F4

ISSN 1019-1011

Ç.Ü.MÜH.MİM.FAK.DERGİSİ Ekim 2003 Ç.Ü.J.FAC.ENG.ARCH.
CİLT.18 ÖZEL SAYI October VOL.18 SPECIAL ISSUE

DOĞU AKDENİZ VE GÜNEYDOĞU ANADOLU BÖLGESİ
MAKİNA-CİHAZ VE SİSTEM TASARIMI VE ÜRETİMİ
21-23 EKİM 2003

ÇOK AMAÇLI ISI POMPASI

Orhan BÜYÜKALACA, Tuncay YILMAZ
Ç.Ü., Makine Mühendisliği Bölümü, Adana Türkiye
orhan1@cukurova.edu.tr tunyil@cukurova.edu.tr

ÖZET : *Bu çalışmada son yıllarda iklimlendirme için yaygın olarak kullanılmaya başlanılan ısı pompaları ele alınmıştır. Mahal ısıtması-soğutması fonksiyonlarını yerine getirmenin yanında, isteğe göre yaz ve kış sezonlarında sıcak su da üretebilen çok amaçlı bir ısı pompası tasarlanmış, imal edilmiş ve başarıyla kullanılmıştır. Ayrıca Seyhan nehrini ısıl enerji-kaynağı ve kuyusu olarak kullanabilen ayrı bir ısı pompası sistemi de denenmiş ve Adana koşullarında nehir suyu kullanımının havaya göre avantajlı olabileceği görülmüştür.*

1. GİRİŞ

Enerji tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'de de gündemi belirleyen önemli faktörlerden birisidir. Ülkenin gelişimine paralel olarak, enerji tüketimi de sürekli olarak artmaktadır. Ancak, Türkiye enerji kaynakları açısından yeterli olmayıp, enerjisinin büyük bir bölümünü ithal yoluyla sağlamaktadır. Artan enerji talebini karşılamak için dışarıya ödenen para sürekli artmaktadır. Değişik enerji formları arasında en değerli enerji türe olarak adlandırılan elektriğin dikkate değer bir oranı binalarda konfor şartlarının sağlanmasında kullanılmaktadır. Konfor şartlarını sağlayan cihazlardan birisi de ısı pompalarıdır.

Bir ısı pompasının etkinliğini belirleyen en önemli faktörlerden birisi de ısıl enerji kaynağıdır. Hava, atık hava, yeraltı suyu, göl ve nehir suyu, deniz suyu, toprak ve atık su ısı pompalarında kullanılan ısıl enerji kaynaklarıdır. Günümüzde hava kaynaklı ısı pompaları en yaygın olarak kullanılan ısı pompalarıdır. Kış iklimlendirmesinde, düşük dış hava sıcaklığında ($<5^0$C) ve yüksek nemde (>%60) buharlaştırıcı üzerinde meydana gelen buzlanma, hava kaynaklı ısı pompalarının en önemli dezavantajıdır. Bu durumda hava yerine daha yüksek sıcaklıktaki diğer bir ısıl enerji kaynağını kullanmak enerji tüketimi ve ısıl konfor açısından daha olumlu olacaktır. Örneğin ısıtma sezonu süresince yüksek, soğutma sezonu boyunca düşük sıcaklığa sahip ve sıcaklığı sabit olan bir su kaynağının ısı pompalarında kullanılması havaya göre daha verimli ve ekonomik olabilir. Su kaynağı olarak yer üstü (ırmak, göl, deniz v.b.) suları kullanılabileceği gibi, kuyu ve yer altı suları da bazı yörelerde avantajlı olabilir. Ülkemizde su kaynaklı ısı pompası uygulamaları oldukça sınırlıdır.

Hava ve suyun yanında cazip olan diğer bir ısıl enerji kaynağı ise topraktır. Yüzeyin belirli bir derinliğinde toprak sıcaklığı kış aylarında hava sıcaklığından daha yüksek, yaz aylarında ise daha düşük olabilir. Bu durumda ısıl enerji kaynağı-kuyusu olarak toprağın kullanılması da oldukça cazip olabilir. Özellikle ABD ve Kanada olmak üzere bir çok ülkede uygulanan toprak kaynaklı ısı pompaları ülkemizde de son yıllarda bazı villa türü binaların ısıtılması-soğutulması amacıyla kurulmaya başlanmıştır. Bu alanda faaliyet gösteren firmalar ortaya çıkmaya başlamıştır. Gerek su gerekse toprak kaynaklı ısı pompalarının yaygınlaşmasının önündeki en büyük engel ilk yatırım maliyetlerinin hava kaynaklı sistemlere göre daha yüksek olmasıdır.

