basınç kayıpları deneysel olarak belirlenmekte ve sistem için logaritmik sıcaklık farkı ve toplam ısı transferi katsayısı hesaplanabilmektedir. Şekil 1’ de deney setinin gene görüntüsü verilmiştir.



Şekil 1. Çoklu ısı değiştiricisi deney seti

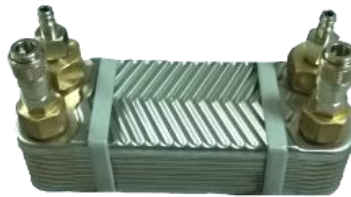
Deney setinde fanlı serpantin (fan-coil), iç içe borulu, gövde borulu (shell and tube) ve plakalı olmak üzere dört farklı ısı değiştiricisi için ölçüm yapılabilmektedir (Şekil 2). Sistem ısı üretimini elektrikli rezistansa sahip sıcak su deposundan sağlamaktadır. Sıcak su hattı kapalı çevrim olup, pompa kullanılarak devir daim ettirilmektedir. Soğuk kaynak ise şehir şebeke hattından çekilen musluk suyudur. Isıtılan su gidere verilmektedir. Sistem tesisatında bulunan vanalar ile ısı değiştiricilerin akış yönü paralel ya da zıt (karşıt, çapraz) olacak şekilde değiştirilebilmektedir.



Şekil 2. Çoklu ısı değiştiricisi deney seti devre şeması

1.1 Plakalı Isı Değiştirici

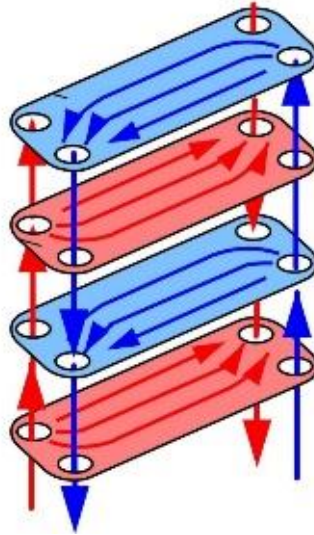
Plakalı ısı değiştiricisi veya eşanjörü, iki akışkan arasında ısı transfer etmek için metal üzerinde değişik şekilde kıvrımlar bulunan plakalar kullanan bir ısı eşanjörü tipidir (Şekil 3). Bu özellik, yani ısı transferi için kıvrımlı plaka kullanımı, ısı transfer katsayısını arttırmaktadır. Konvansiyonel boru gövde tipi eşanjörlerle kıyaslandığında $1/3-1/4$ oranında ısı transfer yüzeyi ile aynı miktarda ısıyı transfer edebilmektedir.



Şekil 3: Plakalı ısı değiştirici

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 diğer sıvıyı içeren boruların içinde dolaştığı kapalı bölmeden oluşur. Boru duvarları genelde ısı iletim katsayısı yüksek metal malzemedir yapılır. Dış taraftaki kapalı bölme ise ısıyı eşanjörden dışarı vermeyecek düşük ısı iletim katsayısına sahip bir malzemedir yapılır.

Plakalı ısı eşanjörü, bu basit tasarımın, ısı transfer hızını arttırmak için geliştirilmiş halidir. Şekil 4’ te plakalı ısı değıştiricisi devre şeması verilmiştir. Kapalı bölme boyunca dolaşan boruların yerine iki bölme vardır. Genelde derinlikleri azdır. Her bir bölme, sıvının hacminin plaka ile temasına yardımcı olacak şekilde inceltiştir. 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 4: Plakalı ısı değıştiricisi devre şeması

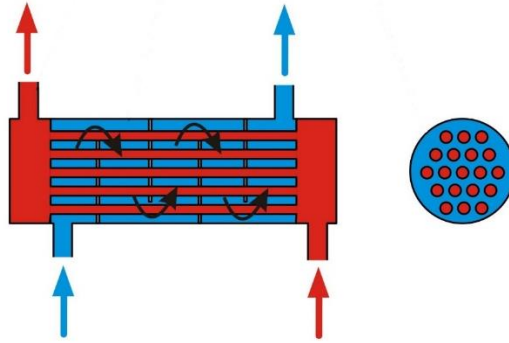
1.2 Gövde Borulu (Shell and Tube) Tipi Isı Değıştirici

Bu tip eşanjörler, petrol rafinerileri ve diğeri büyük kimyasal prosesler içeren tesislerde en yaygın kullanılan eşanjörlerdir. İsmi tasarımında kullanılan borulardan almıştır. Şekil 5’ te görüleceği üzere bu eşanjör tipi, dış tarafta büyük bir boru (kovan olarak da anılır) ve onun içinde dolaşan daha küçük çapta borular içerir.



