

T.C.
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

**(İKLİMLENDİRME ÇALIŞMALARINDA ISI GERİ KAZANIM AMAÇLI
EŞANJÖR TASARIMI)**

BİTİRME PROJESİ

**(BEKİR KORKMAZ
KEREM UĞUR HERDEM
YUSUF YILDIZHAN
MEHMET ANIL ÇATKIN)**

**OCAK 2021
TRABZON**

**T.C.
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**

**(İKLİMLENDİRME ÇALIŞMALARINDA ISI GERİ KAZANIM AMAÇLI
EŞANJÖR TASARIMI)**

**(BEKİR KORKMAZ
KEREM UĞUR HERDEM
YUSUF YILDIZHAN
MEHMET ANIL ÇATKIN)**

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi CEVDET DEMİRTAŞ

Bölüm Başkanı: Prof. Dr. Burhan ÇUHADAROĞLU

**OCAK 2021
TRABZON**

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmanın başlangıcından bitimine kadar her aşamada çalışmalarımızı yönlendiren ve destekleyen kıymetli vaktini bize harcayan değerli hocamız Sayın Dr. Öğr. Üyesi Cevdet DEMİRTAŞ hocamıza ve bununla birlikte bu çalışmayı destekleyen Makine Mühendisliği Bölüm Başkanlığı'na desteklerinden dolayı teşekkür ederiz.

Okul hayatımız boyunca her türlü zorlukta bizden desteklerini esirgemeyen ailelerimize ve arkadaşlarımıza teşekkür ederiz.

BEKİR KORKMAZ

KEREM UĞUR HERDEM

YUSUF YILDIZHAN

MEHMET ANIL ÇATKIN

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖNSÖZ.....	3
İÇİNDEKİLER	4
ŞEKİLLER DİZİNİ	7
ÖZET	8
SUMMARY	9
1. GENEL BİLGİLER	10
1.1. GİRİŞ	10
1.2. LİTERATÜR TARAMASI	15
1.3. KISITLAR ve KOŞULLAR	16
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	18
3. BULGULAR	18
4. TARTIŞMA.....	18
5. SONUÇLAR	19
6. ÖNERİLER	19
7. KAYNAKLAR	20
8. EKLER	20

SEMBOL LİSTESİ

- A** :ısı değisticisi ısı geçis yüzeyi
A_s :gövde ekvatorundaki serbest geçis kesiti
C :boru dizilisi ve geçis sayısına bağlı katsayı
C1 :ekonomik dönüsüm faktörü
C2 :ekonomik dönüsüm faktörü
D_g :gövde iç çapı
d_e :esdeger çap
d_{in} :boru iç çapı
d_{out} :boru dış çapı
e :enflasyon oranı
E :güç kaybı
e_p :boyutsuz pürüzlülük değeri
e_y :ortalama pürüzlülük yüksekliği
F :sıcaklık düzeltme arpanı
FD :alan başına ısı değisticisi birim maliyeti
FE :elektrik maliyeti
h :ısı tasınım katsayısı
H :yıllık operasyon periyodu
i :faiz oranı
IG :isletme gideri
J_{FK} :kern yöntemine göre boyutsuz basınç arpanı
J_K :kern yöntemine göre boyutsuz ısııl çarpanı
k_s :sürtünme katsayısı
K :toplam ısı geçis katsayısı
L :boru uzunluğu
L_p :sasırtma levhaları arası mesafe
L_{SLK} :sasırtma levhası kesme yüksekliği
m :akışkan debisi
n :boru dizilisi ve geçis sayısına bağlı katsayı
n₁ :bir geisteki boru sayısı
n_b :boru geçis sayısı
N :popülasyon büyüklüğü
N_t :toplam boru sayısı
Nu :nusselt sayısı
p :boyutsuz ısııl ve basınç çarpanının hesaplanmasında kullanılan katsayı
P :etkenlik
P_c :çaprazlama oranı
P_m :mutasyon oranı
Pr :prandtl sayısı
q :boyutsuz ısııl ve basınç çarpanının hesaplanmasında kullanılan katsayı
Q :ısı miktarı
R :kapasite oranı
R_r :kirlilik faktörü
Re :reynolds sayısı
s :isletme süresi

t :boru merkezleri arası mesafe
T :sıcaklık
TopG :toplam gider
x :boyutsuz ısı ve basınç çarpanının hesaplanmasında kullanılan deger
V :hız
YG :yatırım gideri
_P :basınç düşümü
_Tm :logaritmik ortalama sıcaklık farkı
c_p :özgül ısı
_ :ısı iletim katsayısı
_ :yüzey alanı yoğunluğu, kompaktlık
μ :dinamik viskozite
_p :pompa verimi
_ :akışkan yoğunluğu

ŞEKİLLER DİZİNİ

1. Alüminyum Flexible Borular Yandan Görünüşü
2. Alüminyum Flexible Borular Üstten Görünüşü
3. Alüminyum Flexible Borular Eş Merkezleme
4. Alüminyum Flexible Boruların hizalanmış görünümü
5. Sıcak havanın girişinin ayarlanması
6. Soğuk havanın girişinin ayarlanması
7. Sıcak hava için fön makinasının takılmış hali
 - 7.1.Sıcak fön makinası ve anemometre
 - 7.2.Sıcak havanın ölçümü için anemometrenin konumlandırılması
 - 7.3.Sıcak giren havanın ölçülen değerleri
8. Soğuk hava girişi fön makinası
 - 8.1.Soğuk havanın sıcaklık değeri ve hızının ölçümü için konumlandırılması
 - 8.2.Soğuk havanın girişte ölçülen değerleri
9. Akışın stabil hale gelebilmesi için beklenilmesi
 - 9.2. Soğuk havanın çıkış ölçülen değerleri