2. ÇOK AMAÇLI ISI POMPASI ÇALIŞMASI

Bir ısı pompası basit olarak düşük sıcaklıktaki bir kaynaktan ısıyı alıp daha yüksek sıcaklıktaki bir kaynağa pompalayan bir cihazdır. Yaz uygulamasında, soğutulacak mahal içerisinde yer alan buharlaştırıcıdan çekilen ısı, yoğuşturucu vasıtasıyla daha yüksek sıcaklıkta olan ısı atılacak ortama (hava, su veya toprak) aktarılmaktadır. Yoğuşturucudan atılan ısıyı kullanarak, mahal soğutulurken aynı zamanda sıcak su üretmek de mümkündür. Böylece kompresörde harcanan enerjinin daha büyük bir bölümünün faydalı enerjiye dönüştürülmesi ve sistemin genel performansının artırılması mümkündür. Üretilen sıcak su banyo, duş, lavabo gibi değişik ihtiyaçlar için kullanılabilir.

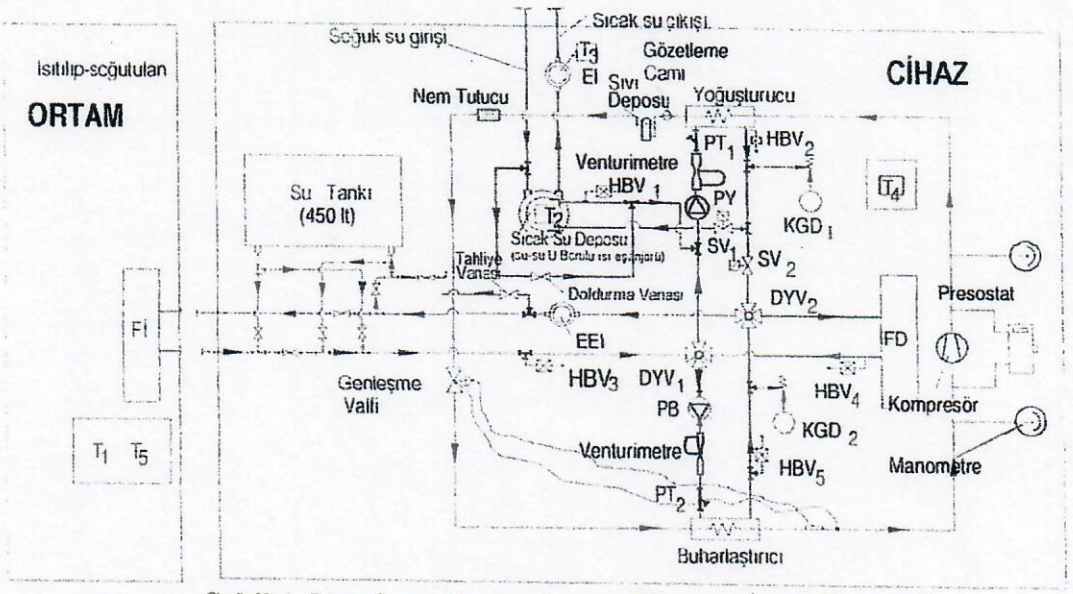
Kış uygulamasında ise buharlaştırıcı düşük sıcaklıkta bulunan ortamdan (hava, su, toprak) ısı çekmekte ve bu ısıyı yoğuşturucu vasıtasıyla ısıtılacak mahale pompalamaktadır. Kış uygulamasında da yoğuşturucudan mahale aktarılan ısı

kullanılarak sıcak su üretimi mümkündür. Ancak bu durumda mahal ısıtması için kullanılan ısının bir bölümü su ısıtması için harcanacağından sistemin ısıtma kapasitesi tasarım aşamasında doğru belirlenmelidir. Sistem kapasitesi mahal ısıtması ve üretilecek sıcak su miktarı göz önüne alınarak belirlenmelidir. Ancak iyi bir otomatik kontrol sistemi vasıtasıyla, mahal ısıtması için gerekli kapasiteden fazla kapasitenin su ısıtmasına yönlendirilmesi, yoğuşturucada kullanılabilecek ısının mahal ısıtması ve su ısıtması arasında belirli oranda paylaştırılması veya birisine öncelik verilmesi mümkündür.