Şekil 5: Gövde borulu ısı değiştirici

Farklı sıcaklıklardaki iki akışkan eşanjör boyunca akar, birisi i teki borular boyunca, diğeri dış taraftaki büyük boru (kovan) boyunca akar (Şekil 6). Isı, bir akışkandan diğerine 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 tesis 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, diğerinden çıkar. İki veya dört geçişli dizaynlar daha çok kullanılır, çünkü akışkan aynı taraftan giriş ve çıkış yapabilir. Bu konstrüksiyonu daha basit hale getirir.



Şekil 6. Gövde borulu ısı değiştirici devre şeması

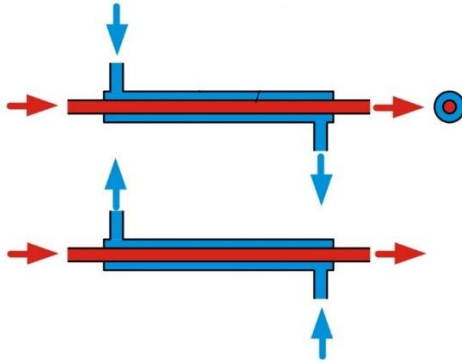
1.3 İ  İçe Borulu Isı Değiştirici

İ  içe borulu ısı değiştiriciler 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 7' de i  içe borulu ısı değiştiricinin görüntüsü verilmiştir.



Şekil 7. İç içe borulu ısı değiştirici

Sistemde ısı verimliliği; giren sıcak ve soğuk suyun sıcaklıklarına, akış debilerine ve akış yönüne göre değişmektedir. Şekil 8’ de görüleceği üzere 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 (zıt) 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 kullanılabilecek başka sistemler bulunmaktadır.



Şekil 8. İç içe borulu ısı değiştirici devre şeması

1.4 Fanlı Serpantin (Fan-coil) Isı değiştircisi

Mahal içi tipi iklimlendirme ünitelerinin fiziksel ve kapasite açısından küçük olanları genelde fan-coil ünite olarak adlandırılır. 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 tavaşından oluşur. şekil 8’ de fanlı serpantin ünitenin bir görüntüsü verilmiştir.

Fan-coil niteler;

- Montaj tiplerine göre: tavan tip, dtme 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 genleşmeli olarak katagorize edilebilirler.



şekil 8. Fanlı serpantin ısı değiştircisi

1. DENEYİN ADI: Fanlı serpantin (fan-coil) tipi ısı değıştiricide kapasite hesaplanması

DENEYİN AMACI: Fanlı serpantin (fan-coil) tipi ısı değıştiricide herhangi bir akış debisinde kapasite değerin deneyssel olarak hesaplanması.

DENEYİN YAPILIŞI:

- 1) Sigortaları açık (ON) konumuna getirin.
- 2) Ana şalteri acın.
- 3) Isıtıcıyı çalıştırın. İstenilen sıcaklık set değrine ayarlayınız.
- 4) Pompayı devreye alın.
- 5) Fanlı serpantin sıcak su hattı borusunda bulunan vanayı açın. Debiyi ara bir değere ayarlayın.
- 6) Fan hızını istenilen değere ayarlayın.
- 7) Sistem kararlı hale gelince ölçüm menüsünden sıcaklık ve debi değrlerini aşağıdaki tabloya kaydedin.
- 8) Tablo değrlerini kullanarak aşağıdaki hesaplamaları yapın. Sıcak su C_{psu} değri için föylerin sonundaki çizelgeden yararlanın. Sıcak su C_{psu} değrleri için ortalama su sıcaklıklarını kullanın.

RAPORDA İSTENENLER Fanlı serpantin (fan-coil) tipi ısı değıştiricinin ısıl kapasitesinin hesaplanması. Su tarafı basınç kaybının ölçülmesi.