ÖZET

(İKLİMLENDİRME SİSTEMLERİNDE ISI GERİ KAZANIM AMAÇLI EŞANJÖR TASARIMI)

Günümüzde insan hayatında enerji önem arz eden bir yer tutuyor. Giderek artan enerji harcamaları sonucunda kaynaklar artan ihtiyacı karşılamakta güçlük çekiyor. İklimlendirme çalışmaları da bu enerji harcamalarında önemli bir paya sahip. İklimlendirme, belirli bir odayı, alanı veya yapıyı istenilen hava koşullarında tutmak. Biz de mantar üretimi yapılan bir mantarhaneyi örnek seçerek çalışmamızı sürdürdük. Bu odayı istediğimiz sıcaklık değerinde tutmak için sürekli ısıtma işlemi uygulanıyor. Isıtma işlemi daha az enerji harcayarak yapmak için iç içe borulu bir eşanjör tasarladık.

Yaptığımız çalışmada ısı geri kazanımı amaçlanmıştır. Tasarladığımız iç içe iki borulu ısı değiştiricisinde farklı çaplarda iç içe flexible boru kullanılarak ısı geçişleri hesaplanmıştır. Yapılan teorik hesaplar sonucunda boru boyunu sabit alarak çap değerlerini değiştirerek işlemler yapıldı. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda ideal boru çapına karar verildi.

Isı eşanjörlerinde ısı transferinin artırılması, enerji tasarrufu ve enerjinin verimli ve etkin kullanımını anlamına gelmektedir.

Giderek artan enerji ihtiyacı ve enerji kaynaklarındaki azalma dikkate alındığında, ısı aktarımının kullanıldığı ısı eşanjörlerinde ısı transferinin artırılmasının önemi daha iyi anlaşılmaktadır.

Bu çalışmada iç içe borulu tip bir ısı değiştirici tasarlanarak deneysel bir sistem kurulmuştur. Eşmerkezli iç içe borulu ısı eşanjörlerinin iç borusunda sıcak hava akışı, dış taraftaki boruda ise zıt yönlü hava akışı olmaktadır. Isı eşanjörleri alüminyum flexible borulardan imal edilmiştir. Dıştaki borunun dış yüzeyi ise ısı kayıplarını minimuma indirmek için yalıtım yapılmıştır.

Isıtıcı ile sabit sıcaklıkta elde edilen sıcak hava fan vasıtasıyla ısı değiştiricinin iç borusuna gönderilmiştir.

SUMMARY

(FOR HEAT RECOVERY IN AIR CONDITIONING SYSTEMS EXCHANGER DESIGN)

Today, energy has an important place in human life. As a result of increasing energy expenditures, resources have difficulty meeting the increasing demand. Air conditioning studies also have a significant share in these energy expenditures. Air conditioning, keeping a specific room, area or building in the desired weather conditions. We continued our work by choosing an example of a mushroom producing mushroom. Continuous heating is applied to keep this room at the desired temperature. We designed a tube heat exchanger to make the heating process more energy efficient.

The increasing of heat transfer in the heat exchangers means that energy saving, efficient and effective use of energy.

Paying attention to ever increasing energy demand and decrease in energy sources, it is better to understand to increase the heat transfer in the heat exchangers where the energy is used commonly.

In this study, a concentric tube heat exchanger has been designed and an experimental system has been set up. Hot air flows in the internal pipe of the concentric tube heat exchanger and air flows in the external pipe of the concentric tube heat exchanger in the counter-current flow. Heat exchangers made of aluminum flexible pipes. External surface of the external pipe has been insulated in order to minimize the heat loss.

The hot air obtained from heater at constant temperature has been moved to internal pipe of heat exchanger by means of fan

1- GENEL BİLGİLER

1.1 Giriş

Isı değiştiricilerin tarihine baktığımız zaman farklı çalışmalar görebiliyoruz. Yapılan bazı çalışmalar şunlardır. Vasillev ısı borusu tipine göre bir inceleme yapmıştır ve termo-elektrik soğutma ve havanın ön ısıtılması üzerine yapılan çalışmaları incelemiştir. Firouzfara & Attaran [iklimlendirme ve endüstri sistemlerinde yapılan araştırmaları incelemiştir. Firouzfara ve diğ. ise iklimlendirme sistemlerinde IBID uygulamalarını enerjinin korunumu ve nem alma kapasitesinin artımı açısından incelemiştir. Srimuang & Amatachaya ise ısı geri kazanım uygulamalarında kullanılan ısı borulu uygulamaları enerjinin korunumu açısından incelemiştir. Bu literatür incelemeleri IBID uygulamalarının iklimlendirme sistemlerinde, enerji korunumu açısından giderek artan bir öneme sahip olduğunu göstermektedir.

Farklı sıcaklıklardaki iki ya da daha fazla akışkan arasında ısı transferini sağlayan cihaza ısı değiştirici denir. Genellikle katı bir cidarla birbirlerinden ayrılırlar ve karışmazlar, ancak bir sıvı yüzey üzerine gaz fazında akış uygulanarak gerçekleştirilen uygulamalarda bulunmaktadır. Kullanım alanları çok geniş olmakla beraber, hacim ısıtmasında, iklimlendirme sistemlerinde, termik santrallerde, atık ısı geri kazanımında, kimi kimyasal işlemlerde çeşitli kullanım alanları mevcuttur.

1.1.1 Isı Değiştiricilerinin Sınıflandırılması

Isı değiştirgeçleri genel olarak; konstrüksiyon geometrilerine, ısı transferi mekanizmasına, akış düzenlemelerine, ısı transferi işlemine göre sınıflandırılır.

