6. Ulusal Soğutma ve İklimlendirme Tekniği Kongresi
13-14 Nisan 2000, Çukurova Üniversitesi, Adana

SU ve HAVA KAYNAKLI BİR ISI POMPASININ İNCELENMESİ

Orhan BÜYÜKALACA, Tuncay YILMAZ ve Fırat EKİNCİ

Çukurova Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, 01330 ADANA

ÖZET : Bu çalışmada, Adana şehir merkezi için Seyhan Nehri ve Seyhan Baraj Gölü suyunun ısıtma amaçlı bir ısı pompasında ısıl enerji kaynağı olarak kullanılması deneysel olarak araştırılmıştır. Bu amaçla, Çukurova Üniversitesi Makine Mühendisliği Laboratuarlarında hem havayı hem de suyu ısıl enerji kaynağı olarak kullanabilen bir ısı pompası imal edilmiştir. Seyhan Gölü suyunu doğrudan kullanmak mümkün olmadığından, göl suyu laboratuar şartlarında modellenmiştir. Bu amaçla, büyük hacimli ve sıcaklığı kontrol edilen su tankları kullanılmıştır. Deney düzeneği kullanılarak, değişik kaynak sıcaklıklarında, hem hava hem de su kaynaklı deneyler yapılmış ve değerlendirilmiştir.

Anahtar kelimeler : Isı pompası, hava kaynaklı ısı pompası, su kaynaklı ısı pompası

INVESTIGATION OF AN AIR AND WATER SOURCE HEAT PUMP

ABSTRACT: In this study, the use of water of Seyhan River and Seyhan Dam Lake as heat source for a heat pump in Adana city center was investigated experimentally. For this purpose, a heat pump that is capable of using both water and air as heat source was manufactured in the Laboratories of Mechanical Engineering Department of Çukurova University. Since it was not possible to use directly the Seyhan Lake water, the lake water was modeled using water tanks in the Laboratory. For this purpose, large volume water tanks whose temperatures are controlled were used. Using the experimental setup, both water and air-source experiments were performed for various source temperatures. The experimental results are discussed.

Key words: Heat pump, air source heat pump, water source heat pump

1. GİRİŞ

Mevcut doğal enerji kaynaklarının sınırlı olması ve enerji kullanımının hızla artması, yakın gelecekte insanlığı enerji sorunlarıyla karşı karşıya bırakacaktır. Sınırlı enerji kaynakları dikkate alındığında, enerji tüketiminde daha dikkatli olmak bir zorunluluk haline gelmiştir. Son yıllarda ülkemizde de, üretilen elektrik enerjisi talebi karşılamaya yetmemeye başlamış ve bunun sonucu olarak da elektrik kesintileri gündeme gelmiştir. Modern toplumlarda, üretilen elektrik enerjisinin yaklaşık %40'ı konfor şartlarının sağlanmasında kullanılmaktadır[1]. Konfor şartlarının sağlanmasında kullanılan cihazlardan birisi de ısı pompasıdır. Isı pompaları düşük sıcaklıktaki bir kaynaktan, yüksek sıcaklıktaki bir kaynağa ısıyı aktaran cihazlardır. Bu işlemi yaparken ısı pompaları belli bir enerji tüketmek zorunda olup, tüketilen enerji çoğunlukla elektrik enerjisidir. Adana için yapılan bir çalışmada, hava kaynaklı ısı pompası ile kat kaloriferi ilk yatırım maliyeti ve yıllık giderler açısından karşılaştırıldığında 2,5 yıl içerisinde bir ısı pompasının kendisini amorti ettiği hesaplanmıştır[2]. Isı kaynağının sıcaklığı düştükçe buna bağlı olarak ısı pompasının etkinliği düşmektedir. Isı kaynağı olarak su, havaya göre kış ayları boyunca sıcaklık değişimi daha az olduğundan, ısı pompalarında ısı kaynağı olarak kullanılması daha verimli olabilmektedir.