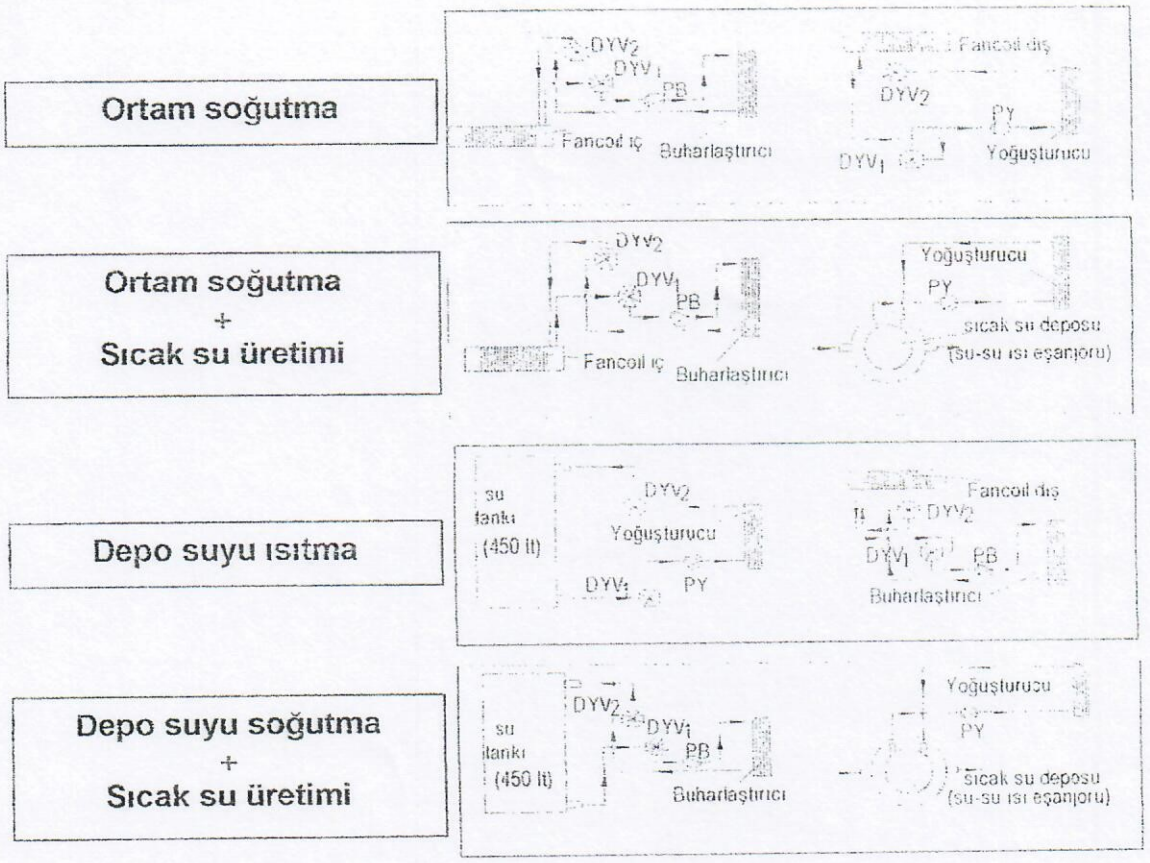
Çok amaçlı ısı pompalarını araştırabilmek amacıyla, Çukurova Üniversitesi, Makine Mühendisliği Laboratuarlarında, isteğe göre hava veya suyu ısıtıp-soğutabilen bir sistem kurulmuştur [1-6]. İmal edilen sistem hava-hava, hava-su, su-hava ve su-su modlarında çalıştırılabilmektedir. Sistemin şematik resmi Şekil 1'de verilmiştir. Isı pompası, Makine Mühendisliği laboratuarında yer alan bir odanın ısıtılıp/soğultmasının yanında, U borulu bir ısı eşanjörü ile sürekli sıcak su üretimi ve 450 litre kapasiteli bir tank içerisindeki suyun ısıtılıp/soğutulması işlevlerini de yerine getirebilmektedir.