1.1.2 Konstrüksiyon Geometrisi

Konstrüksiyon geometrisine göre ısı değiştiricileri; borulu, plakalı ve kompakt olmak üzere genel olarak üç alt başlık altında sınıflandırılabilir.

Borulu ısı değiştiricileri; çift borulu, gövde boru tipi, spiral borulu olarak, plakalı ısı değiştirgeçleri; contalı - plakalı, spiral plakalı ve lamelli olarak, kompakt ısı değiştirgeçleri de; plakalı - kanatlı, kanatlı - borulu olarak çeşitlendirilir. Daha büyük konstrüksiyon tipleri; tüplü, düzlemlü ve uzatılmış yüzeyli ısı değiştirgeçleridir.

1.1.3 Borulu Isı Değiştiricileri

Dairesel kesitli tüplerden yapılan bu eşanjörlerde, akışkanlardan biri içteki tüpten, diğeri dıştaki tüpten akar. Tüplerin çapının, uzunluğunun ve sayısının değiştirilebilir olması, modelin tasarımı sırasında esneklik sağlamaktadır.

1.1.3.1 Çift Borulu Isı Değiştiricileri

İç içe geçmiş iki borudan içteki boru kanatçıklı veya düz olabilir. Bir akışkan içteki boruda, diğeri ise iki boru arasında hareket eder. Birim ünite maliyeti fazla olduğundan küçük kapasiteli uygulamalarda kullanılır.(9)

1.1.3.2 Gövde Boru Tipi Isı Değiştiricileri

Yuvarlak boruların silindirik bir hazne içine yerleştirildiği ısı değiştiricilerdir. Ana bileşenler, borular, boru destekleri, ön ayna, arka ayna ve şaşırtma levhasıdır. Proses endüstrisinde en çok kullanılan ısı değiştirici çeşididir. Günümüzde kullanılan tüm ısı değiştiricilerin yaklaşık %60'ı gövde boruludur. Gövde içerisinde birbirine paralel yuvarlak boruların yer aldığı ısı değiştiricilerdir. (10)

1.1.3.3 Spiral Borulu Isı Değiştiricileri

Bu tür ısı değiştiricileri, soğutma sistemlerinde kullanılan kondenser ve evaporatörler için tasarlanırlar. Spiral borulu ısı değiştiricileri, bir gövde içerisine yerleşmiş spiral bir şekilde kıvrıla kıvrıla devam eden serpantinlerden oluşur. Spiral borudaki ısı transferi katsayısı, düz boruya göre daha 2 büyüktür. Bu eşanjörler temiz akışkanlara ve termal genişlemeye daha uygundur çünkü bunların temizlenmesi neredeyse imkansızdır.

1.1.3.4 Plakalı Isı Değiştiricileri

Aynı veya farklı özelliklere sahip iki akışkan arasında birbirine karışmaksızın, hızlı ve yüksek etkinlikte ısı transferi gerçekleştirebilen ekipmanlardır. Plakalı ısı değiştiricilerde de, diğer tüm indirekt ısı değiştiricilerinde olduğu gibi, birbirine karışmadan dolaşan, ancak birbirine ısı transferi yapabilen iki ayrı akışkan devresi mevcuttur:

Isıtılan veya soğutulan akışkanın dolaştığı - PRİMER DEVRE

Isıtılan veya soğutulan akışkanın dolaştığı - SEKONDER DEVRE

Verimlilik ve maliyetler konusunda yapılmakta olan AR-GE çalışmaları sonucunda, geleneksel borulu tip ısı değiştiricilerin alternatifi olarak pek çok değişik tipte ısı değiştirici geliştirilmiştir.

Plakalı Tip Isı Değiştiriciler, bunlar arasında en geniş kullanım alanını elde etmiş ve çoğu yerde borulu tiplerin kullanımına son vermiştir. Önceleri genel olarak gıda endüstrisinde ve süt pastörizasyonunda kullanılan plakalı ısı değiştiriciler, günümüzde pek çok uygulamada yaygın olarak kullanılmaktadır.(6)

1.1.3.5 Kompakt Isı Değiştiricileri

Kompakt veya diğer adıyla genişletilmiş yüzeyli bir ısı eşanjöründe ısı transferi miktarını arttırmak amacıyla birincil ısı transfer yüzeyi (borular veya plakalar) üzerine kanatlar ve eklentileri olan cihazlardır. Gaz tarafındaki ısı transferi katsayısı sıvı tarafındaki ısı transferi katsayısından olduğundan gaz tarafındaki ısı transferi miktarını arttırmak için gaz tarafında kanatlı ısı transferi yüzeyleri kullanılır. Kanatlar genellikle sıvı ile gaz veya gaz ile gaz akışkanların olduğu ısı eşanjörlerinde kullanılır.

Isı transferi yüzey alanının ısı transferinin hacmine oranı alan yoğunluğu olarak adlandırılmaktadır ve β ile gösterilir.

$$\beta = \frac{\text{Isı transferi yüzey alanı}}{\text{Isı değiştiricisinin hacmi}} , \quad \beta : m^2/m^3$$

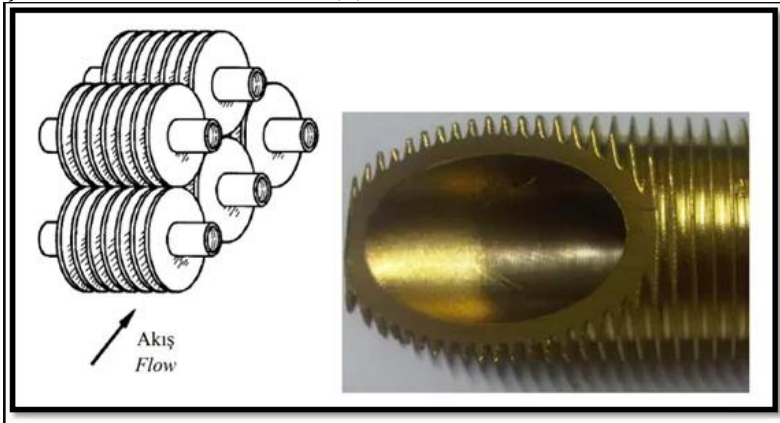
Bir ısı değiştiricisi için $\beta > 700 m^2/m^3$ ise kompakt ısı değiştiricisi olarak sınıflandırılır.