Ülkemizde son yıllarda, Çukurova, Akdeniz ve Ege bölgelerinde, ısı pompalarına talep artmıştır. Split ve pencere tipi olmak üzere evlerde ve küçük işyerlerinde kullanılan ısı pompalarının hemen hemen tamamı hava kaynaklıdır. Büyük işyerleri ve fabrikalarda kullanılan ısı pompalarında ise hava veya su kaynak olarak kullanılmaktadır. Kış aylarında dış hava sıcaklığının düştüğü zamanlarda, ısı pompasının buharlaştırıcısındaki yoğuşmadan dolayı serpantinlerin üzerinde buz oluşmaktadır. Bu buz tabakasının ortadan kaldırılması için defrost yapılmaktadır. Defrost işlemi, dış hava sıcaklığının yaklaşık 5 ^{0}C'ye düşmesi durumunda otomatik olarak gerçekleştirilmektedir. Bu sırada ortalama buharlaştırıcı yüzey sıcaklığı 0 ^{0}C civarındadır. Buzlanma miktarı dış hava sıcaklığı, havanın nem oranı ve ısı değiştiricinin yapısı ile doğrudan ilgidir. Defrost işlemi genelde sıcak gazdan yararlanarak gerçekleştirilir ve bu esnada sistem ısıtma çevriminden soğutma çevrimine geçmektedir. Otomatik kontrol ile kumanda edilen defrost işlemlerinde defrost süresi oldukça kısa tutulur. Bazı

hallerde defrost süresince kullanılmak üzere iç taraftaki ısı değiştircisine ilave elektrikli ısıtıcılar monte edilmektedir. İşlem sırasında ısı değiştiricilerin ısıyı naklettiği akışkan debileri de değiştirilebilir. Bunlara ilave olarak. fan hızlarının düşürülmesi veya fanların tamamen devre dışı kalması da mümkündür. Defrost kontrolü için zaman, sıcaklık, basınç, hava hızı, kombine elektrikli ve mikroprosesörlü kontrol gibi değişik kontrol teknikleri uygulanır[3].

Isı pompalarının performansı birçok faktöre bağlıdır. Bu faktörlerden bazıları aşağıda verilmiştir[4]:

- Yıllık ısıtma ve soğutma ihtiyacı ile maksimum pik yük değerleri.
- Isı kaynağının sıcaklığı ve ısı değiştiricisinin özelliği.
- Yardımcı elemanların (pompalar, fanlar) özellikleri.
- Isı pompasının kontrol sistemi.
- Isı ihtiyacı ve ısı pompasının işletim karakteristiklerine bağlı olarak ısı pompasının büyüklüğü.

Su kaynaklı ısı pompalarının kullanılması son yıllarda Amerika Birleşik Devletleri ve bazı Avrupa ülkelerinde artmıştır[5]. Su kaynaklı ısı pompaları beş ana grupta incelenmektedir. Bunlar sırasıyla; su dolaşımlı, yeraltı suyu kaynaklı. yüzey suyu kaynaklı, yüzey suyu kapalı dolaşımlı ve yeraltı suyu kapalı dolaşımlı ısı pompalarıdır[6]. ISO 13256-1 ve ARI 320, 325 ve 330 su kaynaklı ısı pompalarının başlıca standartlarıdır[7].

Su kaynaklı ısı pompalarının kullanılması, aşağıdaki belirtilen durumlar sağlandığı durumlarda ekonomik olmaktadır[4]:

- Elektrik tüketiminin yüksek olması ve diğer alternatif kaynakların pahalı veya bulunmaması
- Sıcak su kullanımının yüksek olması ile 4 veya daha fazla şahıslı aileler için mahal ısıtılması
- Isıtma gereksiniminin az, soğutmanın gerekli olduğu ılıman iklimler
- 07-19 saatleri arasında elektrik ve ısıtma yükünün artması

2. DENEY DÜZENEĞİ

Bu çalışmada, su ve havayı ısıl enerji kaynağı olarak kullanabilecek bir ısı pompası tasarlanmış ve Çukurova Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü

