

**ISI POMPASI DESTEKLİ VAKUM TÜPLÜ
KOLLEKTÖRDE SU ISITICISİNİN DENEYSEL
İNCELENMESİ**

**2013
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENERJİ SİSTEMLERİ MÜHENDİSLİĞİ**

Alper AYDIN

**ISI POMPASI DESTEKLİ VAKUM TÜPLÜ KOLLEKTÖRDE SU
ISITICISININ DENEYSEL İNCELENMESİ**


Alper AYDIN

**Karabük Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalında
Yüksek Lisans Tezi
Olarak Hazırlanmıştır.**

**KARABÜK
Şubat 2013**

Alper AYDIN tarafından hazırlanan “ISI POMPASI DESTEKLI VAKUM TUPLU KOLLEKTÖRDE SU ISITICISININ DENEYSEL İNCELENMESİ” başlıklı bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Ziyaddin RECEBLİ



Tez Danışmanı, Enerj Sistemleri Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir. 20/09/2012

Ünvanı, Adı SOYADI (Kurumu)

İmzası

Başkan : Doç. Dr. Hüseyin KURT (KBÜ)



Üye : Doç. Dr. Ziyaddin RECEBLİ (KBÜ)



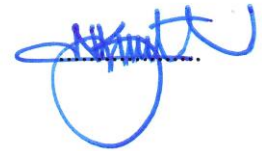
Üye : Yrd. Doç. Dr. Bahadır ACAR (KBÜ)



...../...../2013

KBÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu, bu tez ile, Yüksek Lisans derecesini onaylamıştır.

Prof. Dr. Nizamettin KAHRAMAN



Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

“ Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallar çerçevesinde elde edilmiş olduğunu ve sunulduğunu; bu çalışmadan elde edilmeyen ve sunulan bilgilerin kaynaklarının atıfları yapıldığını beyan ederim.”

Alper AYDIN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ISI POMPASI DESTEKLİ VAKUM TÜPLÜ KOLLEKTÖRDE SU ISITICISININ DENEYSEL İNCELENMESİ

Alper AYDIN

Karabük Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Enerji Sistemleri Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Tez Danışmanı:

Doç. Dr. Ziyaddin Recebli

Şubat 2013, 36 Sayfa

Bu çalışmada hava kaynaklı ısı pompasına, vakum tüplü güneş kolektörü desteği sağlanarak, sıcak su hazırlama sistemi oluşturulmuş, sistemin çalışması ayrı ayrı ve kombine olarak denenmiş, performans ve verimi incelenmiştir. Yapılan çalışmada 40 litrelik depo ve 4 adet vakum tüpü kullanılmıştır. Kolektör deposunun iç kısmına 10 mm çapında 9 m boyunda serpantin şeklinde, ısı pompasının kondenseri (yoğuşturucu) yerleştirilmiştir. Isı pompasının bir diğer elemanı olan kompresör sistem özellikleri göz önünde bulundurularak 1 HP gücünde seçilmiştir. Sistemde 2,4 kW gücünde alüminyum kanatçıklı fan destekli evaporatör kullanılmış, 30-90 °C aralığında çalışan termostat ile sıcaklık değerlerine göre ısı pompası kontrol edilmiştir. Deneyler havanın açık olduğu günde çalıştırılmış güneş ışınım şiddeti ölçülerek güneş ışınımına bağlı suyun ısınma süresi ve ulaştığı sıcaklık değerleri kaydedilmiştir. Başka bir günde kapalı bir ortamda güneş ışınımının olmadığı yerde yalnız ısı pompası ile süresine bağlı olarak ulaştığı sıcaklık değerleri de ayrı ayrı kaydedilmiş ve karşılaştırma yapılmıştır. Güneş ışınımının olmadığı zaman diliminde

COP 1,43 olarak tespit edilirken; güneş enerjisi ile birlikte COP =2,072 olarak görülmüştür Kolektör ile birlikte sistemin verimliliğinde %45 artış olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Sözcük : Vakum tüplü güneş kolektörü, buhar sıkıştırılmalı ısı pompası.

Bilim Kodu : 708.3.015

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

EXPERIMENTAL OBSERVATION OF WATER HEATER ON THE COLLECTOR WITH VACUUM TUBE SUPPORTED WITH HEAT PUMP

Alper AYDIN

**Karabük University
The Graduate School of Natural & Applied Science
The Department of Energy Systems Engineering**

Thesis advisor:

Assoc. Prof. Dr. Ziyaddin Recebli

February 2013, 36 pages

In this Project, by backing up air-born heat pump with solar collector with vacuum tube, the system of preparing hot water is created, the working of the system is tried both separately and parallelly and its performance and output is viewed. In this project, the cellor 40 liters an 4 vacuum tubes ar used. The condenser of the pump in 10 mm diameter, 9 m in length and in serpantine shape is inserted to the interior of the collector cellar. By considering its system compressor, another element of heat pump is chosen as 1 HP power. In the system, the evaporator supported with aliminium aerofoil in 2,4 kW power is used, and the heat pump is checked in with the thermostat in between 30 and 90°C in the fair weather the experiments are done, by mesasuring the rediation, the time of the water heating and its heat values are saved. On another day, in a closed place where there is no rediation, its heat values depending on the working time of heat pump are saved and experiment wich was

done in the earlier day. The time when the radiation is absent, COP is fixed as 1,43 whereas the COP exposed to solar energy is fixed as 2,072. It's confirmed that collector increases the productivity of the system at the rate of 45%.

Key Words : Solar collector with vacuum tube, heat pump vapor compressed.

Science Code : 708.3.015

TEŐEKKÖR

Bu tez alıőmasının planlanmasında yűrűtűlmesinde benden desteęini esirgemeyen danıőman hocam Do. Dr. Ziyaddin RECEBLİ hocama ve teoriksel aıdan bilimin ıőıęında bana yardım eden, fikirlerini esirgemeyen sayın Yrd. Doç. Dr. İlhan CEYLAN hocama teőekkűrlerimi bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL.....	ii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xiii
BÖLÜM 1.	1
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2.	3
LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	3
BÖLÜM 3.	5
VAKUM TÜPLÜ GÜNEŞ KOLLEKTÖRLERİ	5
BÖLÜM 4.	9
BUHAR SIKIŞTIRMALI ISI POMPASI.....	9
4.1. ISI POMPALARI.....	9
4.2. BUHAR SIKIŞTIRMALI ISI POMPASI ÇALIŞMASI.....	10
4.3. HAVA ISI POMPASINI OLUŞTURAN ELEMANLAR	14
4.3.1. Kompresör	14
4.3.2. Kondenser (Yoğuşturucu)	14
4.3.3. Evaporatör (Buharlaştırıcı)	15
4.3.4. Genleşme Valfi	15

4.3.5. Soğutucu Akışkan (R134a).....	17
BÖLÜM 5.	18
MATERYAL METOD	18
5.1. DENEY CİHAZININ TASARIMI.....	18
BÖLÜM 6.	22
ENERJİ HESAPLARI	22
6.1. DENEYİN YAPILIŞI.....	22
6.2. SİSTEMİN TERMODİNAMİK ANALİZİ.....	22
6.3. ISI POMPASI GEREKLİ HESAPLARI.....	23
6.4. GÜNEŞ KOLEKTÖRÜ ENERJİ HESABI	26
BÖLÜM 7.	29
DENEYLERDEN ELDE EDİLEN VERİLERİN GRAFİKLERİ.....	29
7.1. 1. DENEY GÜNÜ ELDE EDİLEN VERİLERİN GRAFİKLERİ.....	29
7.2. 2. DENEY GÜNÜ ELDE EDİLEN VERİLERİN GRAFİKLERİ.....	32
7.3. 3. DENEY GÜNÜ ELDE EDİLEN VERİLERİN GRAFİKLERİ.....	33
BÖLÜM 8.....	35
SONUÇLAR VE ÖNERİLER	35
KAYNAKLAR	36
ÖZGEÇMİŞ	37

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 3.1. Vakum tüpünün içinde dolaşan akışkanın hareketi.....	6
Şekil 3.2. Vakum tüpü ve depo içerisinde dolaşan akışkanın hareketi	6
Şekil 3.3. Vakum tüp iç yapısı ve oluşturan parçalar , çalışma şekli	8
Şekil 4.1. Buhar sıkıştırılmalı soğutma sistemi	10
Şekil 4.2. Buhar Sıkıştırılması Isı pompasının performans değişimi	12
Şekil 4.3. Basınç sıcaklık değişimi ile çalışan bir ısı pompası çevrim şeması.....	13
Şekil 4.4. Buhar sıkıştırılmalı ısı pompası sistem çalışma prensibi	15
Şekil 4.5. Basit buharlı çevrimin T-S ve P-h diyagramı	16
Şekil 4.6. Basit buharlı çevrimin T-S diyagramları	16
Şekil 5.1. Isı pompası destekli güneş kolektörü sistemi	19
Şekil 5.2. Isı pompası destekli güneş kolektörü	20
Şekil 5.3. Isı pompası destekli güneş kolektörü Yan Görünüş.....	22
Şekil 5.4. Isı pompası destekli güneş kolektörü Depo iç kısım.....	24
Şekil 6.1. Logp-h diyagramı - R134a gazının ideal çevrimi	27
Şekil 7.1. Güneş ışınım şiddetine göre su sıcaklık değişimi	32
Şekil 7.2. Ölçülen Isı pompası değerleri	33
Şekil 7.3. Sistemin verimi	34
Şekil 7.4. Ölçülen ışınım şiddetine göre su sıcaklık değişim.....	35
Şekil 7.5. 40 lt suyun yalnız ısı pompası ile ısınma durumu.....	36
Şekil 7.6. Isı pompasında sıcaklık değerleri	37

ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1. Vakum tüpünün teknik �zellikleri	5
Çizelge 4.1. R134a gazının karakteristik �zellikleri.....	16
Çizelge 6.1. Yapılan �l��mler.....	27
Çizelge 6.2. Yapılan �l��mler	27

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

- Q_y : Kondenserden alınan enerji
 Q_c : Evaporatöre giren enerji
 W_k : Kompresörün kullandığı enerji
 COP : Isı pompasının performans katsayısı
 N_s : Kompresör izantropik verimi
 \dot{m} : Kütleli debi
 C_p : Akışkanın özgül ısısı
 F_k : Kolektör yüzey alanı
 F_b : Eğim açısı faktörü
 N : Kolektör verim faktörü
 A_k : Kondenser yüzey alanı
 K : Toplam ısı geçiş katsayısı
 Δ_{tm} : Logaritmik sıcaklık farkı
 $G.V.$: Genleşme valfi

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Isı pompalarının elektrikli ısıtmaya nazaran daha ekonomik olmaları, çevre kirliliğine neden olmamaları, istenildiğinde hem ısıtma hem de soğutma amaçlı kullanılabilmesi nedeniyle üzerinde sıkça çalışılan bir konu olmuştur. Bilindiği üzere, soğutma makinelerinde soğutulacak ortamdan alınan ısı ile kompresöre verilen enerji, yoğunlaştırıcıdan (kondenserden) dış ortama atılmaktadır. Yani soğutma devresinde soğutma işlemi buharlaştırıcının (evaporatörün) bulunduğu yerde sağlanmaktadır. Isı pompasında ise soğutma devresinde, dışarıya atılan ısı enerjisinden faydalanılmaktadır. Isı pompasında ısıtma işlemi yoğunlaştırıcının (kondenserin) bulunduğu yerde sağlanmakta olup, soğutma devresinden tek farkı amacın başka elemanlarla gerçekleştirilmesidir. Yani soğutma devresinde soğutma işlemi buharlaştırıcıda, ısı pompasında ise ısıtma işlemi yoğunlaştırıcının (kondenserin) bulunduğu yerde sağlanmaktadır.