Kompakt ısı değiştiricileri küçük bir hacimde bulunan iki akışkan arasında yüksek ölçüde ısı transferinin gerçekleşmesine imkan sağlarlar ve ısı değiştiricilerin ağırlık ve hacminde katı sınırlamaları olan uygulamalarda yaygın bir şekilde kullanılırlar.

En yaygın iki kompakt ısı eşanjörü tipi, kanatlı – plakalı ve kanatlı – borulu ısı eşanjörüdür. (13)

1.1.3.6 Kanatlı – Plakalı Isı Değiştiricileri

Yüksek ısı değiştirici verimine ihtiyaç duyulan, daha kompakt ısı değiştiricilere ihtiyaç olduğunda kanatlı ısı değiştiriciler kullanılır. Bu tip ısı değiştiriciler kanatçıklı levha ve kanatçıklı boru olmak üzere iki ana bölüme ayrılır. Kanatçıklı levha modelinde, yüzey alanını arttırmak için levha bükülerek çıkıntılar oluşturulur. Araç radyatörleri de bu tip ısı değiştiricilere örnektir. Kanatçıklı boru modelinde ise; boruların dış yüzeylerinde dairesel çıkıntılar bulunmaktadır. (9)



Şekil 1.4 Kanatçıklı borulu ısı değiştiricisi

1.1.4 Isı Transferi Mekanizmaları

Isı eşanjörleri aynı zamanda ısı transferi mekanizmalarına göre de sınıflandırılırlar:

1. Her iki tarafta da tek fazlı taşınım
2. Bir tarafta tek fazlı diğer tarafta iki fazlı taşınım
3. Her iki tarafta da iki fazlı taşınım

Kazanlardaki hava ısıtıcıları, ekonomizerler, kompresör ara soğutucuları, otomobil radyatörleri, rejeneratörler, yağ soğutucuları gibi ısı eşanjörlerinde her iki tarafta da tek fazlı taşınım gerçekleşir.

Kondenserler, kazanlar, buhar jeneratörleri, evaporatörler ve iklimlendirmede kullanılan radyatörler yoğunlaşma, kaynama ve radyasyon mekanizmalarına sahiptirler. İki fazlı ısı transferi eşanjörün iki yüzeyinde de gerçekleşir. Örneğin; kondenserlerde eşanjörün bir yüzeyinde yoğunlaşma olurken diğer yüzünde kaynama olur. (13)

1.1.5 Akış Düzenlemeleri

Isı eşanjörleri, eşanjör boyunca olan akış yörüngelerine göre de sınıflandırılabilir. Üç temel konfigürasyon tipi vardır:

1. Paralel Akış
2. Karşıt Akış
3. Çapraz Akış

Paralel akışlı ısı eşanjörlerinde iki akışkan bir uçtan aynı anda girerler ve diğer uçtan ayrılırlar. Karşıt akışlı eşanjörlerde iki akışkan zıt yönde akar. Çapraz akışlı ısı eşanjörlerinde bir akışkan diğer akışkanın aktığı düzlemden farklı bir düzlemde çıkar. Çapraz akışlı düzenlemede akış, karışmış veya karışmamış olarak adlandırılır. Eğer düzenlemede boru içindeki akışkan dik yönde hareket serbestliğine sahip değil, boruların dışında akan akışkan da dik yönde hareket serbestliğine (kendi kendine karışabilme) sahipse bu eşanjör karışmamış-karışmış çapraz akış ısı eşanjörü adını alır.(13)

1.1.6 Isı Transferi İşlemleri

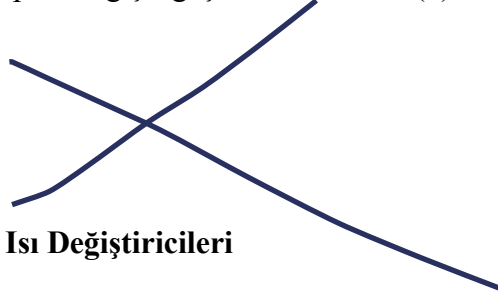
Isı değiştiricileri transfer işlemlerine göre doğrudan temaslı ve dolaylı temaslı olarak sınıflandırılırlar.

Doğrudan temaslı ısı değiştirgeçlerinde ısı, iki akışkan arasındaki direkt temastan dolayı, soğuk ve sıcak akışkan arasında iletilir. Sıcak ve soğuk akımlar arasında duvar yoktur. Isı transferi iki akım arasındaki yüzey boyunca meydana gelir. Doğrudan temaslı ısı değiştirgeçlerinde akışkanlar, iki tane karışmayan sıvı, gaz-sıvı çifti ya da katı parçacık-sıvı kombinasyonudur. Püskürtmeli, tray yoğunlaştırucular ve soğutma kuleleri bu tür ısı değiştirgeçlerine örnektir. Bu tür ısı değiştirgeçlerinde oldukça sık ısı ve kütle transferi, eş

zamanlı olarak meydana gelir. Soğutma kulelerinde suyun kulenin tepesinden püskürtülmesi doğrudan temaslıdır ve yukarı doğru akan havanın buharı tarafından soğutulur.