Laboratuarlarında imal edilmiştir. Bu ısı pompası kullanılarak laboratuardaki bir odanın ısıtılmasıyla ısıtma deneyleri yapılmıştır. Çalışmada kullanılan deney düzeneği şematik olarak Şekil 1'de gösterilmiştir. Deney düzeneğinin ana elamanları, ısı pompası, fancoiller, sirkülasyon pompaları, kontrol amacıyla kullanılan yardımcı elemanlar ve su kaynaklı deneyler için kullanılan küçük ve büyük hacimli su depolarıdır. Isıtma ve soğutma amaçlı tasarlanan deney düzeneğinde, su ve soğutucu akışkan hattı olmak üzere iki hat vardır. Isı pompasının buharlaştırıcı ve yoğuşturucusunda plakalı tip ısı eşanjörleri kullanılmıştır. Su kaynaklı deneylerde deney düzeneğinde yoğuşturucudaki kızgın buhar halindeki soğutucu akışkanla ısı transferinden sonra yoğuşturucudan çıkan sıcak su, bu hattaki sirkülasyon pompası vasıtasıyla odadaki fan-coile gitmekte ve sirkülasyon deney boyunca devam etmektedir. Buharlaştırıcıda ise, soğutucu akışkanla ısı transferinden dolayı soğuyan su buharlaştırıcıdan çıkarak büyük hacimli su tankına gelmektedir. Bir tesisat yardımıyla, küçük hacimli su tankına gelen suyun son sıcaklık kontrolü PID'li sıcaklık kontrol cihazı yardımıyla yapılarak, bu hattaki sirkülasyon pompası yardımıyla buharlaştırıcıya gönderilmektedir. Hava kaynaklı deneylerde ise, yoğuşturucudan çıkan sıcak su sirkülasyonu devam ederken, buharlaştırıcıdan çıkan ve soğumuş su yine sirkülasyon pompası yardımıyla deney düzeniği üzerinde bulunan fan-coil'e gelir ve havadan ısıyı alarak buharlaştırıcıya döner.

Buharlaştırıcı ve yoğuşturucu hatlarında dolaşan su debileri iki adet ventürimetre yardımıyla bulunmuştur. Buharlaştırıcı ve yoğuşturucu giriş ve çıkış sıcaklığı, oda sıcaklığı, dış hava sıcaklığı ve su tankı sıcaklığı K tipi ısıl eleman çiftleri kullanılarak ölçülmüştür. Deney boyunca sistemin elektrik enerjisi tüketimini bulmak için, deney düzeneğinin çektiği voltaj ve akım elektronik bir devre ile ölçülmüştür.

Deney süresince ölçülen fiziksel büyüklüklerin doğru ve sürekli ölçülebilmesi için bilgisayar kontrollü bir veri toplama sistemi kullanılmıştır. Isıl eleman çiftleri bir buz banyosuna getirildikten sonra, çıktılar bir analog-sayısal çeviriciye bağlanmıştır. Aynı zamanda voltaj ve akımı ölçmek için kullanılan devrenin çıktısı da analog-sayısal çeviriciye bağlanmıştır. Analog-sayısal çeviriciden elde edilen sayısal sinyaller bir bilgisayar tarafından okunmuştur.

Deneyler süresince ölçülen fiziksel büyüklükler her 10 saniye de bir bilgisayar tarafından okunarak depolanmıştır. Bu ham veriler, daha önce elde edilen kalibrasyon eğrileri yardımıyla istenilen birimlere dönüştürülmüştür.

3. DENEY SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Seyhan Nehri suyunu doğrudan kullanma zorluğundan dolayı Laboratuarda bir modelleme yapılmıştır. Bu modelleme için, 1999 Kasım ayından itibaren Seyhan nehrinin sıcaklığı 3 değişik derinlikte ölçülmüştür. Elde edilen veriler şekil 2'de gösterilmiştir. Şekil 2'de, aynı zamanda ölçülen hava sıcaklığı da gösterilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi nehir suyu sıcaklığı ölçüm yapılan derinlik aralığında değişim göstermemektedir. Su sıcaklığı günlük değişimi oldukça düzgün iken, hava sıcaklığında dalgalanmalar görülmektedir. Hava sıcaklığı bazı günlerde su sıcaklığının üzerinde olurken bazı günlerde tersi söz konusudur. Ölçümler her gün sabah ve akşam saatlerinde yapılmıştır. Su sıcaklığında gün içerisinde dikkate değer bir değişiklik söz konusu değil iken, hava sıcaklığı gün içerisinde büyük değişiklikler arz etmektedir. Bu durum şekil 2'de ölçüm ve [8]'den alınan minumum sıcaklıkların karşılaştırılmasından kolayca görülmektedir. Seyhan Nehri su sıcaklığı daima günlük en düşük hava sıcaklığından daha yüksek olmaktadır. Bu da ısı pompası ısıl enerji kaynağı olarak Seyhan Nehri suyunu cazip hale getirmektedir.