Günümüz dünyasında sanayi ve konutlarda kullanılmakta olan çeşitli enerji türleri vardır. Bunlar: yenilenebilir enerji kaynakları ve yenilenemeyen enerji kaynakları şeklinde 2 çeşide ayrılabilir. Enerji kaynakları dünyada doğalgaz ve petrol çıkarım ve dağıtım açısından başı çekmektedir. Bunun yanı sıra nükleer enerji önemli bir konuma sahiptir. Bu saydığımız türdeki enerjiler çevreye zararlı olduğundan ve tükenebilir enerji olduklarından önümüzdeki 40-50 yıllık bir süreç içerisinde yenilebilir enerji kaynaklarına yerlerini devredecekleri öngörülmektedir. Bu bağlamda, alternatif enerji kaynaklarının gündeme gelmesi ve üzerinde durulması gereken bir konu olması itibariyle bugün çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Bu önemli çeşitliliğin başında rüzgar enerjisi ve güneş enerjisi gelmektedir. Güneşten dünyamıza gelen enerji miktarının, dünyada bir yılda tüketilen enerjinin 20.000 katı kadar olduğunu bilmekteyiz. O halde; bu alandaki çalışmaların her geçen gün daha da artarak devam etmesi, hem ülkemizin ekonomisi ve dışa bağımlılığının

azaltabilme açısından zorunlu hale gelmiştir. Çünkü enerji olarak güneşten faydalanmak, diğer kaynaklarla kıyaslandığında çevreye vereceği kirletici unsurları ihmal edilebilir boyuttadır. Belirtilen bu ve bunun gibi birçok avantajlarından dolayı, dünyamız var oldukça var olacak olan güneşten en verimli şekilde faydalanmayı amaçlayan insanoğlu, birçok sistemler geliştirmiş ve bunların verimini arttırmak için yoğun çalışmalar içerisine girmiştir. Vakumlu sistemlerde, güneşin olduğu her zaman verim alınabileceği anlaşılmış, özellikle yaz ayının dışındaki diğer mevsimlerde de bundan faydalanabileceği ortaya çıkmıştır. Bu gibi sebeplerle bu sistem üzerinde çalışılmış ve vakum tüplü kolektörler üretilerek geliştirilmiştir. Güneş enerjisi yeryüzünde güneş ışınımına bağlı olarak güneş kolektörleri aracılığı ile güneş alınan ısı enerjisini kabaca tanımla suya aktaran sistematik düzeneklerdir. Konumuz itibariyle güneş kolektör çeşitlerinden vakum tüplü güneş kolektörleri ve bu sistemler üzerinde verim artırma çalışmalarından nasıl sonuçlar alınacağı ile ilgili performans deneylerinden bahsedilecektir.

BÖLÜM 2

LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Buna benzer konuda yapılan çalışmalar özetlenmiştir.

A. Cüneyt Özyaman bir makalesinde güneş kaynaklı ısı pompası ile mahal ısıtmadan bahseder. Yapılan çalışmada ısı değiştirici plakalı eşanjör kullanılmış kolektörden gelen sıcak suyun enerjisi evaporatöre transferi söz konusudur. [1]

Hüseyin Kılınç yüksek lisans tezinde güneş kolektörünü evaporatör olarak kullanmış olup, güneşten aldığı ısı enerjisini sıcak su hazırlama amaçlı kullanmayı öngörmüş ve buna bağlı tasarım imalat ve performans çalışmaları yapmıştır. [2]

S. Şevik H. Doğan ve M. Aktaş politeknik dergisinde güneş enerjisi ve ısı pompası ile ısıtma kurutma sistemlerinin tasarım modellemesinden ve sistem termodinamiğinden bahseder. [3]

Ulusal Tesisat Mühendisliği dergisinde A.T. Yasar B. Orhan ve A. Güngör evsel bir güneş enerjisi destekli ısı pompasından bahseder sistem, güneşten alınan ısı enerjisini suya aktarılması şeklinde bir mantığa oturtulmuştur. [4]

M. Ertürk Z. Oktay çalışmalarında hava debisi frekans kontrollü sistemle çalıştırılıp tarım ürünlerine kurutma sürelerinin etkisi, fırın içerisindeki istiflemenin şekli, kurutulan ürün kalitesine etkisini araştırmışlardır. [5]

A. Dikici, A Akbulut ve F. Gülçimen tarafından güneş ve hava kaynaklı ısı pompasından oluşan düzenek kurulmuştur. Bu sistemde 6 adet düzlemsel güneş kolektörü bir adet sıcak su deposu, bir adet su kaynaklı plakalı buharlaştırıcı bir adet hava kaynaklı buharlaştırıcı, bir adet sirkülasyon pompası ve deneyler esnasında ölçüm değerlerinin alınmasında kullanılan yardımcı elemanlar bulunmaktadır. [6]

M. Ketrez , H. Usta ve Y. ay çalışmalarında ısı pompası güneş enerjisi ile su damıtma bahseder. Bu çalışmada güneş enerjisinden yararlanılarak deniz suyunun kullanım suyu haline getirilmesi amaçlanmış. Sisteme ısı pompası eklenmiş. Damıtma havuzu yüzeyi 0,5 m², kolektör eğimi 30° ve damıtılan su yüksekliği 1 cm seçilmiş soğutucu akışkan olarak R134a gazı kullanılmıştır. [7]

K. Kaygusuz ve T. Ayhan yaptıkları çalışmada, güneş enerjisi ile ısınan suyu depolamak suretiyle, ısı pompası ile bu depolanan enerjiyi kombine bir şekilde sisteme dahil edilmiştir. Bu çalışmada maliyet açısından düşük olan bir sistem tasarlanmıştır. [8]

E. S. z ve A. Y. Uyarel'in yazdıkları kitapta güneş enerjisi ile güneş enerjisinden faydalanma yöntemlerinden teknik olarak bahsedilmektedir. Güneş enerjisinin, ısı, elektrik gibi enerji çeşidine dönüştürülmesindeki parametrelerden bahsedilmiştir. [9]

A. Y. engel ve A. M. Boles, "Mühendislik Yaklaşımıyla Termodinamik" isimli kitaplarında termodinamiğin kanunlarından çevrimlerden ve ısı pompası sistemlerindeki parametrelerden bahsetmişlerdir. [10]

Z. R. Yamankaradeniz ve I. Horuz, yazdıkları makalede, güneş enerjisi ile ısı pompasını tümleşik olarak bir sistemde çalıştırdıklarını ve karakteristik olarak analiz ettiklerinden bahsederler. [11]

K. Bakırcı ve B. Yüksel, yazdıkları makalede güneş kaynaklı ısı pompası imalatı ve deneysel olarak incelemesi yaptıkları yazılıdır. Bu çalışmada güneşten elde edilen ısı enerjisi ile bir enerji deposunda bulunan bakır serpantin boruların ısıtıldığı ve buradan depo içerisindeki suya ısı transferi gerçekleştiği, ısınan suyun yoğuşturucu üzerinden geçirilerek ısı kaynağı olarak kullanıldığından bahsedilmektedir. [12]

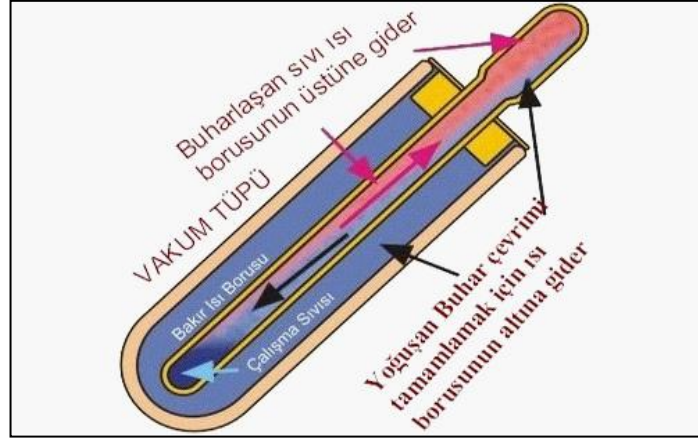
BÖLÜM 3

VAKUM TÜPLÜ GÜNEŞ KOLEKTÖRLERİ

Vakum tüp iç içe geçmiş iki cam tüpün üst kısımlarından birbirlerine kaynatılması ve büyük tüpün alt kısmının kapatılması sonucunda oluşmuştur. İki tüp arasındaki hava büyük tüpün alt kısmından emilerek dışarı atılır ve sızdırmazlığı sağlar. İç içe geçmiş bu iki tüpün arasındaki vakum basıncı 5×10^{-3} Pa.'dır. Isı transferindeki ve ısının depolanmasındaki kayıplar minimuma indirgenmiştir. İki tüp arasındaki vakumu muhafaza etmek için tıpkı televizyon tüplerinde olduğu gibi baryumdan yararlanır. Bu sayede uzun dönemli stabilite sağlanmaktadır. Bu tüpler oldukça güçlü ve sağlam bir yapıya sahiptir. 2.5 cm çapında yağın doluya dayanır ve yüksek kalitede borosilikatlı camdan imal edilmiştir. İçteki tüpün dış yüzeyi özel bir seçici yüzeyle kaplanmıştır. Seçici yüzey kaplaması için (Al-N/Al) kullanılmaktadır. NASA tarafından bulunan seçici yüzey sayesinde, güneş ışınları mükemmel bir şekilde emilip ısıya çevrilir ve yansıma minimum düzeye indirgenir. Pratikteki ömrü 15 yıldan fazladır.