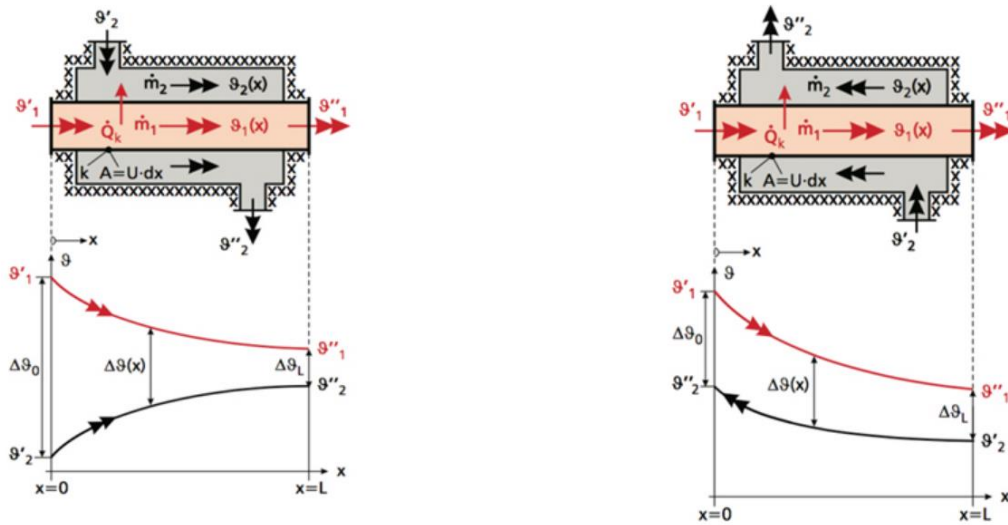
Dolaylı temaslı ısı değiştiricilerinde, ısı enerjisi bir transfer yüzeyi boyunca akan sıcak ve soğuk akışkanlar arasında değiştirilir. Isı enerjisi ayırma duvarları boyunca transfer edilirken, soğuk ve sıcak akışkan eş zamanlı olarak akar. Akışkanlar karışmazlar.

Doğrudan temaslı ve dolaylı temaslı tip eşanjörler recuperatörler olarak da bilinirler. Borulu (çift borulu, gövde boru tipi), düzlem tipi ısı değiştirgeçleri, soğutma kuleleri, tabla yoğunlaştırucular bu tip ısı değiştirgeçlerine örnektir. (7)



Gövde Borulu Isı Değiştiricileri

Gövde-boru tipi ısı değiştirgeçleri uygulamalarda en yaygın kullanılan ısı değiştirgeci çeşididir. Özellikle enerji, gıda ve kimya sanayilerinde oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Gövde-boru tipi ısı değiştirgeçlerinde diğer ısı değiştirgeçlerinde olduğu gibi farklı giriş sıcaklıklarındaki iki akışkan ısı değiştirgecinden geçmektedir. Akışkanlardan biri boru içerisinden (boru tarafı) geçerken diğer akışkan borunun dış tarafından, kabuk bölgesinden (gövde tarafı) akar. Tipik bir gövde-boru tipi ısı değiştirgeci Şekilde görülmektedir. Bir akışkandan diğerine ısı transferi boru duvarlarından olur. Isı transferi iki yönde de sağlanabilir. Akışkan sıcaklıklarına bağlı olarak ısı boru tarafından gövde tarafına doğru ya da tam tersi şekilde yani gövde tarafından boru tarafına doğru transfer edilir. Akışkanlar hem boru hem de gövde tarafında sıvı ya da gaz halinde bulunabilir. İstenilen ısı transferini verimli bir şekilde gerçekleştirebilmek için toplam ısı transferi katsayısı, yüzey alanı ve ortalama sıcaklık en önemli faktörlerdir.



1.5 Gövde boru tipi ısı değiştiriciler

1.2. LİTERATÜR TARAMASI

Literatürde ısı borusu üzerine yapılan çalışmaların araştırıldığı literatür incelemesi yayınları mevcuttur. Vasillev ısı borusu tipine göre bir inceleme yapmıştır ve termo-elektrik soğutma ve havanın ön ısıtılması üzerine yapılan çalışmaları incelemiştir. Firouzfara & Attaran [iklimlendirme ve endüstri sistemlerinde yapılan araştırmaları incelemiştir. Firouzfara ve diğ. ise iklimlendirme sistemlerinde IBID uygulamalarını enerjinin korunumu ve nem alma kapasitesinin artımı açısından incelemiştir. Srimuang & Amatachaya ise ısı geri kazanım uygulamalarında kullanılan ısı borulu uygulamaları enerjinin korunumu açısından incelemiştir. Bu literatür incelemeleri IBID uygulamalarının iklimlendirme sistemlerinde, enerji korunumu açısından giderek artan bir öneme sahip olduğunu göstermektedir.

Quadir vd. (2002), tarafından yapılan çalışmada, bir ısı değiştiriciyi normal işletme şartlarında sonlu elemanlar metodu kullanarak analiz etmişlerdir. Hataları minimize etmek için Galerkin's ağırlıklı artıklar metodunu kullanmışlardır. Ortam sıcaklığının ve soğutucu akışkan debisinin etkilerini tespit etmişlerdir. Modellenmesi tel yöntemiyle gövde-borulu ısı değiştiricilerin sonlu elemanlar metoduyla çözümlenmesi tel-borulu ısı eşanjörleri normal çalışma koşulları altında incelenmiştir. Burada sonlu elemanlar metodu için Galerkin's ağırlıklı artıklar yöntemi hataları en aza indirmek için kullanılmıştır.

