

**GÜNEŞ RADYASYONU DÜŞÜK OLAN BÖLGELERDE ISI POMPASI SİSTEMİ İLE KULLANMA
SICAK SUYU HAZIRLANMASI**

Metin KAYA İlhan CEYLAN

Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Karabük Teknik Eğitim Fakültesi, Karabük, Türkiye

ÖZET

Şimdiye kadar güneş kolektörlerinin verimliliğinin artırılması üzerine çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar mevcut güneş radyasyonundan en yüksek verimde yararlanılması üzerinedir. Güneş radyasyonu düşük, yıllık yağış miktarı yüksek olan bölgelerde düz yüzeyli güneş kolektörleri ile kullanma sıcak suyu hazırlamak çok da verimli değildir. Bu çalışmada bu tür bölgeler için ısı pompası sisteminden en yüksek verimde yararlanılarak, en az enerji sarfiyatı ile konutlar için kullanma sıcak suyu hazırlanması amaçlanmıştır. Enerji fiyatlarının giderek arttığı son yıllarda ısı pompaları enerjinin verimli kullanılması açısından önemlidir. Yapılan bu çalışma ile güneş kolektörlerinin çatı üzerindeki görüntü kirliliğine de son verilmesi düşünülmüştür. Güneş kolektörleri ve ısı pompası sisteminin birleşiminden oluşturulan bu sistem, güneşli günlerde güneş kolektörü özelliği ile daha az enerji sarfetmekte, bulutlu ve yağmurlu günlerde de ısı pompası özelliğiyle sıcak su hazırlanmasına imkan tanımaktadır.

Anahtar Kelimeler : Güneş enjisi, Isı pompası, Isıtma

**PREPARATION OF HOT USAGE WATER BY MEANS OF HEAT PUMP SYSTEM IN THE AREAS
OF LOW SUN RADIATION**

ABSTRACT

There have been various studies conducted on increasing the efficiency of sun collectors. These studies are about utilizing the existing and sufficient sun radiation with the highest efficiency. In the areas where sun radiation is low and the annual rainfall amount is high, preparing hot usage water by means of plain surface sun collectors is not much efficient. In this study it is aimed at utilizing heat pump system for such areas with the highest efficiency and preparing hot usage water for residences with the least energy consumption. In recent years, when the energy prices are increasing, heat pumps are very important in using energy efficiently. With this study, also ending the visual mess of the sun collectors on roofs is considered. This system, composing of combination of sun collectors and heat pump system, consumes less energy in sunny days with its feature of sun collector, and, in cloudy and rainy days, enables preparing hot water with its feature of heat pump.

Key Words: Solar energy, Heat pump, Heating

1. GİRİŞ

Isı geçişinin yüksek sıcaklıktan düşük sıcaklığa doğru kendiliğinden olduğu bilinen bir gerçektir. Fakat bir ortamdan daha yüksek sıcaklıktaki başka bir ortama ısı geçişi kendiliğinden olamaz; bu bir soğutma makinesi veya ısı pompası aracılığıyla gerçekleştirilebilir.

Soğutma makineleri ve ısı pompaları aynı çevrime göre çalışırlar, fakat kullanım amaçları farklıdır. Soğutma makinesinin amacı çevre sıcaklığından daha düşük sıcaklıkta olan bir ortamdaki ısıyı çekerek, ortamı düşük sıcaklıkta tutmaktır. Isı pompasının amacı ise ısıtılan ortamı istenen sıcaklıkta tutmaktır [1].

Bunun için düşük sıcaklıktaki bir kaynaktan çekilen ısı, daha yüksek sıcaklıktaki bir ortama verilir. Örneğin; ısı çekilen ortam dış hava, göl, deniz, kuyu suyu, ısı atılan ortam kullanma suyu, iç mahal olabilir.