Kurulan deney düzeneği ile hem su kaynaklı hem de hava kaynaklı deneyler yapılmıştır. Su kaynaklı deney sonuçlarına örnek olarak, 6 Mart 2000 tarihinde yapılan deneylerden elde edilen sonuçlar şekil 3, 4 ve 5'te gösterilmiştir. Bu deney süresince su sıcaklığı 20 ^{0}C ± 0.40 de sabit tutulmuştur. Şekil 3'te deney süresince ölçülen buharlaştırıcı ve yoğuşturucu giriş-çıkış sıcaklıları verilmiştir. Buradan sıcaklıkların yaklaşık 2000 s' den sonra dengeye ulaştığı görülmektedir. Isıl enerji kaynağı olarak sabit sıcaklıkta tutulan su tanklarından çekilen enerji, ısıtılan mahale aktarılan enerji ve sistemin tamamının çektiği elektrik enerjisinin deney boyunca değişimi ise şekil 4'te verilmiştir. Buradan da başlangıçtaki ilk birkaç dakikalık süreden sonra enerji değerlerinde bir sürekliliğinin olduğu görülmektedir. Yaklaşık 1435 Watt elektrik enerjisi harcanarak, su tanklarından

yaklaşık 1833 Watt ısı çekilerek, ısıtılan mahale yaklaşık 3268 Watt ısı aktarılmaktadır.

Bu değerler kullanılarak, ($Q_{yoğuşturucu}$ / W) şeklinde tarif edilen toplam ısıtma etkinliği hesaplanmıştır. Burada W, sistemin çektiği toplam elektrik enerjisi olup, kompresör, sirkülasyon pompaları ve hava fanlarının çektiği elektrik enerjisini içermektedir. Hesaplanan toplam ısıtma etkinlik değerleri şekil 5'te verilmiştir. Buradan ilk 2000 s'den sonra toplam etkinlik değerinin 2.33 civarında sabit olduğu görülmektedir.

Şekil 6.7 ve 8 de ise hava kaynaklı ısı pompası deneylerine örnek olarak 22 Şubat 2000 tarihinde yapılan deneyin sonuçları verilmiştir. Hava sıcaklığı gün boyunca değiştiğinden (Şekil 8), buna bağlı olarak sistemde ölçülen sıcaklıklarda dalgalanmalar görülmektedir. Bu deney süresince dış hava sıcaklığı 7 ^{0}C ile 11 ^{0}C arasında değişmiştir. Elde edilen toplam ısıtma etkinlik değerleri ise ortalama 1.98 civarındadır. Şekil 9'da bugüne kadar yapılan su ve hava kaynaklı ısıtma deneylerinden, deney boyunca elde edilen ortalama toplam etkinlik değerlerinin ısıl kaynak sıcaklığına bağlı olarak karşılaştırılması yapılmıştır.

Hava kaynaklı ısıtma deneyleri 6 ^{0}C ile 17 ^{0}C, su kaynaklı ısıtma deneyleri 13 ^{0}C ile 20 ^{0}C arasında yapılmıştır. Yaklaşık aynı sıcaklıklarda yapılan su ve hava kaynaklı ısıtma deneylerinde farklı etkinlik değerlerinin oluşmasının nedeni, su kaynaklı ısıtma deneylerinde sabit sıcaklıkta tutulan tanklarda sağlanan suyun doğrudan buharlaştırıcıya geçirilmesinden kaynaklanmaktadır. Hava kaynaklı ısıtma deneylerinde ise fan-coil verimini dikkate almak gerekmektedir. Isı çekilen ortam havası ile buharlaştırıcı arasında ısı transferi için aracı akışkan olarak su kullanılmaktadır.

4.SONUÇ

Adana'da bulunan Seyhan Nehri/Baraj suyunun su kaynaklı bir ısı pompasında kullanılmasının deneysel olarak incelendiği bu çalışmada artan ısı kaynağı sıcaklarında ısı pompasının etkinliği artmıştır. Özellikle kış aylarında dış hava sıcaklığı düşük olduğu zamanlarda ısıtmanın su kaynaklı olması enerji tüketimi açısından daha verimli olacaktır. Seyhan Nehri/Baraj suyu doğrudan bir ısı pompasında kullanıldığında elde edilecek sonuçlar bu çalışmada bulunan

değerlere yakın olacaktır. Ayrıca, su kaynaklı ısı pompasının buz depolu bir sistemle beraber incelendiğinde daha değişik sonuçlar ortaya çıkacağı ve bu sonuçların enerji tüketimi açısından ülkemiz için yararlı olacağı düşünülebilir.