Alyavuz (2006), bu çalışmada H-tipi elemanlar kullanılarak dairesel bir boşluk içeren levhaların gerilme analizi uyarlamalı sonlu elemanlar metoduyla MATLAB® ortamında yazılan bir programla yapılmıştır. Yük etkisindeki levhanın uyarlamalı sonlu elemanlarla iteratif çözümünde iki tip yaklaşım kullanılmıştır. Bunlardan ilkinde sisteme ait başlangıç çözüm ağı teşkil edilip gerilme analizi yaptıktan sonra, Zienkiewicz ve Zhu tarafından oluşturulmuş olan hızlı yakınsayan yama düzeltmesi (HYD) kullanılmakta ve sonlu elemanlar çözümünden elde edilen gerilmeler iyileştirilmektedir. İkinci yaklaşımda, seçilen bir gerilme bileşeninin komşu noktalar arasındaki değişimini dikkate alarak sonlu elemanlar ağı sıklaştırılmaktadır. Sonlu elemanlar çözüm ağının oluşturulmasında Delaunay kriteri kullanılmıştır. HYD iyileştirmesi kullanarak optimum sayıda sonlu elemanla uyarlamalı analiz yapılmıştır.

Isı değişicilerinin matematiksel modelinin kurularak sayısal metotla incelenmesi konusunda Liu vd. (1999), bir gövde borulu tip ısı eşanjöründe ısıl gerilmelerin sayısal simülasyonunu incelemiştir. Farklı sıcaklıklar için ısıl gerilme analizlerinin hesaplanmasında sonlu elemanlar metodu (FEM) yaklaşımı kullanılarak oluşturulan bilgisayar programı yardımıyla çözüm yapılmıştır. Benzer alanda, Roetzel ve Balzereit (2000), gövde borulu ısı eşanjöründe aksel dağılımlarını incelemiştir. Çok boyutlu akış alanı için farklı Peclet sayılarında akış olayı deneysel olarak incelenmiştir. Lona (2000), ise ısı eşanjörleri ve ısı eşanjör ağı için bir eğitim yazılımı geliştirmiştir. Öncelikle gövde borulu ısı eşanjörlerinin sanayideki yeri ve önemi vurgulanmış, Pinch analizi kullanılarak eğitim seti geliştirilmiştir. Babu ve Munawar (2007), gövde borulu ısı eşanjörünün optimal tasarımı için diferansiyel denklem yöntemleri çalışmıştır. Gövde borulu ısı eşanjörü

optimizasyonu için minimum ısı transfer alanını belirlemeye çalışarak, eşanjör maliyetini düşürecek hesaplamalar yapmışlardır.

Naphon (2007), tarafından yapılan çalışmada, helisel borulu, kanatçıklı ve kanatçıksız borulu bir gövde-boru tip ısı değiştirgecinin ısı performansını incelenmiştir.

Rozzi vd. (2007), tarafından yapılan diğer bir deneysel çalışmada, Newton tipi ve Newton tipi olmayan akışkanlar kullanılarak bunların helisel borulu ve düz borulu bir ısı değiştirgecindeki konveksiyon ısı transferi ve sürtünme kayıpları incelenmiştir.

Isı borusu kap (boru), fitil ve akışkandan oluşan bir yapıdır Bu yüzden ısı iletim kapasitesine kap yapısı, fitil yapısı ve akışkan cinsi etkilidir. Buharlaştırıcı (evaporatör) ve yoğunlaştırıcı (kondenser) bölgesinden meydana gelen ısı borusunda, bu iki bölgenin birbirine göre konumlandırılması da kapasiteyi etkilemektedir. Isı borusunun konumlandırılma açısı (yatay, dikey veya açılı) bu yüzden önemlidir. Bazı geometrik şartlardan dolayı bu iki bölgeyi ayırmak için adyabatik bir bölgede eklenebilir.

1.3 KISITLAR VE KOŞULLAR

1. Çalışmanın amacı: Endüstri ve sanayide yaygın olarak kullanılan gövde boru tipi ısı değiştiricisini standartlara uygun olacak şekilde; olabildiğince minimum alana sahip, verimli bir şekilde çalışıp ekonomik açıdan elverişli olabilecek şekilde boyutlandırıp tasarlamak.

2. Çalışmanın tasarım boyutu: Var olan ve günümüzde halen kullanılmakta olan bir tasarımın tekrarıdır.

3. Kullanılan veya dikkate alınan mühendislik standartları: SI, DIN, ISO, TS 1996, Kalite ve Verimlilik.

4. Kullanılan yöntemler: Termodinamik 1-2, Mühendislik Malzemeleri, Isı Transferi, SolidWorks.

5. Kullanılan veya dikkate alınan gerçekçi kısıtlar:

a) Maliyet Analizi

Tasarlanan ısı değiştiricisinin imalat süreci dâhil 10 yıllık maliyetinin analizi gerçek veriler kullanılarak hesaplanmıştır.

b) Ekonomi

Isı değiştiricisi tasarımında gerçekçi pazar araştırmalarıyla, lazım olan işçilik ve malzemeler fiyat performans açısından değerlendirilerek tasarımın gelecek imalat maliyeti en optimum seviyede tutuldu.

c) Çevre sorunları

Bu tasarımda en az hammadde ile amacımıza uygun ısı değiştiricisi tasarlanmaya çalışıldı. Kullanılan parçalar doğaya herhangi bir salınım yapmamakla birlikte tamamen çevreci bir tasarım olmuştur.

d) Sürdürülebilirlik

Isı değiştiricisinde kullanılan malzemelerin büyük bir kısmı geri dönüşümü mümkün olan malzemelerdir. Çevreye kalıcı atık bırakılmamakla birlikte herhangi bir çevresel sorun teşkil etmemektedir.

e) Üretilirlik

Isı değiştiricisinin tasarımı mühendislik kıstaslarına göre yapılmıştır.