2. SİSTEM TASARIMI VE DENEYLERİN YAPILIŞI

Yapılan tariflere göre bütün soğutma sistemleri aslında bir ısı pompasıdır. Çünkü düşük sıcaklıktaki bir ortamdaki ısıyı çekerler ve bunu yüksek sıcaklıktaki bir ortama atarlar. Bu çevrim ısı pompasının tanımı olarak da bilinir. Bununla beraber soğutma sistemlerindeki kondenserlerden atmosfere boş yere atılan ısı değerlendirilmeye çalışılmaktadır. Burada, bu her ne kadar kaçınılmaz görülse de faydalı ısı çekimi (evaporatörden) ve ısı kazanımı (kondensörden) aynı anda gerçekleşebilir [2].

Termodinamiğin 1. Kanunu, Enerjinin korunumu ilkesine göre kondensörden atılan ısıya paralel olarak evaporatörden çekilen ısı da artacaktır. Bu ifadeye göre termodinamiğin 1. Kanunu ısı pompasının enerji denklemi olarak aşağıdaki eşitlik ifade edilir.

$$Q_{Kond} = Q_{Evap} + W_{Komp} \dots\dots\dots 1$$

Bir sistemde kondenserdeki ısı atımını artıracak herhangi bir değişiklik evaporatörde de ısı çekimini artırır ve bunun terside mümkündür; evaporatördeki ısı çekiminin artması, kondensördeki ısı atımının artmasını da sağlayacaktır.

Isı pompası sistemleri kondenserdeki ve evaporatördeki ısı atımı ve çekimi şekillerine göre;

1. Hava – hava,
2. Hava – su,
3. Su – su,
4. Toprak – hava olmak üzere 4 gruba ayrılır [3].

2.1. Sistemin Tasarlanması ve Hesaplamalar

Hazırlanan sistemde ısı çekilen ortam hava ve ısı atılan ortam su olmasından dolayı sistem, hava – su ısı pompası sistemi olarak adlandırılabilir. Tasarımlar ve buluşlar yıllardır insanoğlunun ihtiyaçlarından yola çıkılarak yapılmıştır. Yaz aylarında değişken hava durumunda bulunan iklim bölgelerinde düz güneş kolektörleri ile istenilen şartlarda kullanma sıcak suyu hazırlanamaması nedeniyle böyle bir sistemin tasarlanmasını sağlamıştır. Deneyler Karabük ilinde sistemin tasarlanma amacına uygun dış hava şartlarında yapılmıştır. Deneylerde elimko firmasının üretmiş olduğu " Fe-constant ± 0,002 hassasiyette" sıcaklık ölçüm cihazı kullanılmıştır.

a) Sistemin Tasarımı

DeneySEL çalışmalar Şekil 1'de şematik resmi görülen sistemle yapılmıştır. Evaporatör düz yüzeyli bir güneş kolektörü gibi eğimi çatı eğiminde (ortalama 18°) tasarlanarak, 0.5 m² emici plaka yüzey alanında imal edilmiş, üst kısımlarına 15 W'lık iki küçük fan yerleştirilmiştir. Kollektör, bakır borular üzerine çinko saclar (galvanizli saclar) perçinlerle tutturularak yapılmıştır. Emici yüzey görevi görecek olan kolektör (evaporatör) yüzeyi, ısı çekiminin artırılması maksadı ile siyaha boyanmıştır. Amaç güneş radyasyonundan maksimum oranda faydalanarak evaporatördeki ısı çekimini artırmaktır. Sistemde kullanılan su deposu (kondenser), 30 kg su kapasitesinde alüminyum levha üzerine açılan kanallara, alüminyum boruların perçinlenmesiyle yapılmıştır. Bu şekilde bakır boru ile suyun birebir teması önlenerek, sistemde gaz kaçağı olması durumunda kullanılan suyun herhangi bir sağlık problemine yol açması engellenmiştir.