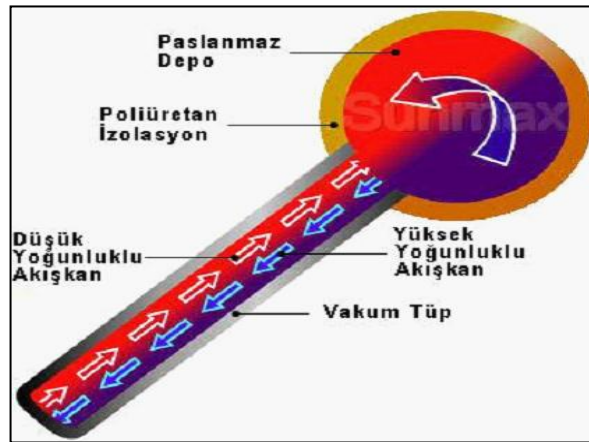
Çizelge 3.1. Vakum tüpünün teknik özellikleri.

Model	Vakum Cam Tüp	Kaplama	Al-N/Al
Cam Malzemesi	Yüksek Kalite Borosilikat Cam	Absorption Katsayısı	$\alpha \geq 0.91-93$
Tüp Dış Çapı	Ø 47 mm	Rüzgar Direnci (m/s)	30 m/s
Tüp İç Çapı	Ø 37 mm	Donma Toleransı (°C)	-18
Cam Kalınlığı	1,6 mm	Dolu Toleransı (mm)	Ø 25
Vakum Tüpün Ağırlığı	1,5 kg/adet	Isı Kayıp Katsayısı ($W/m^2 \text{ } ^\circ C$)	≤ 0.6
Vakumlu Tüpün Basıncı	5×10^{-3} Pa	Işıma Sıcaklığı (°C)	250
Absorber malzemesi	Alüminyum	Çalışma Sıcaklığı (°C)	≤ 25



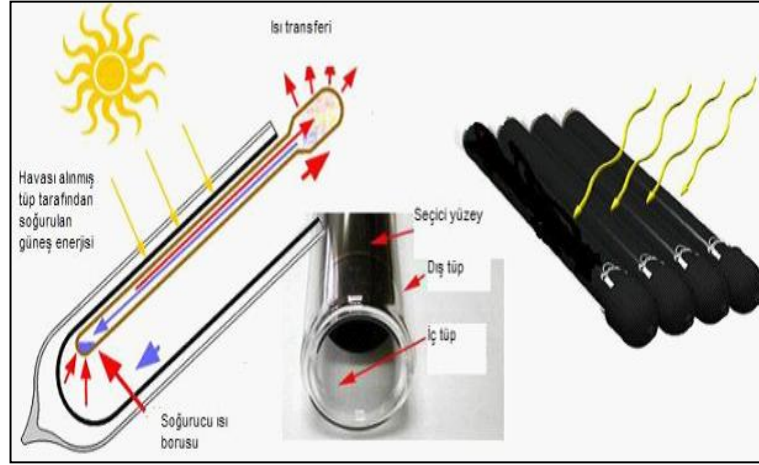
Şekil 3.1. Vakum tüpünün içinde dolaşan akışkanın hareketi.

Bakır ısı borusu içerisinde, suyun hareketi şekilde görüldüğü gibi, borunun alt kısmından yol alır. Bu noktada ısınan suyun hacmi artar ve sıcaklığı düşük olan suya oranla daha çok buharlaşır. Bu sayede borunun üst kısmından depoya hareket eder. Isı kaybeden buhar halindeki su, buhar çevrimini tamamlamak için tekrar ısı borusunun altında gider. Vakum tüpünün cam içerisindeki havanın alınmış olması ve ya havanın minimize edilmesi sayesinde, cam içerisine nüfuz eden ısı enerjisinin, bakır boru içerisindeki suyu ısıtır. Buna bağlı olarak suyun moleküler enerjisinde artış meydana gelerek buhar basıncında artış meydana gelir. Seçici yüzeyin bu sistemdeki rolü azımsanmayacak kadar çoktur. Sıcaklık parametresi tüp içerisindeki ısı enerjisinde müthiş bir artış sağlar. Şekilde tüp içerisindeki akışkanın hareketi görülmektedir. Çalışma sıvısı olarak su antifiriz vs. gibi akışkanlar kullanılabilir.



Şekil 3.2. Vakum tüpünün içinde ve depo içerisinde dolaşan akışkanın hareketi.

Düzlemsel çelik borulu güneş kolektörleri gibi kullanım suyu elde etme amaçlı olan vakum tüplü güneş kolektörler deposu paslanmaz çelikten imal edilirler. Güneş kolektörü depoları, gündüz kazanılan ısı enerjisini daha iyi muhafaza etme amacı ile dış kısımları, ısı geçirgenlik katsayısı düşük olan poliüretan izolasyon ile kaplanarak ısı kaybı minimize edilir. Şekilde de görüldüğü gibi düşük yoğunluktaki akışkanın ısı enerjisine maruz kalmasıyla hacminin artması buna bağlı olarak yoğunluğunun azalması ile tüp içerisindeki hareketi görülmektedir. Depo içerisinde yine ısınan suyun üst kısımda bulunacağı ve bu sayede deponun alt kısmında daima sıcaklığı düşük olan suyun bulunacağı ve tüpün içine bu kısımdaki suyun gireceğini söyleyebiliriz. Bu bağlamda suyun ısınması periyodik bir şekilde devam edecektir. Sıcak su tahliyesi, sıcak suyun deponun üst kısmında bulunmasından dolayı deponun üstünden sağlanır. Soğuk su girişide haliyle alt kısımdan sağlanır.



Şekil 3.3. Vakum tüp iç yapısı ve oluşturan parçalar, çalışma şekli.

Vakum tüpleri, güneş ışınımını yutma oranının $\{(absorption) = (\alpha)\}$ büyük olması ve geri neşrediciliğin $\{(emission) = (\beta)\}$ düşük olması nedeniyle çok verimlidir ve en ileri teknolojidir. Kolektörle de en önemli sorun olan güneş ışınımının geri neşredilmesi vakum tüpler sayesinde minimuma indirgenmiştir. Vakum tüp teknolojisi ile yaz ve kış aylarında güneş enerjisinden yararlanmanın önü açılmıştır. Güneş ışınımı bakımından fakir bölgeler bu teknoloji sayesinde çevre dostu yeşil enerjiden yararlanma imkanına kavuştu. Vakum tüplü kolektörler güneş ışığını günün her saatinde dik olarak alırlar ve çok verimlidirler. Vakum tüplü kolektörlerde $absorption(\alpha)$ %91-%93, $emission(\beta)$ ise %4-%8 dolaylarındadır. Vakum tüplü

kolektörler, güneş ışınımını çok yüksek verimle ısı enerjisine dönüştürür ve depolar. Depolanan ısı, vakum tüpün özelliği sayesinde sistem dışına çıkamaz.

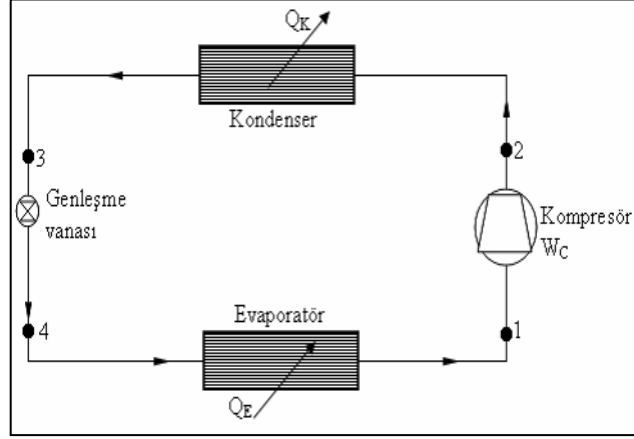
BÖLÜM 4

BUHAR SIKIŞTIRMALI ISI POMPASI

4.1. ISI POMPALARI

Isı pompasının kullanımındaki amaç, ısıtma aylarında düşük sıcaklıktaki ısı kaynağından ısı çekerek, bu ısıyı yüksek sıcaklıktaki ısı kaynağına aktarmaktır. Isı pompası ile soğutma makinesini birbirinden ayıran tek fark kullanım amaçlarıdır. Isı pompalarında, kondenserde yüksek sıcaklıkta dışarı atılan ısıdan su, hava veya başka bir akışkanın ısıtılması sağlanır. Amaç yıkanma, ısınma, kurutma ve benzeri işler için sıcak su, sıcak hava elde edebilmektir. Termodinamik açıdan temelde soğutucu ve ısı pompası arasında temel bir fark, bulunmamaktadır. Sistem ilgi alanının yüksek sıcaklık bölgesi olması halinde "ısı pompası", düşük sıcaklık bölgesi olması halinde ise "soğutucu" olarak isimlendirilmektedir. Isıtıcı ve serinletici işlevlerinin her ikisinin birden değerlendirilmesi ise olayın ekonomikliği açısından önem taşımaktadır. Termodinamiğin II. yasası, ısının düşük sıcaklık seviyesinden yüksek sıcaklık seviyesine transferi için yardımcı bir enerji kaynağının gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu enerji ihtiyacı mekanik veya elektrik enerjisi şeklinde karşılanabildiği gibi ısı enerjisi şeklinde de karşılanabilmektedir. Isı pompaları ile atılan enerjiden de yararlanmak mümkündür. Fabrika ve otel, sinema gibi yerlerde atılan ısı enerjisinden yararlanılarak enerji tasarrufu sağlanmasında günümüzde tercih edilen uygulamalardan bir tanesi oluyor. Ancak her yerde de gözümüz kapalı olarak ısı pompasından yararlanmayı düşünmemeliyiz. Öncelikle atılan ısının enerji (kalori) olarak büyüklüğü, sıcaklığı, geri kazanma yolları, ısı alınan soğuk ortam, sistem özellikleri, atılan akışkanın fiziksel ve kimyasal özellikleri, verimlilik ve benzeri hususlar ile kullanma gayesi göz önüne alınarak çok yönlü inceleme yapılması gerekmektedir. Bazı hallerde sadece ısıtma amacıyla ısı pompası kullanılması verimli olmayabilir. Çeşitli amaçlarla hem soğutma ve hem de ısıtma gereken hallerde, ısı pompaları en uygun çözüm yolu olabilir. Kurutma tesisleri, spor

tesisleri, gıda ve tarım sanayinden bazı çift yönlü uygulamaları örnek olarak verebiliriz.



Şekil 4.1. Buhar sıkıştırımlı soğutma sistemi.

Çift tesirli ısı pompaları yazın soğutma aylarında bir soğutma makinesi olarak kullanılırlar. Görevleri; düşük sıcaklıktaki ısı kaynağından (içeriden) ısı çekip, bu ıyı yüksek sıcaklıktaki ısı kaynağına (dışarıya) atmaktır. Burada kullanım amacı, yüksek sıcaklıktaki ısı kaynağını ısıtmak değil, düşük sıcaklıktaki ısı kaynağını soğutmaktır. Dolayısıyla soğutma makinesi görevi görür.