f) Etik

Isı değiştirici tasarlanırken geçmişte tasarlanmış ve üretilmiş ısı değiştiricilerinin bazı istatistikî değerlerinin yanında, kendi özgün tasarımımız ve fikirlerimiz ile tasarlanmıştır.

g) Sağlık

Malzeme seçimleri yapılırken insan sağlığına zararlı maddelerden kaçınılmıştır.

h) Güvenlik

Bu çalışmada, insan kaynaklı yaşanacak sıkıntılar dışında hiçbir güvenlik eksiki bulunmamaktadır.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

İlk olarak geçtiğimiz dönem teorik olarak tasarımı ve hesaplamalarını yapmış olduğumuz tasarımın deneysel olarak ölçüm yapabilmek için gerekli olan tasarımı güncelleyip, gerekli olan malzemelerin listesini çıkarttık. Daha sonra bu malzemeler için literatür araştırması yaptık. Bu malzemeler çapı 200mm ve 180mm olan alüminyum flexible borular, akışkanın hızını ve sıcaklığını ölçmek için digital anemometer, akış oluşturabilmek için 2 adet fön makinası(biri sıcak hava, diğeri soğuk hava için), sıcak havanın çevreye dağılmasını engellemek için 3mm kalınlığında boru yalıtım malzemesi, borulardaki açıklıkları kapatabilmemiz için alüminyum folyo, yapıştırmak için termal bantlar kullanıldı.

Maketin yapımı için gerekli malzemeleri temin ettikten sonra montaj işlemine başladık. Kapalı bir şekilde gelen alüminyum flexible borular 1,5 metre boyuna, montaja uygun biçimde açıldı. Farklı çaplardaki flexible borular eş merkezli hale getirildi. Eş merkezlenen borular iç borudan soğuk hava, iç ve dış borudan sıcak hava geçecek şekilde konumlandırıldı. Ters akış oluşturabilmek için farklı sıcaklıklardaki fön makineleri zıt konumlara yerleştirildi. Soğuk hava üfleyen fön makinası iç borunun merkezine alınarak çevresi alüminyum folyo ile hava almayacak şekilde kapatıldı. Sıcak hava üfleyen fön makinası da aynı şekilde borunun diğer ucuna hava kaçırmayacak şekilde dış boruyla iç borunun arasına konumlandırıldı. Ölçüm aşamasına geçildi.

Ölçüm aşamasında ilk olarak giren sıcak ve soğuk akışkanların debileriyle birlikte sıcaklık değerleri ölçüldü. Isı değiştiriciye giren sıcak havanın sıcaklığı 51,4 °C ve rüzgarın hızı 5,7 m/s olarak ölçüldü. Isı değiştiriciye giren soğuk havanın sıcaklığı 30,4°C ve rüzgarın hızı 1,3 m/s olarak ölçüldü. Daha sonra sistem çalışır hale getirilip stabil duruma gelmesi beklenildi. Sistem stabil duruma geldikten sonra gerekli ölçümlere başlandı. Yapılan ölçümler sonucunda çıkan akışkanın sıcaklığı 39,0 °C olarak ölçüldü ve deney tamamlandı.

3. BULGULAR

Yapılan ölçümler sonucunda sıcak ve soğuk akışkanların ters yönlü akışı işleminde istenilen ısıtma işlemi başarılı bir şekilde gerçekleştirilmiş oldu. 30,4 °C olarak giren akışkan yapılan işlemler sonucunda 39,0 °C olarak dışarıya çıkmış oldu. Bu değerler de istediğimiz ısıtma işlemi için gerekli olan enerji tasarrufunu sağlayacaktır.

4. TARTIŞMA

Geçtiğimiz dönem projenin tasarımı ve hesapları yapılırken daha farklı ölçülerde boru çapları ve uzunlukları kullanılması planlanıyordu. Ancak yapılan hesaplarda en uygun boru çapının 200mm ve 180mm olduğu ortaya çıkmıştı. Daha büyük çapta ve uzunlukta alüminyum boru kullanımının istenilen enerji tasarrufunda yararlı olmayacağına karar verildi.

5. SONUÇLAR

Sonuç olarak geçtiğimiz dönem hesap ve tasarımı yapılan ısı eşanjörü projemizin bu dönem yaptığımız makette yapılan ölçümler sonucunda istenildiği sonuçları verdiğini ve planlanan enerji tasarrufunu sağladığı görülmüştür.

6. ÖNERİLER

Yaptığımız projenin maliyeti ve alınan sonuçlar göz önüne alındığında birçok sistemde kullanılabilmesi ve gerek çevresel ve ekonomik açıdan kullanılması konusunda gerekli çalışmalar yapılabileceği görülmüştür.

7. KAYNAKÇA

- 1-) <https://www.ekinendustriyel.com/borulu-esanjor/borulu-esanjor-parcalari/>
- 2-) http://www1.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/81180acbb1927b0_ek.pdf?dergi=1388
- 3-) H. YÜNCÜ, S. KAKAÇ, TEMEL ISI TRANSFERİ KİTABI
- 4-) Prof. Dr. Osman F. GENÇELİ, ISI DEĞİŞTİRİCİLERİ KİTABI
- 5-) Doç. Dr. Fethi HALICI, Uzm. Mehmet GÜNDÜZ, Örneklerle Isı Geçişi KİTABI
- 6-) <http://tanpera.com.tr/blog/plakali-isi-degistirici-nedir.html>
- 7-) INCROPERA, F.P., DeWITT, D.P., Isı ve Kütle Geçişinin Temelleri, 4. Baskıdan Çeviri, Literatür Yayıncılık, İstanbul, TÜRKİYE, 2006
- 8-) Adrian BEJAN , HEAT TRANSFER Kitabı
- 9-) <http://www.kar-el.com.tr/fliste2.aspx?id=210>
- 10-) <https://www.enerjiportali.com/isi-degistirici-nedir-cesitleri-nelerdir/>
- 11-) <https://rsrenerji.com/blog/borulu-isi-degistirici-nedir>
- 12-) <https://www.tabanfiyat.com/>
- 13-) <http://www.yilpaz.com/urun-tasyunu-boru-izolasyonu.html>
- 14-) <http://ansys.deu.edu.tr/wp-content/uploads/2015/12/isidegistiricileri-tasirim-parametreleri.pdf>
- 15-) <https://www.yiltas.com/urun/ode-starflex-afk-camyn-boru-kilifi-r48mm-1-12-60042201str00003>
- 16-) <http://blog.kampa.com.tr/hirdavat-tesisat/esanjor-nedir-nerelerde-kullanilir/>
- 17-) <https://www.tesisat.org/isi-degistirgecleri-esanjor-ve-boyler-hesaplari.html>