Sistemin Çalışma Prensibi: Sistemde 1/3 HP'lik kompresör R134a soğutucu gazını kondensere basar, yüksek basınçlı soğutucu gazı burada yoğunlaşma gizli ısısını kullanma sıcak suyuna verir ve yoğunlaşır, yoğunlaşan gaz kurutucu filtreden ve kılcal borudan geçerek evaporatörde buharlaşır. Kondenserde yoğunlaşma gizli ısısını suya bırakan gaz, evaporatörde güneş radyasyonundan ve dış havadan bunu buharlaşma gizli ısısı olarak alır.

Evaporatördeki buharlaşma sıcaklığı güneş radyasyonuna; kondenserdeki yoğunlaşma sıcaklığı da kullanma sıcak suyunun sıcaklığına göre değişir [4]. Şekil 2’ de Tasarımını yaptığımız güneş enerji destekli ısı borusunun R-134a soğutucu akışkan gazı kullanılması halinde entalpi diyagramında ki çalışma şartları görülmektedir.

b) Gerekli Hesaplamalar

Depodaki 30 kg su 1 saatte 10 °C kabul edilen şehir şebeke suyu sıcaklığından 45 °C kullanma sıcak suyu sıcaklığına getirmek için gerekli enerji ;

$$Q = m \cdot c_p \cdot \Delta t \dots\dots\dots 2$$

$$Q = 30 \text{ kg} \cdot 4,18 \text{ kJ/kg K} \cdot (45-10) \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q = 4389 \text{ kJ} = 1,219 \text{ KW} = 1219 \text{ W}$$

Sistemin kondenserinden atılan ısı 10 °C’de ki şehir şebeke suyunu 45 °C’ye çıkartabilmelidir. Evaporatördeki kızdırma sıcaklığı 10 °C ve kondenserdeki yoğunlaşma sıcaklığını 55 °C kabul edilerek R-134a gazının log-Ph diyagramından entalpi değerleri Şekil 2’ den okunabilir.

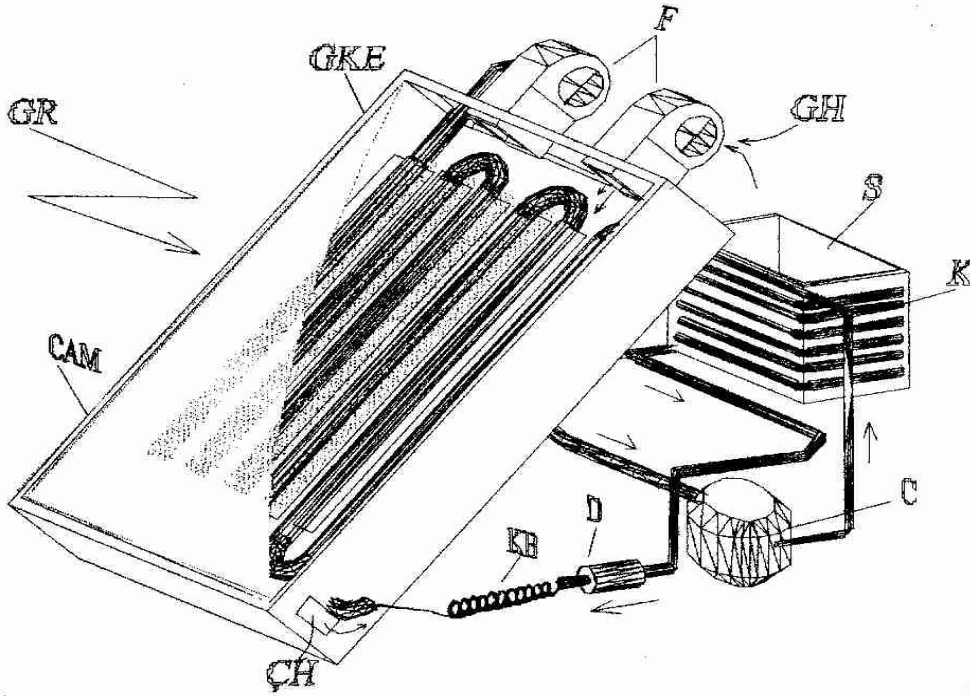
Şekil 2 ‘de ısı pompasının ideal çevrimi için aşağıdaki değerler okunmuştur ;

$$h_1 = 402,84 \text{ kJ/kg}$$

$$h_2 = 427,68 \text{ kJ/kg}$$

$$h_3 = h_4 = 271,86 \text{ kJ/kg}$$

Kondenserden atılan ısı eşitlik 2’de hesaplanan $Q = 4389 \text{ kJ/kg}$ kabul edilerek ;



Şekil 1. Evaporatörü düz yüzeyli güneş kolektörü gibi tasarlanan ısı pompası sistemi.