Sistemde klasik bir buhar-sıkıştırmalı soğutma çevriminde bulunan kompresör, yoğuşturucu, genleşme vanası ve buharlaştırıcıya ilave olarak, dört yollu vanalar, U borulu bir ısı eşanjörü, kapalı genleşme depoları, hava boşaltma pürjörleri, pislik tutucular, 2 adet fan-coil, su sirkülasyon pompaları, termostat kontrollü selenoid vanalar ve değişik kontrol ve ölçüm (sıcaklık, debi ve basınç) elemanları mevcuttur. Kullanılan yoğuşturucu ve buharlaştırıcı kompakt plakalı ısı eşenjörü tipindedir. Soğutucu akışkan devresi ısıtmada ve soğutmada aynı olup, ısıtmadan soğutmaya veya soğutmadan ısıtmaya geçişte, sisteme ilave edilen dört yollu vanalar ile sistemde ısı taşınımı için kullanılan suyun akış yönü değiştirilmektedir.

Buhar sıkıştırmalı soğutma çevriminin buharlaştırıcısında üretilen soğuk su ya doğrudan soğutulacak ortamda yer alan fan-coile gönderilmekte ya da 450 litrelik depoya yönlendirilerek, depo içerisindeki suyun soğuması sağlanmaktadır.



Şekil 1. Kurulan çok amaçlı ısı pompasının şematik resmi



Şekil 2. Kurulan ısı pompası sisteminin değişik çalışma modları

Diğer taraftan yoğuşturucuda ısınan su ya doğrudan ısıtılacak ortamda yer alan fancoile gönderilmekte ya da U borulu ısı eşanjörüne gönderilerek sıcak su üretilmektedir. Sıcak su üretimi için U borulu ısı eşanjörünün diğer hattında kullanım amaçlı şebeke suyu dolaştırılmaktadır. Yoğuşturucudan temin edilen ısı ile 450 litrelik depo içerisindeki suyun ısıtılması da mümkündür. Şekil 2'de kurulan ısı pompası deney düzeneğinin bazı çalışma modları verilmiştir.

Yapılan değişik ısıtma ve soğutma deneyleri neticesinde kurulan sistemin kendisinden talep edilen fonksiyonları yerine getirdiği, otomatik kontrolün düzgün olarak çalıştığı gözlemlenmiştir. Sistemin daha küçük boyutlu ve kompakt olarak imal edilmesi ve ısıtma-soğutma etkinlik katsayılarının artırılması yönünde çalışmalara devam edilmektedir.

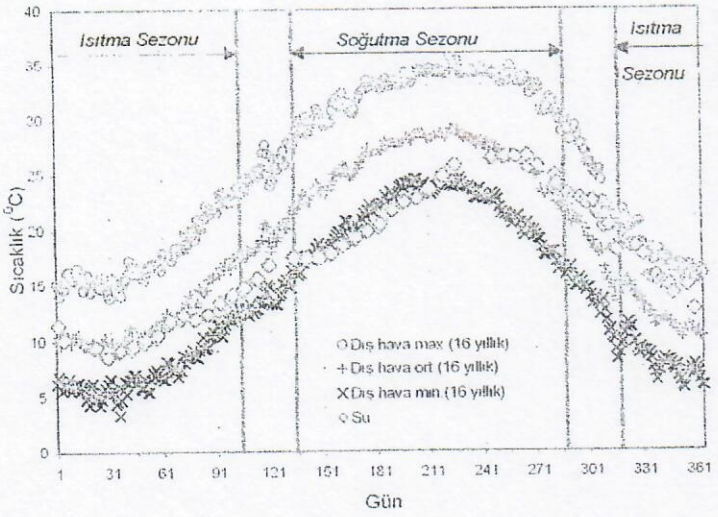
3. SU KAYNAKLI ISI POMPASI ÇALIŞMASI

Adana'da ve genel olarak Çukurova bölgesinde ısı pompalarına son yıllarda talep artmıştır. Satılan duvar ve split tipi ısı pompalarının tamamı hava kaynaklıdır. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden alınan dış hava sıcaklık ve nem değerleri incelendiğinde, dış hava sıcaklığının kritik sıcaklık olan 5 ^{0}C'in altına düştüğü ve hatta

kasım ayından şubat ayına kadar bu durumun gözlenebilirliği görülmektedir. Ayrıca, ısıtma sezonu boyunca gün içerisinde sıcaklığının düşük olduğu saatlerde mutlak nem % 60'ın üstünde olmaktadır. Isıtma işleminde, yüksek nem ve düşük sıcaklık buharlaştırıcı üzerinde buzlanmaya neden olmaktadır. Buzlanmanın giderilebilmesi için yapılan defrost işleminde konfor şartlarının bir süre sağlanamadığı gibi ek bir enerjiye de ihtiyaç duyulmaktadır.