4.2. BUHAR SIKIŞTIRILMASI ISI POMPASININ ÇALIŞMASI

Isı pompası çalışmasında kompresör soğutucu akışkanı kondensere doğru sıkıştırır ve bu sıkıştırma sonucunda soğutucu akışkan kızgın buhar halini alarak kondensere giriş yapar. Sıkıştırma sonunda, kondensere gaz halinde gelen akışkan yüksek sıcaklıkta kızgın buhar halde ortama ısı vererek sıvı hale geçer. Bu hal değiştirme neticesinde yoğuşma gizli ısını verir. Kondenserden doymuş buhar olarak çıkan soğutucu akışkan, genişleme valfine (sistemde kılcal boru) girer. Genleşme valfinden geçen akışkanın basıncı düşer. Doymuş buhar halde basıncı düştüğü için soğutucu akışkan sıvı hale geçiş yapar. Kompresörün emme hattında bulunan evaporatör düşük basınç oluşur. Bu düşük basınç, evaporatöre giren soğutucu akışkanın buharlaşmasına yetecek düzeydedir. Evaporatörde soğutucu akışkan sıvı halden doymuş buhar gaz haline geçerken, buharlaşma gizli ısını düşük sıcaklıktaki ortamdan alır. Bu

olaylardan sonra, bir ısı pompası devresinde evaporatörün bulunduğu çevreden ısı alınır. Kondenser ile bulunduğu çevre arasında ısı transferi gerçekleşir. Kondenser üzerindeki ısıyı tekrar çevre bırakır. Bu şekilde sistem devir daim şeklinde çalışmasını sürdürür. Isı pompasının performans katsayısı (veya etkinliği) elde edilenin (ısıtma durumunda Q_y serinletme durumunda Q_c) bunu elde etmek için harcanana (W) oranıdır, yani

$$COP_{ısıtma} = \frac{Q_y}{w} = \frac{Q_y}{Q_y - Q_c}$$

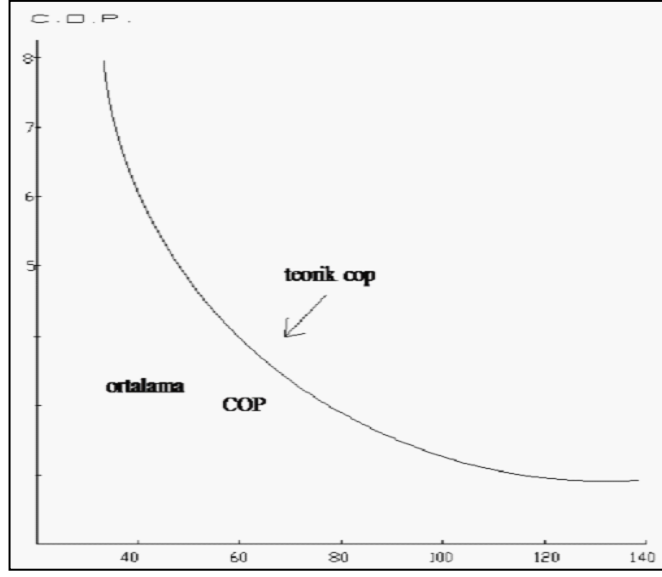
$$COP_{soğ} = \frac{Q_c}{w} = \frac{Q_c}{Q_y - Q_c}$$

$$COP_{ısıtma} = COP_{soğ} + 1$$

Kompresör verimsinin (n_s = izantropik verim ve n_m =mekanik verim) dikkate alınırsa;

$$COP_{ısıtma} = \frac{Q_y}{w} = \frac{h_c - h_d}{h_c - h_b} n_s n_m$$

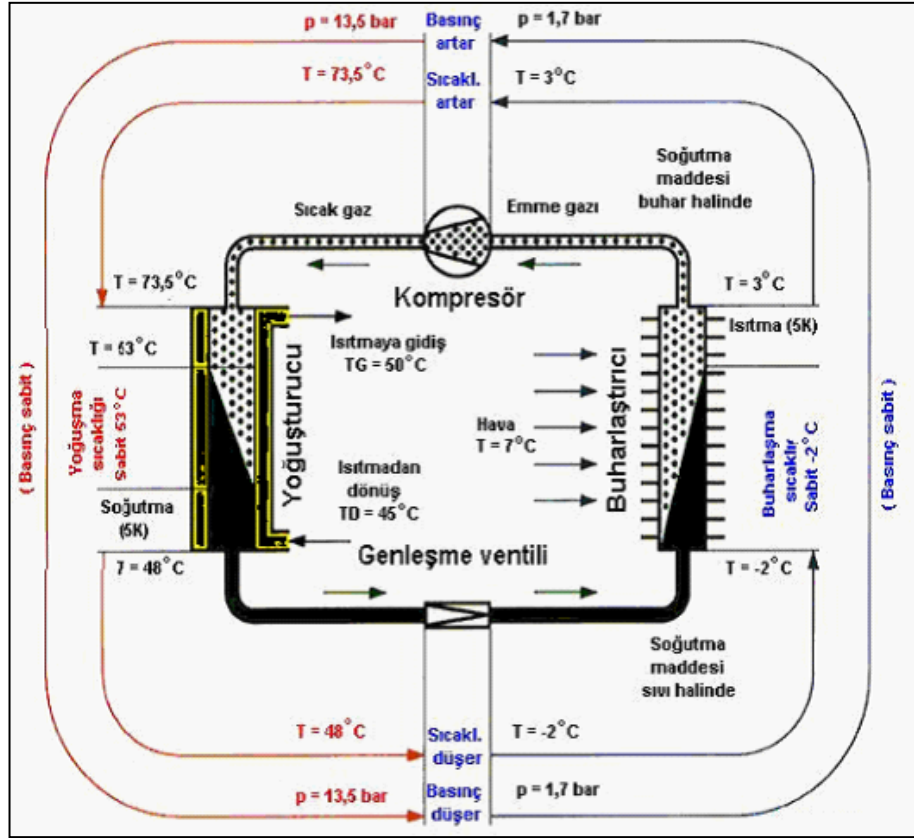
olmaktadır. Aşağıdaki şekilde performans katsayısının evaporatör ve kondenser sıcaklıklarının farkı ile değişimi verilmiştir.



$$\Delta t = T_1 - T_2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Şekil 4.2. Buhar sıkıştırılmalı ısı pompasının performans değişimi.

Buhar sıkıştırılmalı bir ısı pompasının verim analizini gösteren grafikte, sistemdeki sıcaklık farkının azalması, sistemdeki elde edilecek verimi artırdığı görülmektedir. Bu artış sıcaklık farkından kaynaklanmaktadır. Bu har sıkıştırılmalı ısı pompası sisteminde, buharlaştırıcının bulunduğu ortamdaki sıcaklık ile yoğuşturucunun bulunduğu ortamdaki sıcaklık arasındaki farkın az oluşu, sistemin verimini artırır.



Şekil 4.3. Basınç ve sıcaklık değişimi ile çalışan bir ısı pompası çevrim şeması.

Teorik olarak, buharlaştırıcı ve yoğuşturucunun, bulunduğu ortamlarda ısı transferi görevini üstlenmektedir. Isı pompası uygulamasında yoğuşturucu ve buharlaştırıcı arasındaki sıcaklık farkı, teorik verimi etkilemede önemli bir faktör olduğu söylenebilir. Buharlaştırıcının ortamdaki aldığı ısı enerjisi, akışkanın ısı taşıyıcı özelliği kompresörün sıkıştırma özelliği ve buharlaştırıcının ısıyı üzerinden atması gibi faktörler, ısı pompasının çalışma prensibini oluşturmaktadır. Şekil 4.3.' te 73,5 °C sıcaklığında yoğuşturucuya giren akışkan 48 °C olarak çıkmaktadır. Burada yoğuşturucunun ısı enerjisini üzerinden attığı bariz bir şekilde görülmektedir. Şekilde yola çıkarak, genleşme ventiline 13,5 bar basıncında giren akışkanın genleşme ventilinden 1,7 bar basıncında çıktığı yani akışkanın genişlemeye uğrayarak yoğuştuğunu şekilden anlayabiliriz.

4.3. HAVA KAYNAKLI BUHAR SIKIŞTIRMALI ISI POMPASINI OLUŞTURAN ELEMANLAR

4.3.1. Kompresör

Sıkıştırılmalı ısı pompalarının (ya da soğutma sistemlerinin) en önemli elemanıdır. Kendini oluşturan parçaları sistemin ihtiyacına göre değişen, asıl amacı evaporatördeki sıvı halde olan akışkanı emerek, sıkıştırmak suretiyle kondensere kızgın buhar halde göndermek olan bir gaz pompasıdır. Kompresörler soğutma sisteminin kalbidir. Soğutucu akışkan çevrim boyunca dolaştırılarak. Sıcak ortamdan soğuk ortama ısı transferi kompresörle meydana gelir.

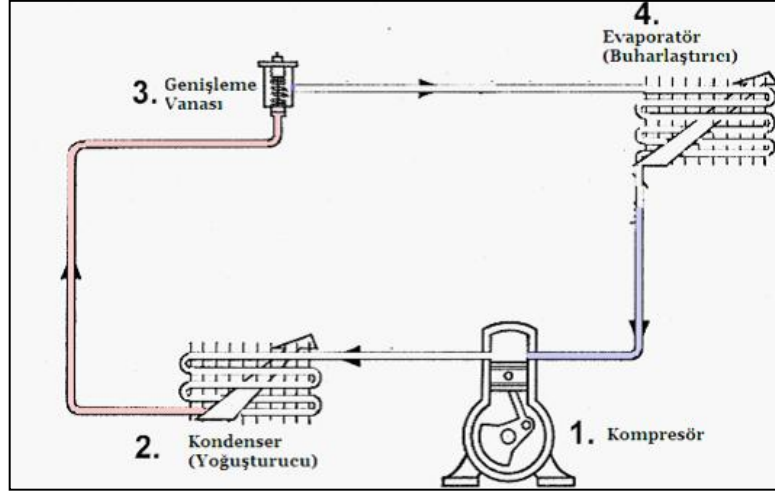
Çeşit olarak genellikle:

1. Rotorlu kompresörler
2. Pistonlu Kompresörler
3. Turbo kompresörler
4. Vidalı kompresörler

Olmak üzere genelde 4 tip olarak imal edilirler.

4.3.2. Kondenser (Yoğuşturucu)

Kompresörden çıkan kızgın soğutucu akışkan buharının soğutularak yoğuşturulduğu elemanlardır. Sıkıştırılmış soğutucu akışkan burada kızgın buhar halden sıvı hale geçer. Sistem buharlaştırıcıdan almış olduğu ısı enerjisini kondenserden dışarı atarak sistemin amaca hizmet etmesini sağlar. Kondenserin yüzey alanı genişletilerek bu durum daha kolay bir şekilde gerçekleşir. Tanımdan anlaşılacağı gibi ortam ile bir ısı alış verişi gerçekleşmektedir.