Tablo 1. Fanlı serpantin ısı değıştirici deney sonuçları

Ölçüm sayısı/Ölçülen Özellik		1	2	3
Sıcak su giriş sıcaklığı T1	[°C]			
Sıcak su dönüş sıcaklığı T2	[°C]			
Fanlı serpantin giriş kuru term. sıc. T5	[°C]			
Fanlı serpantin giriş bağıl nem H1	[%]			
Fanlı serpantin çıkış kuru term. sıc. T6	[°C]			
Fanlı serpantin çıkış bağıl nem H2	[%]			
$\dot{m}_{sıcaksu}$	[L/h]			
Su tarafı basınç düşüşü, ΔP	mbar			

HESAPLAMALAR:

Isıtma suyuna verilen yük: $\dot{Q}_1 = \dot{m}_{sıcaksu} c_p (T_2 - T_1)$

C_p ortalama sıcaklık için Tablo-3'ten alınacak.

Havaya aktarılan yük: $\dot{Q}_H = \dot{m}_h (h_\varphi - h_g)$

h_g değeri psikrometrik diyagramdan T_5 ve H_1 değerlerinin kesişme noktasından bulunur.

h_φ değeri psikrometrik diyagramdan T_6 ve H_2 değerlerinin kesişme noktasından bulunur.

$\dot{m}_h = \rho u A_c$ (kg/s) Havanın kütleli debisi

$A_c : 0,025 \text{ m}^2$ (Panjur kesit alanı)

u : Hava hızı (m/s) (Anemometre ile ölçülecek)

2.DENEYİN ADI: Paralel akışlı iç içe borulu ısı değıştiricide kapasite ve toplam ısı geçirgenlik katsayısının hesaplanması

DENEYİN AMACI: İ içe borulu ısı değıştiricide paralel akış durumunda, herhangi bir akış debisinde kapasite ve ısı geçirgenliği değęrlerinin deneysel olarak hesaplanması.

DENEYİN YAPILIŞI:

- 1) Sigortaları açık (ON) konumuna getirin.
- 2) Ana şalteri acın.
- 3) İç içe borulu ısı değıştirici soğuk su bağlantılarını sıcak su ile paralel olarak akacak şekilde bağlayın.
- 4) Gösterge panelindeki kontrol menüsünden pompayı çalıştırın.
- 5) Sıcak ve soğuk su girişindeki vanayı açın.
- 6) Gösterge panelindeki kontrol menüsünden ısıtıcıyı çalıştırın.
- 7) Gösterge panelindeki ölçüm menüsünden sistem kararlı hale gelince sıcaklık ve debi değęrlerini aşağıdaki tabloya kaydedin.
- 8) Tablo değęrlerini kullanarak aşağıdaki hesaplamaları yapın. Sıcak ve soğuk su C_{psu} değęri için föylerin sonundaki çizelgeden yararlanın. Sıcak ve soğuk su C_{psu} değęrleri için ortalama su sıcaklıklarını kullanın.
- 9) Yukarıda yapılan deneyi, farklı soğuk su debisine ayarlayarak tekrarlayınız.

RAPORDA İSTENENLER: Isı değıştiricinin ısıl kapasitesi $\dot{Q}$ ve U bileşik ısı transfer katsayısı değęri.

Tablo 2: Paralel akışlı iç içe borulu ısı değıştirici deney sonuçları

Ölçüm sayısı/Ölçülen Özellik		1	2	3
Sıcak su giriş sıcaklığı T1	[°C]			
Sıcak su dönüş sıcaklığı T2	[°C]			
Soğuk su giriş sıcaklığı T3	[°C]			
Soğuk su dönüş sıcaklığı T4	[%]			
$\dot{m}_{soğuksu}$	[L/h]			
$\dot{m}_{sıcaksu}$	[L/h]			
Sıcak su tarafı basınç düşüşü, ΔP	mbar			
Soğuk su tarafı basınç düşüşü, ΔP	mbar			

HESAPLAMALAR:

Isıtma suyundan çekilen yük:

$$\dot{Q}_{sıcak} = \dot{m}_{sıcaksu} c_p (T_2 - T_1), (W)$$

Soğutma suyuna aktarılan yük

$$\dot{Q}_{soğuk} = \dot{m}_{soğuksu} c_p (T_3 - T_4), (W)$$

Bileşik ısı transder katsayısı değeri:

$$U = \frac{\dot{Q}}{A \cdot dT_m}, (W/m^2C)$$

Logaritmik sıcaklık farkı:

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

Paralel akış

$$A=0,0299 \text{ m}^2$$

3. DENEYİN ADI: Çapraz (karşıt, zıt) akışlı iç içe borulu ısı değiştiricide kapasite ve toplam ısı geçirgenlik katsayısının hesaplanması

DENEYİN AMACI: İç içe borulu ısı değiştiricide zıt akış durumunda, herhangi bir akış debisinde kapasite ve ısı geçirgenliği değerlerinin deneysel olarak hesaplanması.