Yukarıda ele alınan çok amaçlı ısı pompasına ilave olarak, Çukurova Üniversitesi, Makine Mühendisliği Laboratuarlarında kurulan bir sistem ile, Adana şehrini iki parçaya ayıran Seyhan Nehri ve şehir merkezinin kuzeyinde yer alan Seyhan Baraj Gölü suyunun ısı pompalarında ısıl enerji kaynağı-kuyusu olarak kullanılması da deneysel olarak araştırılmıştır [7-8].

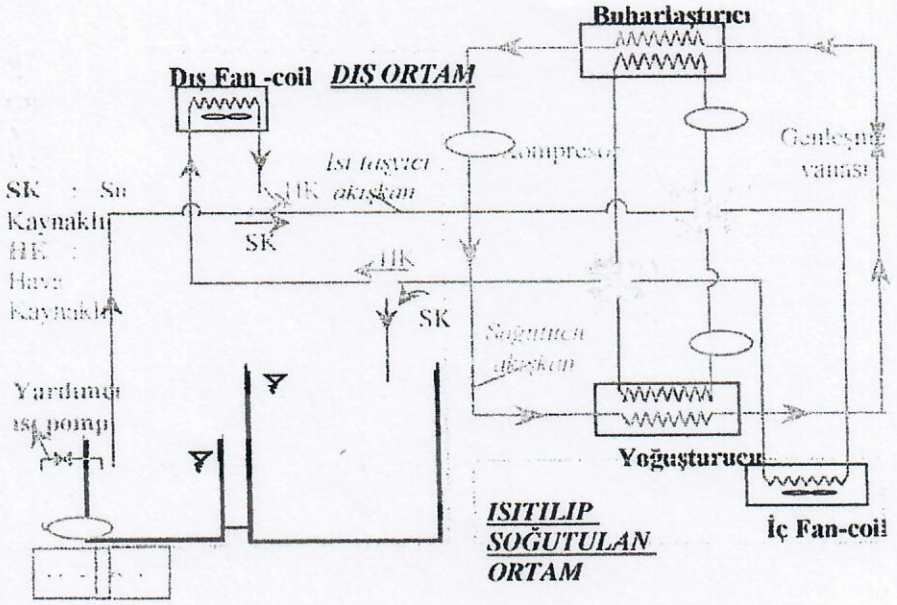
Bir su kaynağının ısı pompalarında kullanılabilmesi için öncelikle kaynağın ısıl özelliklerinin belirlenmesi gerekir. Bu amaçla daha önce herhangi bir ölçümün yapılmadığı tespit edildiğinden, Seyhan Nehri su sıcaklığı bir yıl boyunca 3 farklı derinlikte (25 cm, 50 cm ve 100 cm) ölçülmüştür. Su sıcaklığı ölçüm sonuçları Şekil 3'de maksimum, minimum ve ortalama dış hava sıcaklıkları ile beraber verilmiştir.



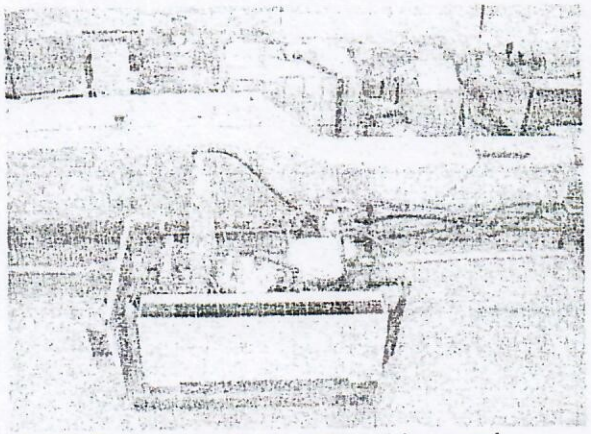
Şekil 3. Seyhan nehri su ve Adana dış hava sıcaklıkları