KAYNAKLAR

[1] BROWN K., P.E ,"Evaporative cooling for laboratory",ASHRE Journal, 1992

[2] YAMANKARADENİZ, Recep., "Adana için hava kaynaklı ısı pompası ile kat kaloriferinin karşılaştırılması ", 2.Ulusal Soğutma ve İklimlendirme Tekniği Kongresi Bildiriler Kitabı, s.235-245,1992.

[3] EŞER, Erkut., "Isı pompalı sistemler", I. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, s.459-460,

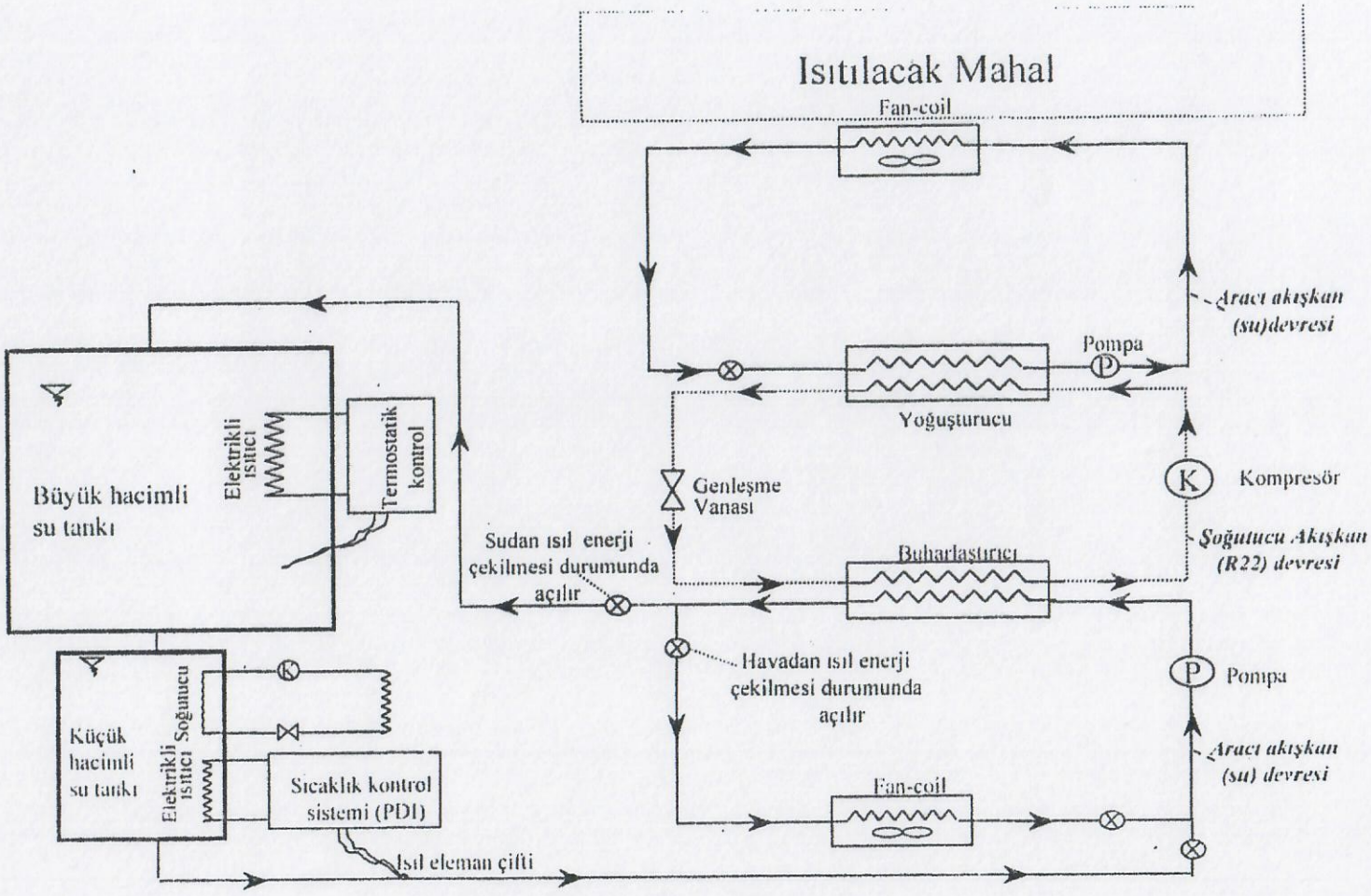
[4] www. Heatpumpcentre.org/news.htm

[5] www.igshpa.oksatate.edu/Publications/