GR : Güneş Radyasyonu. **GKE :** Güneş Kolektörlü Evaporatör. **F:** Fanlar
GH : Güneş Kolektörlü Evaporatöre Giriş Havası. **S:** Kullanma Sıcak Suyu.
K : Kondenser. **C :** Kompresör. **D:** Kurutucu Filtre. **KB:** Kılcal Boru
ÇH: Güneş Kolektörlü Evaporatörden Çıkan Hava.

Soğutucu akışkan miktarı;

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

$$4389 \text{ kJ} = \dot{m} (427,68 - 271,86) \text{ kJ/kg}$$

$$\dot{m} = 28,1671 \text{ kg olarak bulunur.}$$

Evaporatör kapasitesi;

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

$$Q_E = 28,1671 \text{ kg} (402,84 - 271,86) \text{ kJ/kg}$$

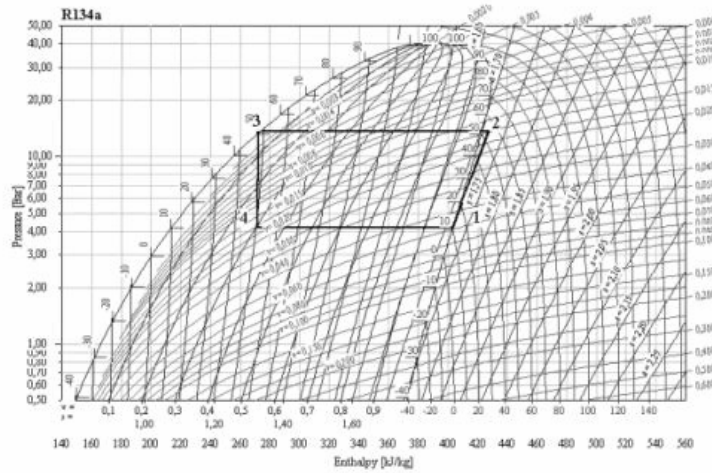
$$Q_E = 3689 \text{ kJ olarak bulunacaktır.}$$

Kompresör kapasitesi;

Bulunan bu değerlerden kompresör kapasitesi de ;

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

$$Q_C = 28,1671 \text{ kg} (427,68 - 402,84) \text{ kJ/kg}$$



Şekil 2. R-134 a Gazı kullanılan sistemin ideal çevrimi.

$$Q_C = 700 \text{ kJ} = 0,194 \text{ KW} = 0,26 \text{ hP olarak bulunabilecektir.}$$