Şekil 3'den de görülebileceği gibi Seyhan nehri su sıcaklığı ısıtma sezonu boyunca minimum dış hava sıcaklığından daha yüksek olup ısıtma sezonu sonu hariç ortalama dış hava sıcaklığına eşittir. Hatta ısıtma sezonun başında maksimum dış hava sıcaklığına yaklaşmaktadır. Soğutma sezonun büyük bir bölümünde su sıcaklığı minimum hava sıcaklığından daha düşük olup, sezon sonunda ortalama hava sıcaklığına yakındır. Bu gözlemlerden hem ısıtmada hem de soğutmada ısı pompasında hava yerine suyun ısıl enerji kaynağı-kuyusu olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Bunu deneysel olarak da doğrulayabilmek için Şekil 4'te gösterilen sistem kurulmuştur. Bu sistem yukarıda anlatılan çok amaçlı ısı pompası sistemine benzemekte ancak sadece hava ısıtması veya soğutması yapabilmektedir. Seyhan nehri suyunu laboratuarlara getirmek mümkün olamadığından sisteme ilave edilen 1000 litre kapasiteli bir tank yardımıyla nehir suyu modellenmiştir. Tanka ilave edilen yardımcı ısıtıcı ve soğutucu ile tank içerisindeki suyun sabit ve nehir suyuna eşit olması sağlanmıştır.