Şekil 4.4. Buhar sıkıştırırmalı ısı pompası sistem çalışması.

4.3.3. Evaporatör (Buharlaştırıcı)

Isı pompası sisteminde buharlaştırıcının çalışması içerisinde bulunan sıvı soğutucu akışkanın buharlaşırken bulunduğu ortamdan ısı çekmesi esasına dayanır. Buharlaştırıcı bir maddeyi soğutucu akışkanın gizli ısını kullanarak soğutur. Soğutma miktarı, buharlaştırıcı yüzey alanına, toplam ısı transfer katsayısı ve soğutucu akışkan ile soğutulacak olan madde arasındaki sıcaklık farkına bağlı olarak değişim gösterir.

4.3.4. Genleşme Valfi

Sistemdeki yüksek basınç bölgesinden gelen akışkanın basıncını, akışkanı genişleterek, seviyeli bir şekilde düşüren ve istenen basınca ulaştıran elemandır. Genleşme valfi ihtiyacı, küçük sistemlerde kılcal boru ile karşılanabilir. Buhar sıkıştırırmalı ısı pompalarında olmazsa olmaz bir elemandır. Buharlaştırıcıya giren akışkanın mutlak suretle basıncının düşük olması gerekmektedir. Bu durumda akışkanın basıncını düşürmek için genişletme elemanı kullanılır.

Kompresör için gerekli iş:

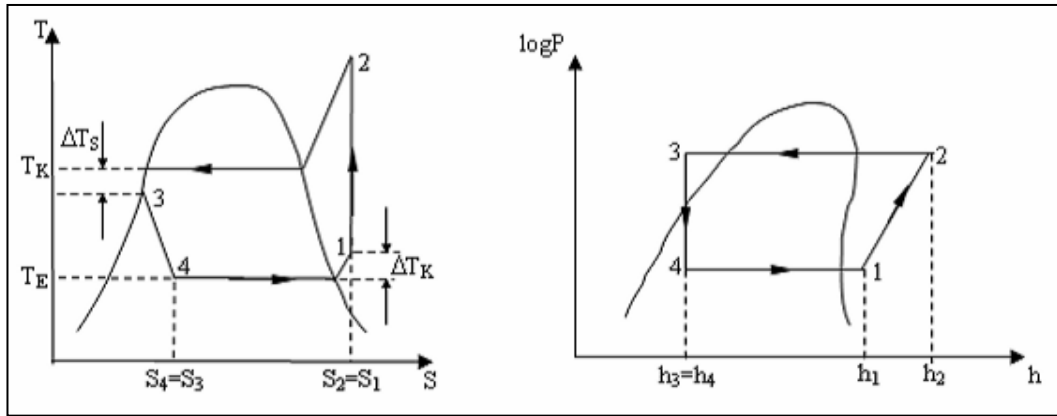
$$W_c = \dot{m}(h_2 - h_1)$$

Yoğunlaştırıcıdan dışarıya verilen ısı:

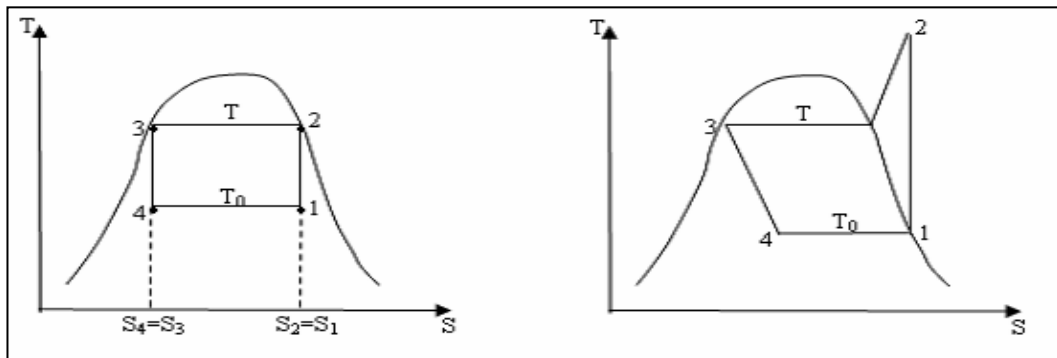
$$W_k = \dot{m}(h_2 - h_1)$$

Buharlaştırıcıda sağlanan soğutma:

$$W_e = \dot{m}(h_1 - h_4)$$



Şekil 4.5. Basit buharlı çevrimin T-S ve P-h diyagramı.



Şekil 4.6. Basit buharlı çevrimin T-S diyagramları.

4.3.5. Soğutucu Akışkan (R134a)

Soğutma sistemlerinde en çok kullanılan akışkan R12'dir. Bu gaza alternatif olarak R134a gazı kullanılmaktadır. R134a gazının içinde hiç clor atomu yoktur. Atmosfere hiçbir zararı olmayan bu gaz ömrü de oldukça kısadır. R134a gazı tutuşmadığı için onu iyi bir soğutucu akışkan olmasının yanında pahalı bir gaz olması da dezavantajdır. Aşağıda R134a gazına ait teknik özellikler belirtilmiştir.

Çizelge 4.1. R134a gazının karakteristik özellikleri.

Özellikler	Değerler
Moleküler kütle (kg/mol)	102.23
1 bar basınçta kaynama noktası (°C)	-26.5
Kaynama noktasında buharlaşma gizli ısı (kJ/kg)	215.5
25 °C' akışkanın yoğunluğu (kg/m ³)	1210
25 °C' akışkanın termal iletkenliği (W/mK)	0.0824
Kritik sıcaklığı (°C)	101.1
Kritik Basınç (kPa)	4060

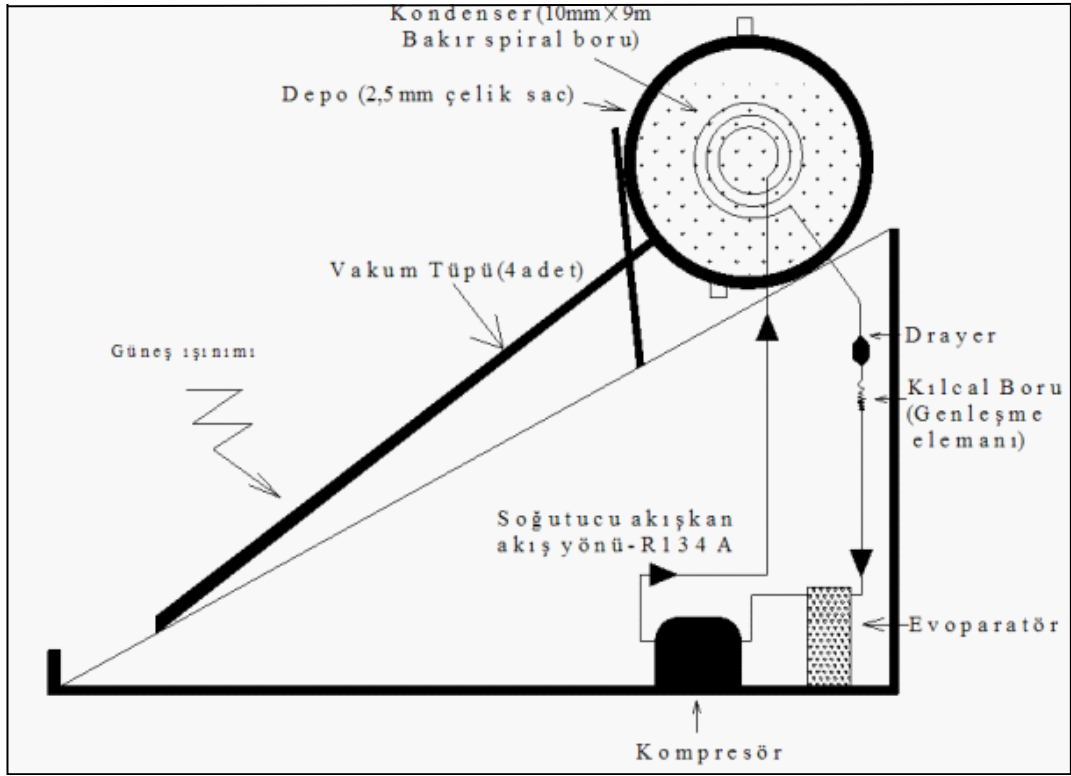
BÖLÜM 5

MATERYAL METOD

5.1. DENEY CİHAZININ TASARIMI

Bu çalışma deneysel bir çalışmadır. Sistemin parçaları piyasadan temin edilmiş olup sistemin asetilen ve ark kaynakları, Karabük Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Tesisat atölyesinde yapılmıştır.

Sistem aslında ayrı ayrı ısı kaynağı olarak yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Bu ısı kaynaklarının, kombine bir şekilde çalışması ve bu sayede birbirlerinin dezavantajlı taraflarını örtmesi şeklinde düşünülmüş ve buna göre tasarlanmıştır. Bu bağlamda sistemde 4 adet vakum tüpüyle çalışan mini bir güneş kolektörü imal edilmiş, deposunun içine serpantin şeklinde bakır boru döşenmiştir. Sistemin şekli aşağıda görülmektedir. Burada ısı pompasının kondenseri olan bakır borunun uçları deponun kenarlarından çıkartılarak evaporatör ve kompresöre giderek devresini tamamlamaktadır. Sistemde, soğutucu akışkanı süzmesi için 1 adet dryer ve akışkanı genişleterek yoğunlaştırması için 1 genişleme elemanı (kılcal boru) kullanılmıştır. Güneş kolektöründe absorbe edilen ısı enerjisi ile sıcak su hazırlama sistemine destek olarak ısı pompası sisteme monte edilmiştir.



Şekil 5.1. Isı pompası destekli güneş kolektörü.