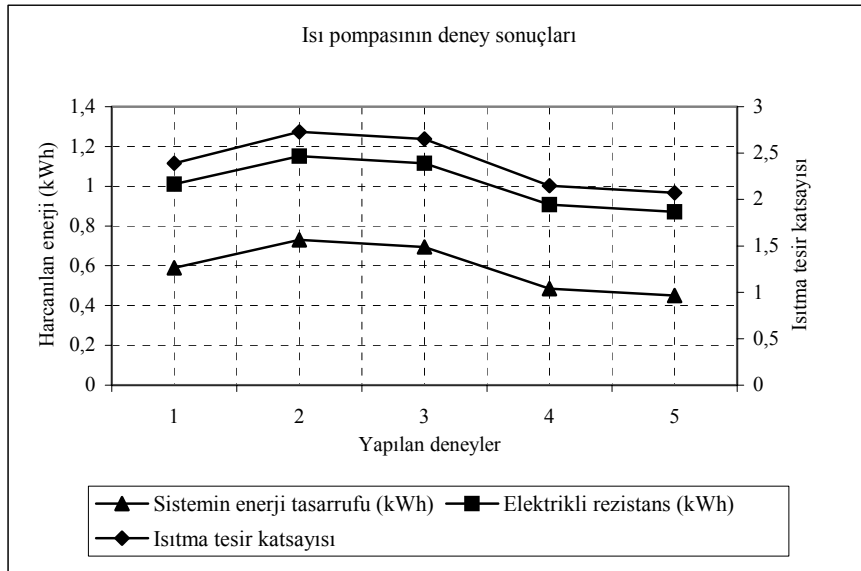
Kondenserli su deposunun konstrüksiyonundan dolayı kaybolan ısılarda göz önünde bulundurularak kompresör 1/3 hP'lik hermetik kompresör seçilmiştir. 1/3 hP'lik R-134a gazı kompresörünün katalog bilgilerinden soğutma kapasitesi (10 °C kızdırma sıcaklığında) 921W, kondenser kapasitesi (55 °C kondenzasyon sıcaklığında) 1312 W ve kompresörün harcadığı enerji 391 W olarak okunabilir. (L'UNITE HERMETIQUE (TECUMSEH EUROPE) Hermetik kompresörler kataloğu).

Sistemin güneş kolektörlü evaporatörü ortalama 920W kapasitede, kondenserinin de yaklaşık olarak 1300 W kapasitede olacak şekilde tasarlanmıştır. Bu şekilde yapılan sistemden alınan deney sonuçları göstermiştir ki kolektörlü evaporatör üzerine gelen güneş radyasyonundan dolayı evaporatörde buharlaşma sıcaklığı artmış ve kondenserde su sıcaklığı hesaplanan süreden daha kısa zamanda daha yüksek sıcaklıklara çıkmıştır. Evaporatörde buharlaşma sıcaklığının artması kondenserli su deposunun konstrüksiyonundan dolayı meydana gelen ve depodaki sudan çevre havaya olan ısı kayıplarını da karşılayarak, kondenserden kullanma suyuna atılan ısıyı artırmıştır.

Tablo 1. Değişik Kullanma Yerlerinde 45 °C Sıcak Su İhtiyacı [7].

Kullanma yeri	Açıklama	İhtiyaç (lt/gün.kişi)
Konutlar	Düşük gelirli	40-60
	Orta gelirli	60-100
	Yüksek gelirli	100-150
Oteller	Ortalama değer	100
	Lüks oteller	200
Atölye Fabrika	Ortalama	50
	Lavabolarda	30
	Açık duşlarda	50

Şekil 3'de sistemden alınan 5 deney sonucu yapılan enerji tasarrufu ile elektrikli ısıtıcı kullanılması durumunda gerekli olabilecek enerji ihtiyacı karşılaştırılmıştır. Enerji tasarrufu eğrisinin ısıtıcı eğrisine yakınlığı sistemde kullanılan enerji miktarının azlığı ile açıklanabilir. Eğrinin ısıtıcı eğrisine yaklaşması ile doğru orantılı olarak sistemde kullanılan enerji miktarı da azalacaktır.



Şekil 3. Sistemin enerji tasarrufu ile elektrikli ısıtıcı kullanılması durumundaki enerji ihtiyacının karşılaştırılması.

4. SONUÇ

Böyle bir sistemi tasarlamamızdaki amaç yıllık güneşlenme miktarı düşük, bulutlu veya yağışlı günleri fazla olan bölgeler için güneş enerji destekli bir ısı pompasının performansını tespit etmektir. Buradan yola çıkarak aynı şartlardaki bölgelerde günlük kişi başına sıcak su harcamaları dikkate alınarak bir kişi aynı miktarda sıcak su eldesi için harcayacağı elektrik enerjisi hesaplanarak elektrik enerjisi kullanılması durumunda sistemimizin sağlayacağı enerji tasarrufu hesaplandı. Aşağıdaki tabloda 5 gün boyunca yapılan deneysel çalışmalarda elde edilen değerler ile bu değerler yardımıyla yapılan hesaplama sonuçları görülmektedir.