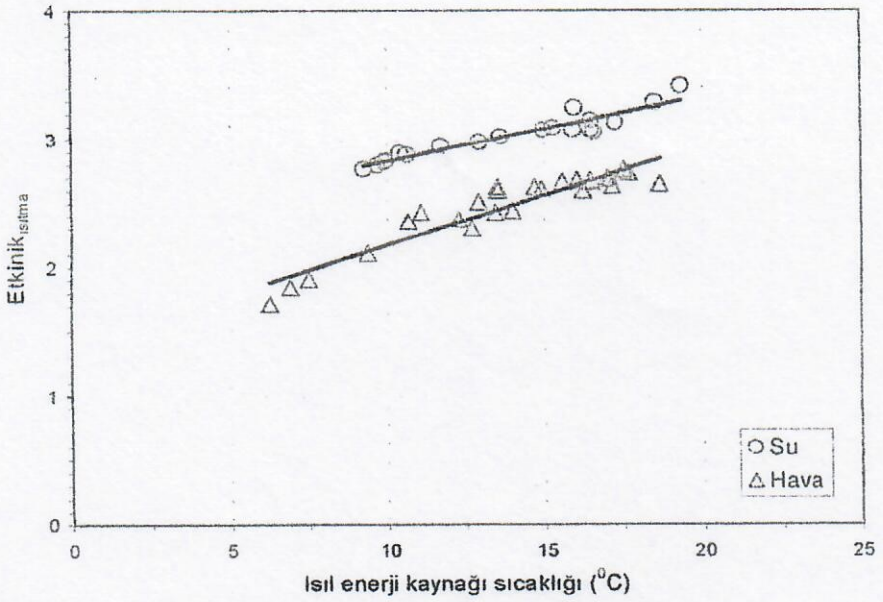


Şekil 4. Su kaynaklı ısı pompası

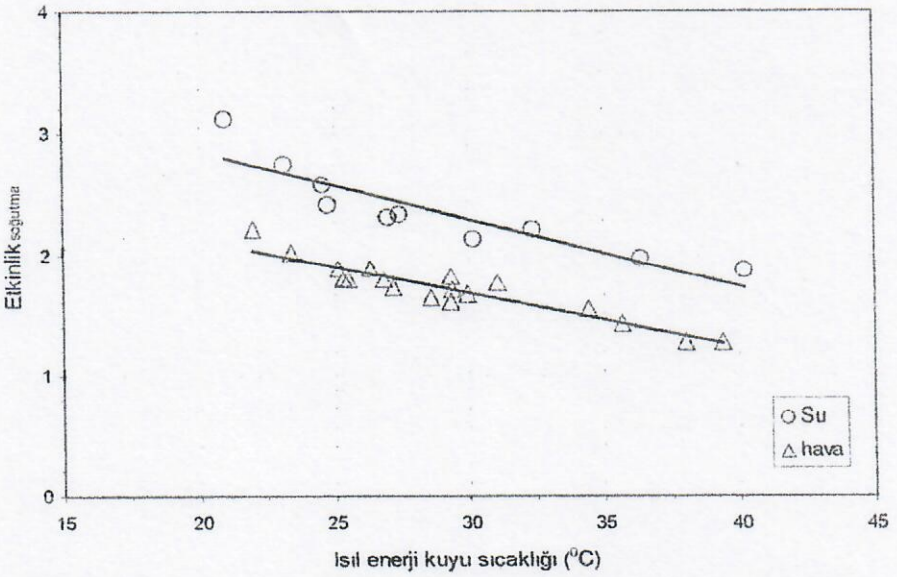


Şekil 5. Deney düzeneğinin bir resmi

Hem havayı hem de suyu ısıl enerji kaynağı olarak kullanabilen bu ısı pompası ile Laboratuarda bulunan bir odanın ısıtılması ve soğutulması gerçekleştirilerek deneyler yapılmıştır. Deneylerde ölçülen değerler kullanılarak sistemin ısıtma (Şekil 6) ve soğutma (Şekil 7) performans katsayıları belirlenmiştir. Şekillerden de görülebileceği gibi hem ısıtmada hem de soğutmada su kaynaklı ısı



Şekil 6. Hava ve su kaynaklı ısı pompasında ısıtma etkinlikleri



Şekil 7. Hava ve su kaynaklı ısı pompasında soğutma etkinlikleri

pompasının etkinliği hava kaynaklıya göre daha yüksektir.

İncelenen sıcaklık verileri ve deneylerden elde edilen etkinlik değerleri dikkate alınarak, bütün ısıtma ve soğutma sezonu boyunca dış hava yerine Seyhan Nehri suyunun ısı pompalarında ısıl enerji kaynağı olarak kullanılmasının daha avantajlı olabileceği sonucuna varılmıştır. Seyhan Nehri suyunun kullanımı özellikle ısıtma ve soğutma sezonlarının başlangıcında çok daha uygun olmaktadır. Türkiye'nin hızla artan enerji açığı dikkate alınarak, Adana'da Seyhan Nehri ve Baraj gölü

suyunun ısı pompalarında düşük ve yüksek ısıl enerji kaynağı olarak kullanımı teşvik edilmelidir.

4. KAYNAKLAR

1. *Yılmaz,T. ve Cihan,E., "Isı pompası ile ısıtma-soğutma ve sıcak-soğuk su hazırlama", Ç. Ü. Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 8/1, 165-181, (1993).*
2. *Yılmaz,T., Cihan,E. ve Şendağ,M.T., "Çok amaçlı ısı pompası uygulaması", 2. Ulusal Soğutma ve İklimlendirme Kongresi, 201-211, Adana, 1992.*
3. *Yılmaz,T., Cihan,E. ve Ünal,Ş., "Çok amaçlı ısı pompasında deneysel sonuçlar", 11. Enerji Tasarrufu Semineri, İstanbul, 215-223, Ocak 1993.*
4. *Yılmaz,T. ve Özgören,M., "Isıtma ve soğutma amaçlı ısı pompası sisteminin tasarımı ve tanıtılması", Ç.Ü. Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 11/1, 155-166, (1996).*
5. *Yılmaz,T., Özgören,M. ve Bulut,H., "Sıcak su ihtiyacının ısı pompası ile karşılanması", 11. Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi, 479-488, 17-19 Eylül 1997.*
6. *Yılmaz,T. ve Özgören,M., "Hava-hava ve hava-su ısı pompası uygulaması", İTÜ, 1. Makina Mühendisliği Kongresi, 86-93, 4-6 Haziran 1997.*
7. *Büyükalaca,O, Yılmaz,T. ve Ekinci,F, "Su ve hava kaynaklı bir ısı pompasının incelenmesi", SİMER'2000, 6. Ulusal Soğutma ve İklimlendirme Tekniği Kongresi, 412-422, Adana, 13-14 Nisan 2000.*
8. *Büyükalaca,O., Ekinci,F. and Yılmaz,T., "Experimental investigation of Seyhan River and Dam Lake as heat source-sink for a heat pump", Energy, 28, 157-169, (2003).*