8.EKLER



1- Alüminyum Flexible Borular Yandan Görünüşü



2- Alüminyum Flexible Borular Üstten Görünüşü



3- Alüminyum Flexible Borular Eş Merkezleme



4- Alüminyum Flexible Boruların hizalanmış görünümü



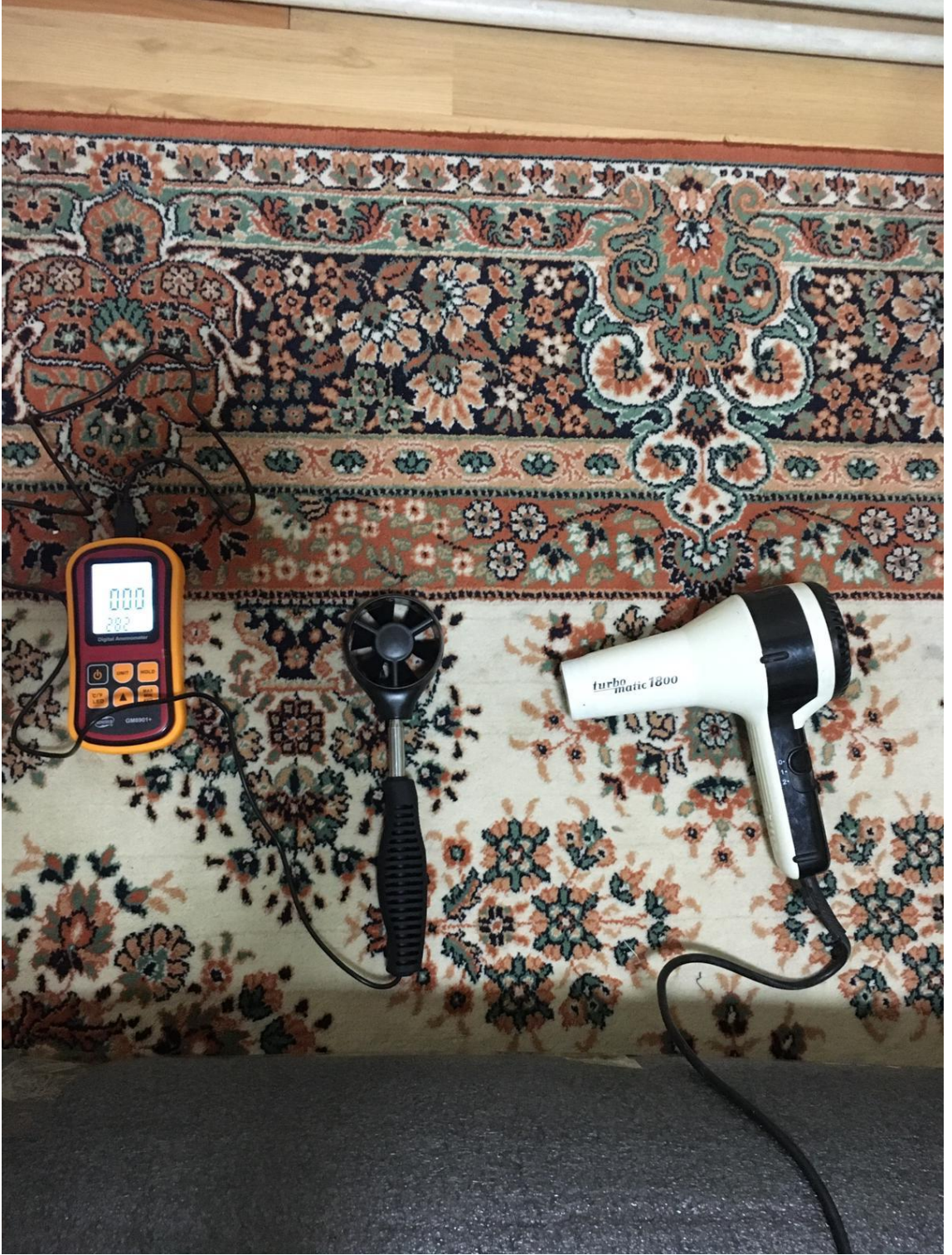
5- Sıcak havanın girişinin ayarlanması



6- Soğuk havanın girişinin ayarlanması



7- Sıcak hava için fön makinasının takılmış hali



7.1.Sıcak fön makinası ve anemometre



7.2 Sıcak havanın ölçümü için anemometrenin konumlandırılması



7.3.Sıcak giren havanın ölçülen değerleri



8. Soğuk hava girişi fön makinası



8.1. Soğuk havanın sıcaklık değeri ve hızının ölçümü için konumlandırılması



8.2.Soğuk havanın girişte ölçülen değerleri



9.1. Akışın stabil hale gelebilmesi için beklenilmesi



9.2 Soğuk havanın çıkış ölçülen değerleri