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. Gösterge panelindeki kontrol menüsünden pompayı çalıştırın.
5. Sıcak ve soğuk su girişindeki vanayı açın.
6. Gösterge panelindeki kontrol menüsünden ısıtıcıyı çalıştırın.
7. Gösterge panelindeki ölçüm menüsünden sistem kararlı hale gelince 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.
9. Yukarıda yapılan deneyi, farklı soğuk su debisine ayarlayarak tekrarlayınız.

RAPORDA İSTENENLER: Isı değiştiricinin ısıl kapasitesi $\dot{Q}$ ve U bileşik ısı transfer katsayısı değeri.

Tablo 3: Çapraz akışlı iç içe borulu ısı değiştirici deney sonuçları

Ölçüm sayısı/Ölçülen Özellik		1	2	3
Sıcak su giriş sıcaklığı T1	[°C]			
Sıcak su dönüş sıcaklığı T2	[°C]			
Soğuk su giriş sıcaklığı T3	[°C]			
Soğuk su dönüş sıcaklığı T4	[°C]			
$\dot{m}_{soğuksu}$	[L/h]			
$\dot{m}_{sıcaksu}$	[L/h]			
Sıcak su tarafı basınç düşüşü, ΔP	mbar			
Soğuk su tarafı basınç düşüşü, ΔP	mbar			

HESAPLAMALAR:

Isıtma suyundan çekilen yük:

$$\dot{Q}_{sıcak} = \dot{m}_{sıcaksu} c_p (T_2 - T_1), (W)$$

Soğutma suyuna aktarılan yük

$$\dot{Q}_{soğuk} = \dot{m}_{soğuksu} c_p (T_4 - T_3), (W)$$

Bileşik ısı transder katsayısı değeri:

$$U = \frac{\dot{Q}}{A \cdot dT_m}, (W/m^2C)$$

Logaritmik sıcaklık farkı:

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

Çapraz akış

$$A=0,0299 \text{ m}^2$$

4. DENEYİN ADI: Paralel akışlı plakalı ısı değıştircide kapasite ve toplam ısı geçirgenlik katsayısının hesaplanması

DENEYİN AMACI: Plakalı ısı değıştircide paralel akış konumunda, herhangi bir akış debisinde kapasite ve bileşik ısı transfer katsayısı değęlerinin deneysel olarak hesaplanması.

DENEYİN YAPILIŞI:

- 1) Sigortaları açık (ON) konumuna getirin.
- 2) Ana şalteri acın.
- 3) Plakalı ısı değıştirci soğuk su bağlantılarını sıcak su ile paralel olarak akacak şekilde bağlayın.
- 4) Gösterge panelindeki kontrol menüsünden pompayı çalıştırın.
- 5) Sıcak ve soğuk su girişindeki vanayı açın.
- 6) Gösterge panelindeki kontrol menüsünden ısıtıcıyı çalıştırın.
- 7) Gösterge panelindeki ölçüm menüsünden sistem kararlı hale gelince sıcaklık ve debi değęlerini aşağıdaki tabloya kaydedin.
- 8) Tablo değęlerini kullanarak aşağıdaki hesaplamaları yapın. Sıcak ve soğuk su C_{psu} değęri için föylerin sonundaki çizelgeden yararlanın. Sıcak ve soğuk su C_{psu} değęleri için ortalama su sıcaklıklarını kullanın.
- 9) Yukarıda yapılan deneyi, farklı soğuk su debisine ayarlayarak tekrarlayınız.

RAPORDA İSTENENLER: Isı değıştircinin ısıl kapasitesi $\dot{Q}$ ve U bileşik ısı transfer katsayısı değęri.

Tablo 4: Paralel akışlı plakalı ısı değıştirci deney sonuçları

Ölçüm sayısı/Ölçülen Özellik		1	2	3
Sıcak su giriş sıcaklığı T1	[°C]			
Sıcak su dönüş sıcaklığı T2	[°C]			
Soğuk su giriş sıcaklığı T3	[°C]			
Soğuk su dönüş sıcaklığı T4	[%]			
$\dot{m}_{soğuksu}$	[L/h]			
$\dot{m}_{sıcaksu}$	[L/h]			
Sıcak su tarafı basınç düşüşü, ΔP	mbar			
Soğuk su tarafı basınç düşüşü, ΔP	mbar			

HESAPLAMALAR:

Isıtma suyundan çekilen yük:

$$\dot{Q}_{sıcak} = \dot{m}_{sıcaksu} c_p (T_2 - T_1), (W)$$

Soğutma suyuna aktarılan yük

$$\dot{Q}_{soğuk} = \dot{m}_{soğuksu} c_p (T_4 - T_3), (W)$$

Bileşik ısı transder katsayısı değeri:

$$U = \frac{\dot{Q}}{A \cdot dT_m}, (W/m^2C)$$

$$A=0,2177m^2$$

Logaritmik sıcaklık farkı:

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

5. DENEYİN ADI: Çapraz akışlı plakalı ısı değiştiricide kapasite ve toplam ısı geçirgenlik katsayısının hesaplanması

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

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. Gösterge panelindeki kontrol menüsünden pompayı çalıştırın.
5. Sıcak ve soğuk su girişindeki vanayı açın.
6. Gösterge panelindeki kontrol menüsünden ısıtıcıyı çalıştırın.
7. Gösterge panelindeki ölçüm menüsünden sistem kararlı hale gelince 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.
9. Yukarıda yapılan deneyi, farklı soğuk su debisine ayarlayarak tekrarlayınız.

RAPORDA İSTENENLER: Isı değiştiricinin ısı kapasitesi $\dot{Q}$ ve U bileşik ısı transfer katsayısı değeri.

Tablo 5: Çapraz akışlı plakalı ısı değiştirici deney sonuçları

Ölçüm sayısı/Ölçülen Özellik		1	2	3
Sıcak su giriş sıcaklığı T1	[°C]			
Sıcak su dönüş sıcaklığı T2	[°C]			
Soğuk su giriş sıcaklığı T3	[°C]			
Soğuk su dönüş sıcaklığı T4	[°C]			
$\dot{m}_{soğuksu}$	[L/h]			
$\dot{m}_{sıcaksu}$	[L/h]			
Sıcak su tarafı basınç düşüşü, ΔP	mbar			
Soğuk su tarafı basınç düşüşü, ΔP	mbar			

HESAPLAMALAR:

Isıtma suyundan çekilen yük:

$$\dot{Q}_{sıcak} = \dot{m}_{sıcaksu} c_p (T_2 - T_1), (W)$$

Soğutma suyuna aktarılan yük

$$\dot{Q}_{soğuk} = \dot{m}_{soğuksu} c_p (T_4 - T_3), (W)$$

Bileşik ısı transder katsayısı değeri:

$$U = \frac{\dot{Q}}{A \cdot dT_m}, (W/m^2C)$$

$$A=0,2177m^2$$

Logaritmik sıcaklık farkı:

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

6.DENEYİN ADI: Paralel akışlı gövde borulu ısı değıştiricide kapasite ve toplam ısı geçirgenlik katsayısının hesaplanması

DENEYİN AMACI: Gövde borulu ısı değıştiricide paralel akış durumunda herhangi bir akış debisi için kapasite ve U bileşik ısı transfer katsayısı değęrlerinin deneysel olarak hesaplanması.

DENEYİN YAPILIŞI:

- 1) Sigortaları açık (ON) konumuna getirin.
- 2) Ana şalteri acın.
- 3) Yüzey ve boru tipi ısı değıştirici soğuk su bağlantılarını sıcak su ile paralel akacak şekilde bağlayın.
- 4) Pompayı devreye alın.
- 5) Yüzey ve boru tipi ısı değıştirici sıcak su hattında bulunan vanayı ve soğuk su giriş vanasını açın. Debileri ara değęrlere ayarlayın.
- 6) Isıtıcıyı çalıştırın.
- 7) Sistem kararlı hale gelince ölçüm menüsünden sıcaklık ve debi değęrlerini aşağıdaki tabloya kaydedin.
- 8) Tablo değęrlerini kullanarak aşağıdaki hesaplamaları yapın. Sıcak ve soğuk su C_{psu} değęri için föylerin sonundaki çizelgeden yararlanın. Sıcak ve soğuk su C_{psu} değęrleri için ortalama su sıcaklıklarını kullanın.

RAPORDA İSTENENLER: Isı değıştiricinin ısıl kapasitesi $\dot{Q}$ ve U bileşik ısı transfer katsayısı değęri.