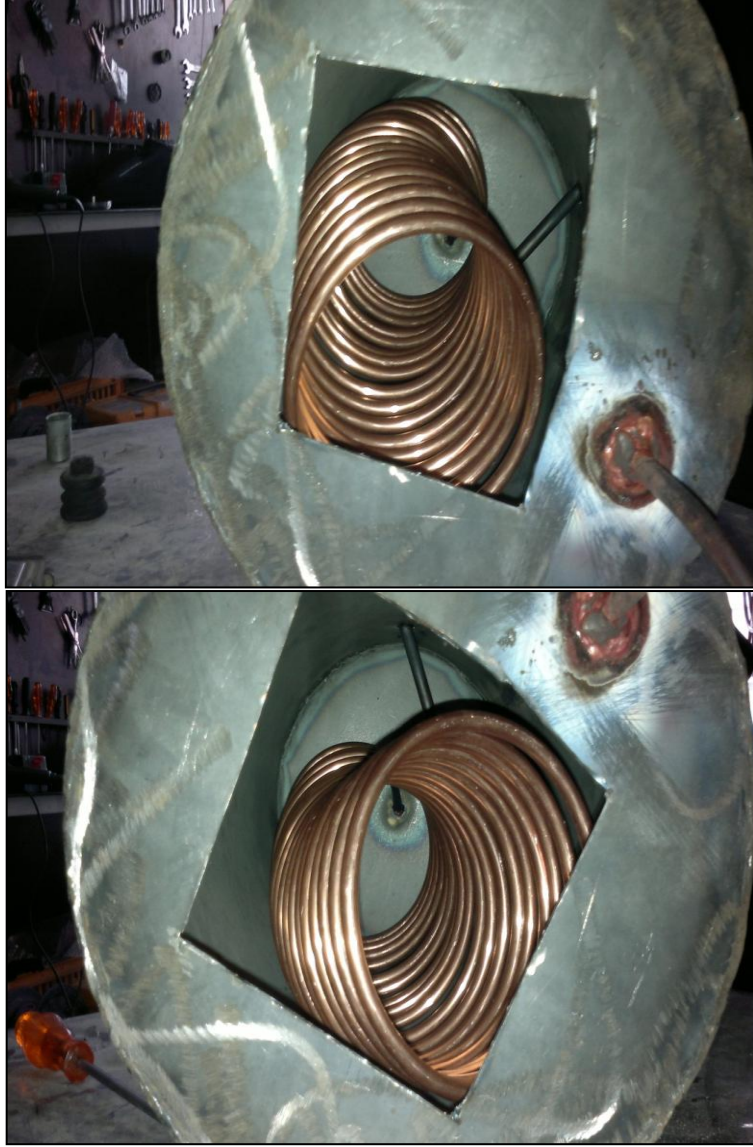
Depo imalinde, 2 mm kalınlığında çelik sac tercih edilmiştir. Bu sacın belirli yerlerinden 4 adet delik açılarak odeliklere vakum tüpleri yerleştirilmiştir. Vakum tüplerinin yaklaşık 3-4 mm'lik kısımları deponun içerisine sokulmuştur. Sızdırmazlık açısından sağlam yapıya sahip olan plastik conta, deliklere monte edilmiştir. Vakum tüpleri güneşin gün içerisinde hareketi ve bölgenin enlem açısı dikkate alınarak belli bir açıyla depoya monte edilmiştir. Deponun iç kısmına belli sıklıkta serpantin şeklinde bakır boru monte edilmiştir. Depoya giren ve çıkan bakır boru, sistem çalışması açısından yine alt kısımda bulunan evaporatör ve kompresöre bağlanmıştır.



Şekil 5.2. Isı pompası destekli güneş enerjili sistem (Eğim açısı $40+15^\circ$).



Şekil 5.3. Isı pompası destekli güneş enerjili sistem yan görünüş.



Şekil 5.4 Isı pompası destekli güneş enerjili sistem depo iç kısmı.

BÖLÜM 6

ENERJİ HESAPLARI

6.1. DENEYİN YAPILIŞI

Deneyle geçiş mevsim dönemi olan ve sistemin tüm yıla yansması açısından 26.04.2012 28.04.2012 ve 29.04.2012 tarihlerinde saat 10.30 ile 16.00 arasında 3 gün süreyle yapılmıştır. Güneş ışınım şiddetine göre değişen parametreler göz önünde bulundurularak, havanın deneyin başlangıcında sabah saatlerinde açık ilerleyen saatlerde parçalı bulutlu olduğu (Çizelge 6.1.) gün sistemin ısı pompası çalıştırılmış, su kullanım sıcaklığına ulaştığında termostat yardımı ile kompresör durmuş bunun ardından termostatın sıcaklık ayarı 50 °C'ye çıkarılmış ve sistemdeki durum gözlenmiştir. Havanın tamamen açık olduğu gün ise ısı pompası çalıştırılmamış sadece güneş ışınımından elde edilen enerji ile su kullanım sıcaklığına ulaştırılmıştır. Bu sayede ısı pompasının sistemdeki rolü incelenmiştir. 3. gün ise sistem kapalı bir ortamda sadece ısı pompası ile su kullanım sıcaklığına ulaştırılmıştır. Yapılan Ölçümler dijital termometre termokupl ve güneş ışınım şiddeti ölçümü için solarimetre kullanılmıştır. Yapılan ölçümler sistem verim hesabında kullanılmak üzere tek tek kaydedilmiştir. Sistemdeki kolektöründe, ısı yutuculuğu, ısıyı absorb etme açısından yüksek bir performansa sahip olan vakum tüpleri tercih edilmiştir.

Ölçümler 3 gün boyunca 11.00 – 15.00 arasında 15 er dakika ara ile yapıldı. Değişkenlere bağlı olarak ortalama ısıtma tesir katsayısı hesaplandı. Sonuçlar grafikler ile desteklenmiştir.

6.2. SİSTEMİN TERMODİNAMİK ANALİZİ

İlk etapta, sistemde 2 ayrı ısı kaynağının analizini ayrı ayrı yaptıktan sonra birlikte çalıştıklarındaki durumları, deneylerden elde edilen sonuçlarla birlikte hesaplanacaktır.

6.3. ISI POMPASI GEREKLİ HESAPLARI

Depo 40 lt'lik olup bu 40 lt suyu 15 °C'den kullanım sıcaklığı olan 40 °C'ye getirmek için gerekli olan enerji.

$$Q = m \cdot c_p \cdot \Delta t$$

$$Q = 40 \cdot 4,18 \cdot (40 - 15) = 4180 \text{ kJ}$$

$$Q = \frac{4180}{6} = 696,66 \text{ kJ/h}$$

$$Q = \frac{696,66}{3600} = 0,193 \text{ kJ/s}$$

$$Q = 193 \text{ W}$$

Kondenser

$$Q_k = 193 \text{ W}$$

$$\text{Kondenser yüzey alanı} \quad Ak = 1,32 \text{ m}^2$$

$$Q = k \cdot Ak \cdot \Delta tm$$

$$Ak = \frac{Q}{k \cdot \Delta tm} = \frac{193}{25,5,83} = 1,32 \text{ m}^2$$

Burada;

K : Toplam ısı geçiş katsayısı $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$

Ak : Kondenser yüzey alanı m^2

Δtm : Logaritmik sıcaklık farkı

Buradan;

$A_k = 1,32 \text{ m}^2$ ihtiyaç duyulan enerji miktarına göre olması gereken boyut.

Sistemdeki mevcut kondenser yüzey alanı :

$$A_k = 2\pi rL$$

$$A_k = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,05 \cdot 10$$

$A_k = 3,14 \text{ m}^2$ olup sistem için bir hayli yeterlidir.

Burada ise:

r :Bakır boru yarıçapı m

L :Bakır boru boyu m

Şekil 6.1.'de ısı pompasının ideal çevrimi için R134a gazının logp-h diyagramından aşağıdaki değerler okunmuştur.

$$h_1 = 406,29 \text{ kJ/kg}$$

$$h_2 = 441,37 \text{ kJ/kg}$$

$$h_3 = 279,04 \text{ kJ/kg}$$

$$h_4 = 279,04 \text{ kJ/kg}$$

Soğutucu akışkan miktarı (R134a)

$$Q = \dot{m} \cdot (h_2 - h_3)$$

$$0,193 = \dot{m} \cdot (441,37 - 279,04)$$

$$\dot{m} = 0,00119 \text{ kg/s} \quad \dot{m} = 1,19 \text{ g/s}$$

Evaporatör

$$Q_e = \dot{m}(h_1 - h_4)$$

$$Q_e = 0,00119(406,29 - 279,04)$$

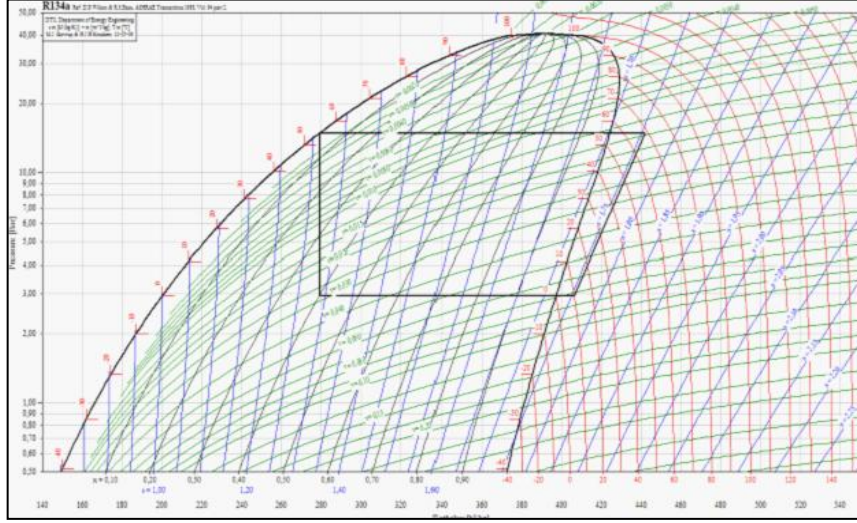
$$Q_e = 0,151 \text{ kW} = 151 \text{ W}$$

Kompresör

$$W_c = \dot{m} \cdot (h_2 - h_1)$$

$$W_c = 0,00119 \cdot (441,37 - 406,29)$$

$$Q_k = 0,042kW = 42W$$



Şekil 6.1. Logp-h diyagramı - R134a gazının ideal çevrimi.

Kondenserli depoda meydana gelecek olan kayıp ısılardan dolayı kompresörün gücü 1 HP olarak seçilmiştir. 1 HP R134a gazı kompresörünün kataloğundan soğutma gücü 920W (10 °C kızdırma sıcaklığında, 60 °C kondenzasyon sıcaklığında) kondenser kapasitesi 1100W gücü karşılayacak şekilde imal edilmiştir. Sistem hava kaynaklı olarak çalıştığı için evaporatöre 65W gücünde küçük fan takılmıştır. Sistemde drayer ve soğutucu akışkanı genişletme görevinde olan 0,1 cm çapında kılcal boru kullanılmıştır. Sistem kış aylarında ihtiyacı karşılaması düşünülerek kolektör eğimi Karabük ilinin enlem derecesi +15 şeklinde konumlanmıştır.

6.4. GÜNEŞ KOLEKTÖRÜ ENERJİ HESABI

Sistemde gerekli olan enerji 4180 kJ bulunmuştu.

Kolektör yüzey alanı

$$F_k = \frac{Q}{n.I_{top}}$$

- F_k =Güneş kolektörü yüzey alanı

- η =kolektör verim faktörü (vakum tüpü) 0,65 alınır.