Tablo 2. Dış hava şartlarına göre, yapılan deneylerin enerji tasarrufu ve ısıtma Tesir katsayıları.

	Isıtma Tesir Katsayısı (ITK)	Enerji Tasarrufu (KWh)	Suya verilen ısı (Kcal h)	Dış hava Sıcaklığı (°C)	Depo Su Sıcaklığı (°C)	Güneş Işınım Şiddeti (W/m ²)	hava durumu
1.Deney	2,39	0,589	870	18	47	466,7	Kapalı
2.Deney	2,73	0,730	990	19	53	651,9	Güneşli
3.Deney	2,65	0,695	960	20	53	636,3	Güneşli
4.Deney	2,15	0,485	780	19	42	465,6	Kapalı
5.Deney	2,07	0,451	750	20	54	462,4	Kapalı

Tablo 2’den görüleceği üzere sistem güneşli havada kolektör özelliği ile daha fazla enerji tasarrufu sağlamış, diğer zamanlarda enerji tasarrufunun yanında kullanma sıcak suyu hazırlanmasına olanak tanımıştır. Deney tesisi konutlara, Şekil 3’de. görüldüğü gibi uygulanabilecektir. Güneş kolektörü ve ısı pompası sisteminin birleşiminden oluşturulan bu sistem çatı üzerine çatı eğimi ile birlikte monte edilerek depolar çatı arasına konulabileceğinden, çatı üzerindeki görüntü kirliliği de ortadan kalkacaktır. Sistem performansı güneş kolektör yüzeyinin artırılması ve kolektör özelliklerinin geliştirilmesi ile artırılabilir. Şekil 3.’ de tasarımını yaptığımız ısı pompası uygulamasının bir maket evin çatısına yerleşimi görülmektedir. Bu uygulamaya otomatik kontrol devreleri monte edilerek sistem bir defa işletmeye alındığında kendi kendini kontrol edebilecek şekilde çalıştırılabilir. Böylelikle sistemin kuruluşunda karşılaşılan ilk işletme maliyeti daha sonra işletmenin enerji tasarrufu ve kullanma kolaylığı bir avantaj olarak görülebilmektedir.

SİMGELER

- Q_{kond} = Kondensörden atılan ısı (KW)
 Q_{evap} = Evaporatörden çekilen ısı (KW)
 W_{komp} = Kompresörde verilen iş (KW)
 W_{Fan} =Fanın harcadığı enerji (KW)
 Q = Isı ihtiyacı (kcal)
 Δt = Sıcaklık farkı (K)
 m = Su miktarı (kg)
 C_p = Suyun özgül ısınma ısısı (1 kcal/kg K)

KAYNAKLAR

1. Mcgraw-Hill, Dr.Yunus A.Çengel, Dr .Michael A.Boles, “**Thermodynamics An Engineering Approach**”,Copyright 1989.
2. Stoecker, W. F., Jones, J. W, **Refrigeration And Air Conditioning**, Mcgraw-Hill, 1985.
3. Herbert W.Stanford, **Analysis And Design Of Heating Ventilating And Air Conditioning Systems**, 1988, Prentice-Hall.
4. Andrew D.Althouse, Carl H.Turquist,Alfred F.Bracciano, **Modern Refrigeration And Air Conditioning**, Copyright 1988,The Goodheart-Willcox Company.
5. P.L.Ballaney, **Refrigeration And Air Conditioning**,6th Edition 1983,Khanna Publishers,
6. N. Aybers, **Soğutma Makineleri** 1992, İtü.
7. Tmmob, **Sıhhi Tesisat Proje Hazırlama Teknik Esasları**, Yayın No:122, 1998.
8. Öz, E. S., Sidal, C., **Yapıda Sıhhi Tesisat** ,Birsen Yayınevi, İstanbul,1998.