Tablo 6: Paralel akışlı gövde borulu ısı değıştirici deney sonuçları

Ölçüm sayısı/Ölçülen Özellik		1	2	3
Sıcak su giriş sıcaklığı T1	[°C]			
Sıcak su dönüş sıcaklığı T2	[°C]			
Soğuk su giriş sıcaklığı T3	[°C]			
Soğuk su dönüş sıcaklığı T4	[%]			
$\dot{m}_{soğuksu}$	[L/h]			
$\dot{m}_{sıcaksu}$	[L/h]			
Sıcak su tarafı basınç düşüşü, ΔP	mbar			
Soğuk su tarafı basınç düşüşü, ΔP	mbar			

HESAPLAMALAR:

Isıtma suyundan çekilen yük:

$$\dot{Q}_{sıcak} = \dot{m}_{sıcaksu} c_p (T_2 - T_1), (W)$$

Soğutma suyuna aktarılan yük

$$\dot{Q}_{soğuk} = \dot{m}_{soğuksu} c_p (T_4 - T_3), (W)$$

Bileşik ısı transfer katsayısı değeri:

$$U = \frac{\dot{Q}}{A \cdot dT_m}, (W/m^2C)$$

$$A=0,04926 \text{ m}^2$$

Logaritmik sıcaklık farkı:

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

7.DENEYİN ADI: Çapraz akışlı gövde borulu ısı değıştiricide kapasite ve toplam ısı geçirgenlik katsayısının hesaplanması

DENEYİN AMACI: Gövde borulu ısı değıştiricide çapraz akış durumunda herhangi bir akış debisi için kapasite ve U bileşik ısı transfer katsayısı değęerlerinin deneysel olarak hesaplanması.

DENEYİN YAPILIŞI:

1. Sigortaları açık (ON) konumuna getirin.
2. Ana şalteri acın.
3. Yüzey ve boru tipi ısı değıştirici soğuk su bağlantılarını sıcak su ile çapraz akışlı akacak şekilde bağlayın.
4. Pompayı devreye alın.
5. Yüzey ve boru tipi ısı değıştirici sıcak su hattında bulunan vanayı ve soğuk su giriş vanasını açın. Debileri ara değęerlere ayarlayın.
6. Isıtıcıyı çalıştırın.
7. Sistem kararlı hale gelince ölçüm menüsünden 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.

RAPORDA İSTENENLER: Isı değıştiricinin ısı kapasitesi $\dot{Q}$ ve U bileşik ısı transfer katsayısı değęeri.

Tablo 7: Çapraz akışlı gövde borulu ısı değıştirici deney sonuçları

Ölçüm sayısı/Ölçülen Özellik		1	2	3
Sıcak su giriş sıcaklığı T1	[°C]			
Sıcak su dönüş sıcaklığı T2	[°C]			
Soğuk su giriş sıcaklığı T3	[°C]			
Soğuk su dönüş sıcaklığı T4	[°C]			
$\dot{m}_{soğuksu}$	[L/h]			
$\dot{m}_{sıcaksu}$	[L/h]			
Sıcak su tarafı basınç düşüşü, ΔP	mbar			
Soğuk su tarafı basınç düşüşü, ΔP	mbar			

HESAPLAMALAR:

Isıtma suyundan çekilen yük:

$$\dot{Q}_{sıcak} = \dot{m}_{sıcaksu} c_p (T_2 - T_1), (W)$$

Soğutma suyuna aktarılan yük

$$\dot{Q}_{soğuk} = \dot{m}_{soğuksu} c_p (T_4 - T_3), (W)$$

Bileşik ısı transfer katsayısı değeri:

$$U = \frac{\dot{Q}}{A \cdot dT_m}, (W/m^2C)$$

$$A=0,04926 \text{ m}^2$$

Logaritmik sıcaklık farkı:

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

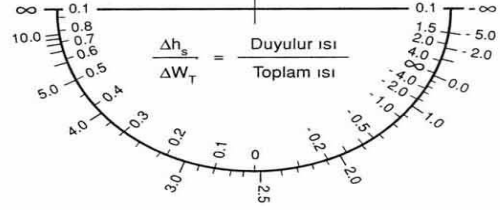
Tablo8. Havanın özgül hacmi ve özgül ısıları

T	p	Cp gas	v gas
°C	Bar	kJ/(kg K)	m ³ /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 9. Farklı sıcaklıklarda suyun özgül ısı ve özgül hacimleri

T	p	Cp liquid	v liquid
°C	Bar	kJ/(kg K)	dm ³ /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

Normal sıcaklık Deniz seviyesi
Barometrik basınç = 101.325 kPa



$$\frac{\Delta h}{\Delta W} = \frac{\text{Enthalpi değişimi (kJ)}}{\text{Özgöl nem değişimi (g)}}$$