- Q =696,66 kJ

- I_{top} =3 gün boyunca solarimetre ile ölçülen güneş ışınım şiddeti değerleri

ortalaması. 829 W/m²

$$F_k=0,77 \text{ m}^2$$

Kolektör ısı kazancı

$q_k = 675 \text{ W/m}^2$ (ölçülen ortalama)

$$Q_k = F_k F_b q_k$$

F_k =kolektör yüzey alanı

F_b =Eğim açısı faktörü 1,33 alındı

$$Q_h = 0,77.1.675 = 519,75 \text{ W/m}^2$$

Sistem tasarlanırken özellikle bulutluluk oranının çok olduğu yerlerde kullanımının sağlanması için tasarlanmaya çalışılmıştır. Sistemde birincil ısı kaynağı olarak ısı pompası düşünülmüştür. Güneş radyasyonunun yoğun olduğu zaman dilimlerinde ısı pompası çalışmayacağı , ışınımın çok az ya da hiç olmadığı zamanlarda ise ısı pompasının devreye gireceği öngörülerek sıcak su hazırlamada enerji tasarrufu için böyle bir çalışma yapma ihtiyacı hissedilmiştir. Sistemde su deposuna 40 lt su konulmuştur. Deney gün gün yapılmış ve her gün yapılan ölçümler tablo halinde aşağıda verilmiştir.

Güneş Enerjisi+Isı Pompası

Çizelge 6.1. 26.04.2012 tarihinde yapılan ölçümler.

Saat	Su(°C)	Işınım W/m^2
11.00	15	700
11.15	19	732
11.30	23	448
11.45	28	602
12.00	32	427
12.15	35	377
12.30	37	522
12.45	38	683
13.00	40	257
13.15	41	162
13.30	42	122
13.45	43	87
14.00	44	80
14.15	46	71
14.30	47	77
14.45	49	80
15.00	50	90

Yalnız Güneş Enerjisi

Çizelge 6.2. 28.04.2012 tarihinde yapılan ölçümler.

Saat	Su(°C)	Işınım W/m^2
11.00	15	746
11.15	16	756
11.30	18	777
11.45	21	780
12.00	23	796
12.15	26	803
12.30	29	811
12.45	32	821
13.00	36	812
13.15	39	804
13.30	41	796
13.45	43	772
14.00	45	760
14.15	46	751
14.30	48	732
14.45	50	662
15.00	52	627

İki ayrı gün yapılan ölçümlerde 1. gün tabloda güneş ışınım şiddeti değerlerinden de anlaşılacağı gibi havanın öğle saatlerine kadar açık sonra tamamen kapalı olduğu ve 2. gün havanın tamamen açık olduğu görülmektedir. Ayrıca 1. gün su ısıtma kaynağı olarak ısı pompası ve kolektörle 2. gün yalnız güneş enerjisi tarafından yapıldığını da belirtelim.

İlk gün ısı pompasının ışınımın çok az olduğu saatlerde de su sıcaklığını istenilen seviyeye getirebildiği anlaşılmıştır.

Buradaki değerler kullanılarak 1. gün $Q=998.37 \text{ kcal} =1,16 \text{ kW}$ olarak bulunur. Yapılan deneyde 1 HP lik hermetik kompresör. $=0,745 \text{ kW}$ ve Fan ise $0,065 \text{ kW}$ olarak hesaba katılırsa ısı pompasının:

$$COP = \frac{Q_{kon}}{W_{komp}+W_{fan}}$$

Eşitliğinden Güneş ışınımının olmadığı zaman diliminde COP 1,43 olarak hesaplanırken;

Birinci gün 2 saat , ışınım olduğu için ısı pompası güneş enerjisiyle birlikte 2 saat devrededir.

O 2 saatte ise

$$COP = \frac{Q_{kon} + Q_h}{W_{komp} + W_{fan}}$$

Buradan güneş enerjisi ile birlikte $COP =2,072$ olarak ortaya çıkar.

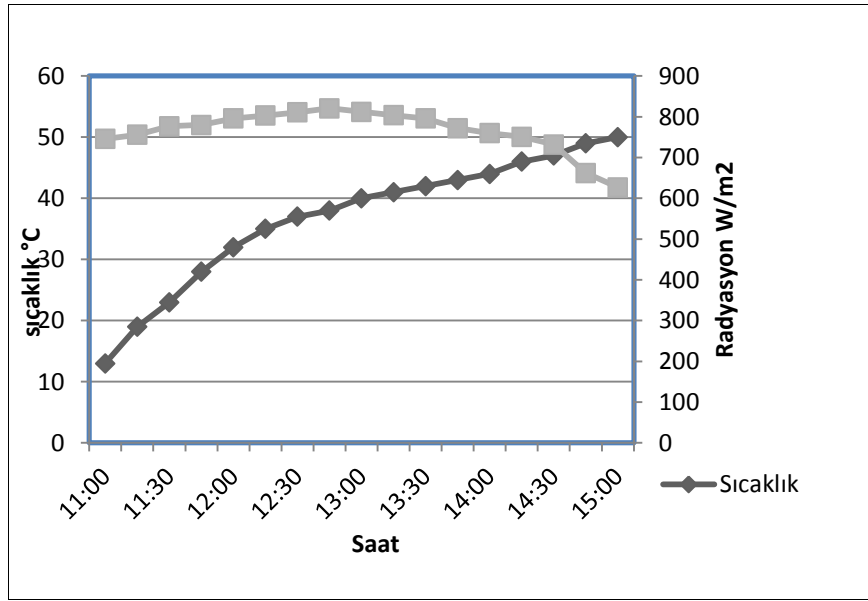
Kolektör ile birlikte sistemin verimliğinde %45 artış olduğu tespit edilmiştir.

Sistem 3. gün dışarıya çıkarılmadan sadece ısı pompası ile depodaki 40 lt su, kullanım sıcaklığına ulaştırılmak için saat 13.00'da çalıştırılan ısı pompası $15 \text{ }^\circ\text{C}$ suyu 2 saatte $40 \text{ }^\circ\text{C}$ ye ulaştırmıştır.

BÖLÜM 7

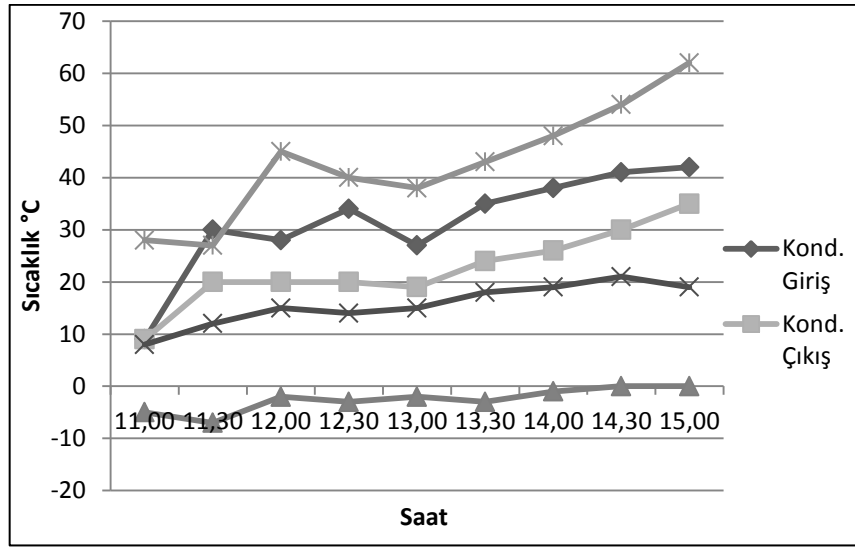
DENEYLERDEN ELDE EDİLEN VERİLERİN GRAFİKLERİ

7.1. 1. DENEY GÜNÜ ELDE EDİLEN VERİLERİN GRAFİKLERİ



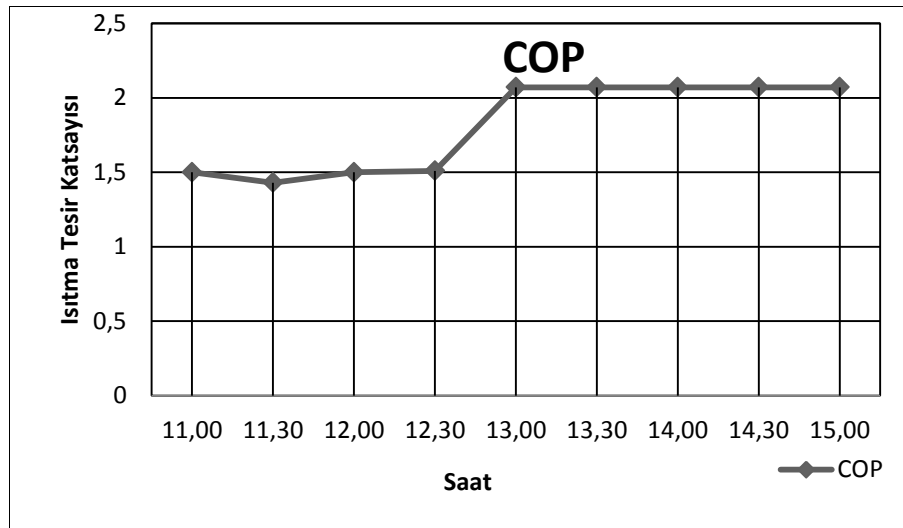
Şekil 7.1. Güneş ışınım şiddetine göre su sıcaklık değişimi.

Işınım şiddetine bağlı olarak değişen suyun sıcaklığı, grafikte gösterildiği şekilde artış göstermiş, radyasyonun düştüğü zaman dilimlerinde bile su sıcaklığındaki artış devam etmiştir. Isı pompası bu noktada destekleyici görevini üstlenmiştir.



Şekil 7.2. Ölçülen ısı pompası değerleri.

Kondenser giriş ve çıkış sıcaklıkları arasındaki fark arttıkça kondenserin suya daha çok ısı verebildiği anlaşılmıştır. Kolektör sayesinde ısınan suyun, kondenser ile arasında ki sıcaklık farkı azaldığı için kondenserin giriş ve çıkışı arasındaki sıcaklık farkı da grafiklerden de anlaşılacağı gibi azalmaktadır. Bu durumda evaporatörün çıkış sıcaklığı da artmakta soğutucu akışkanın entalpisi artmakta ortamdan çekeceği ısı miktarına göre kondenserden atılan ısı miktarında da artış olmaktadır.

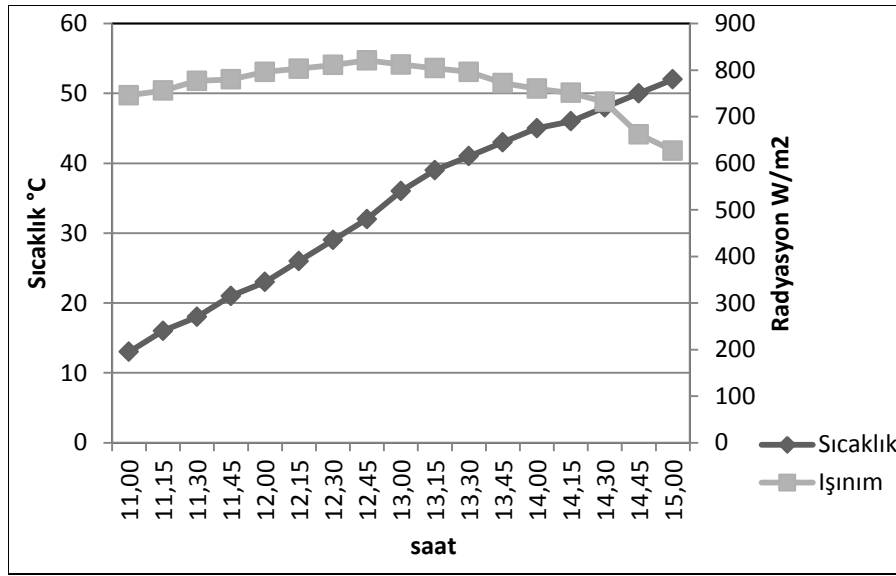


Şekil 7.3. Sistemin verimi.

Isı pompası çalışmaya başladıktan sonra güneş ışınımının arttığı durumlarda sistemin ITK' sında artma gözlemlenmiştir.

Isı pompasının dahil olduğu Sistemin performansında belirgin bir artış görülmektedir. Yalnız güneş kolektöründen elde edilen verimden daha yüksek bir verim elde edildiği grafikten de anlaşılmaktadır.

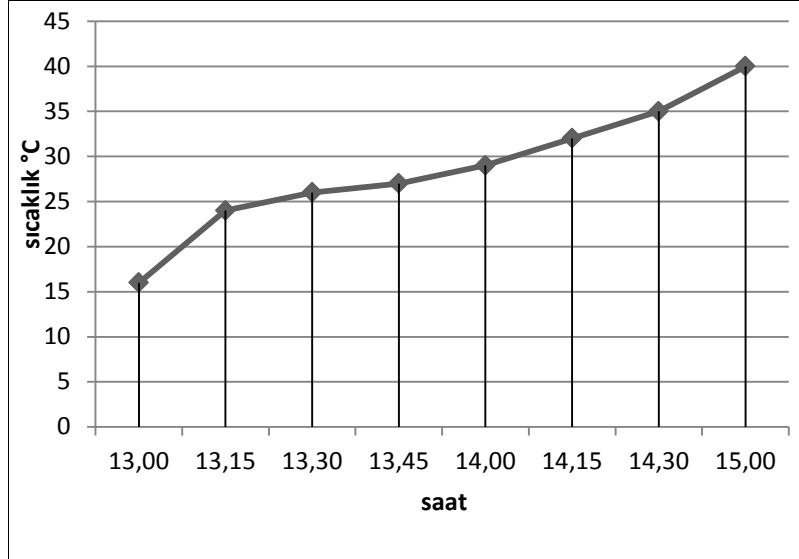
7.2. 2. DENEY GÜNÜ ELDE EDİLEN VERİLERİN GRAFİKLERİ



Şekil 7.4. Ölçülen ışınım şiddetine göre su sıcaklık değişimi.

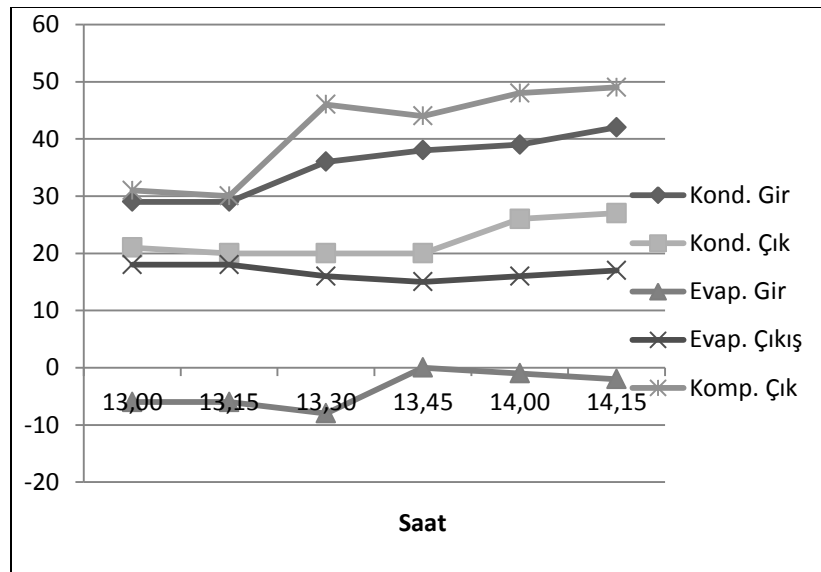
Radyasyonun maksimum seviyelerde seyrettiği bugün de, ısı pompasına ihtiyaç duyulmayan bir durum oluşmakta ve sadece güneş ışınımı suyu ısıtmaya yetmektedir. Grafik oluşumunda radyasyonun, bu mevsimde yeterli seviyede olması, kış aylarının durumunu yansıtmayan bir görüntü çizse de, sistemin 4 mevsime yayılması da söz konusudur.

7.3. 3. DENEY GÜNÜ (SADECE ISI POMPASI DEVREDE)



Şekil 7.5. 40 lt suyun yalnız ısı pompası ile ısınma durumu.

Isı pompası kondenseri 2 saat içerisinde, üzerindeki ısıyı suya transfer ettiği görülmektedir. Suyun kullanım sıcaklığına ulaştığı 2 saat içerisinde ısı pompasındaki sıcaklık parametreleri ve termodinamik değişkenlerin bulunduğu grafik ise aşağıda görülmektedir.



Şekil 7.6. Isı pompasında sıcaklık değerleri.

Isı pompasının sıcaklık değerleri değişimi, kolektörde ısınan suya bağlı olarak değişim göstermektedir. Özellikle kondenserin bulunduğu depoda ısınan suyun, kondenser giriş ve çıkış sıcaklık farkını etkilediği, buna bağlı olarak grafikte, kondenserin ısı atma kapasitesindeki değişimi görülmektedir.

BÖLÜM 8

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada ısı pompası ile güneş kolektörü kombine çalıştırılmış olup, sistemin deneysel incelenmesi sonucunda :

Sisteme kolektörden $Q_h= 519,75$ ve ısı pompasından $Q_k=998.37$ enerji girdisi sağlanmıştır. Toplamda depodaki 40 lt suya

$Q_{su}=1514.12$ kcal ısı transferi gerçekleştirilmiştir.

Sistemin COP 'si güneş ışınımının olmadığı zaman diliminde 1,43 ışınımın olduğu zaman diliminde ise 2,072 olarak bulunmuştur. Kolektör ile birlikte verimde %28 artış olduğu saptanmıştır.

Sistem kapalı bir mekanda yalnız ısı pompasının performansını test etme amaçlıda çalıştırılmış olup 15 °C su yaklaşık 2 saatte kullanım sıcaklığına ulaştığı ölçümler sonucu tespit edilmiştir.

Öneriler

Bu çalışmada R134a gazı kullanıldı. Isı pompalarında kullanılan diğer akışkanlarda denenebilir.

Çalışmada kondenser yüzey alanı ihtiyaç olan ısı enerjisine göre hesaplandı. Kondenser yüzey alanının özellikle su ile arasında olan sıcaklık farkının azalmasından dolayı üzerindeki ısıyı atmada zorlandığı anlaşılmış, hesaplananın olabildiğince üstünde imal edilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Evaporatör yüzey alanı değiştirilebilir.

KAYNAKLAR

1. Özyaman A. C., “Güneş enerjisi destekli ısı pompası ile mahal ısıtma uygulaması”, *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, 123: 68-75 (2011).
2. Kılınç, H., “Güneş enerjisi destekli ısı pompası”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü* Ankara, 43-61 (2006).
3. Şevik S., Doğan H. ve Aktaş M., “Güneş enerjisi ve ısı pompası destekli ısıtma kurutma sisteminin modellenmesi”, *Politeknik Dergisi*, 14 (1): 85-91 (2011).
4. Yaşar A. T., Orhan B. ve Güngör A., “Aile tipi bir güneş enerjisi destekli ısı pompalı su ısıtıcısı sistem tasarımı” *Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi* İzmir, 827-833 (2009).
5. Ertürk M. ve Oktay Z., “Güneş enerjisi destekli mekanik buhar sıkıştırımlı ısı pompasıyla kurutma fırını tasarımı ve termodinamik analizi”, *VII Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi* İzmir, 961-973 (2007)
6. Dikici A., Akbulut A. ve Gülçimen F., “Güneş ve hava kaynaklı ısı pompasının deneysel incelenmesi” *Mühendis ve Makine Dergisi*, 544:41-51 (2005).
7. Ketrez M., Usta H., ve Çay Y., “Isı pompası destekli güneş enerjisiyle su damıtma”, *Tesisat Mühendisliği Dergisi* 127: 68-75 (2012)
8. Kaygusuz K. and Ayhan T., “Experimental and theoretical investigation of combined solar heat pump system for residential heating”, *Renewable Energy*, 40 : 1377-1396 (1999).
9. Uyarel A.Y. ve Öz E.S., “Güneş Enerjisi ve Uygulamaları”, *Birsen Yayınevi*, 22-47 (1987).
10. Çengel Y. A. And Boles A. M., “Thermodynamics An Engineering Approach”, *McGraw-Hill*, USA, 30-45 (1989).
11. Yamankaradeniz Z. R. and Horuz I., “The theoretical and experimental investigation of the characteristic of solar-assisted heat pump for clear days” *International Communications in Heat and Mass Transfer*, 25 (6): 885-898 (1998).
12. Bakırcı K. ve Yüksel B., “Güneş kaynaklı ısı pompaları”, *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, 75 :57-63 (2003)

ÖZGEÇMİŞ

25.09.1984 Tarihinde doğdu ilk orta lise öğrenimini tamamladıktan sonra Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Karabük Teknik Eğitim Fakültesi Makine Bölümü Tesisat Öğretmenliği alanında lisans eğitimine 2003 yılında başladı. 2007 yılında mezun olduktan sonra 2008 yılında askerlik görevini tamamladı. 2010 yılında Kargaz doğalgaz dağıtım A.Ş. 'de 1 yıl görev aldı. Aynı yıl yüksek lisans eğitimine başladı ve halen devam etmektedir. 2012 yılı Eylül ayında Milli Eğitim Bakanlığı tarafından Muş merkez Sultan Alparslan Teknik ve Endüstri Meslek Lisesine öğretmen olarak ataması yapılmış olup, görevine devam etmektedir.

Adres Bilgileri

Adres :Hürriyet caddesi Dilan Mert apartmanı No/3

MUŞ/Merkez

Telefon : 05448977180

E mail :alperaydin17@hotmail.com