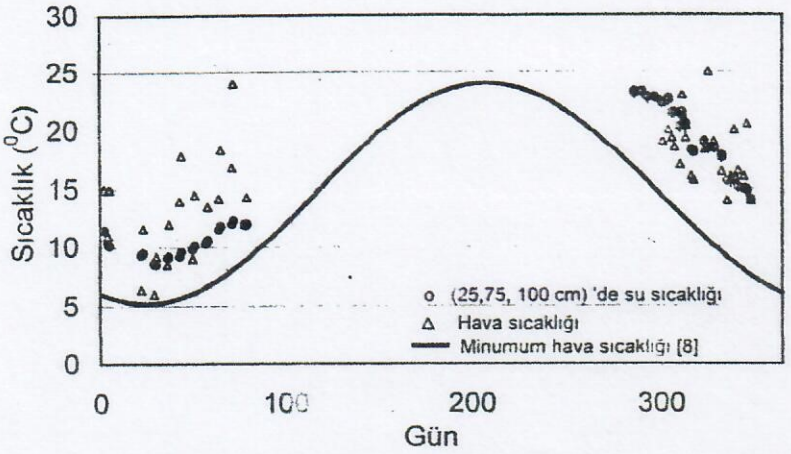
[6] ASHRE Handbook, section.47.3, WATER-SOURCE HEAT PUMPS.

[7] ELLİS, Daniel., "An Overview of ARI/ISO Standard 13256-1 for water-Source Heat Pumps", ARI members. www.ari.org/

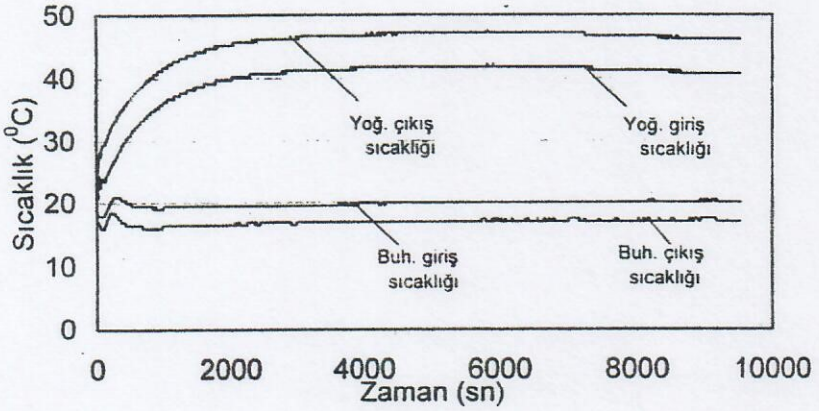
[8] BULUT H., BÜYÜLALACA O., YILMAZ A,. "Türkiye'nin 15 ili için bazı iklim verilerinin eşitliklerle ifadesi", TMMOD Tesisat dergisi. Sayı 51. s.48-56,199



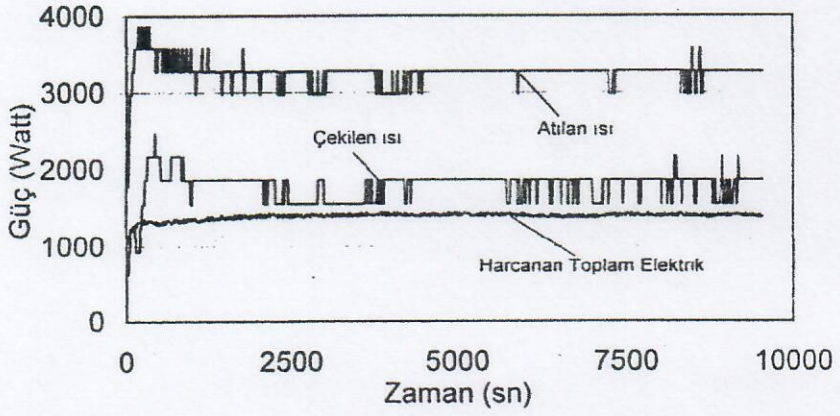
Şekil 1. Deney düzeneğinin şematik resmi.



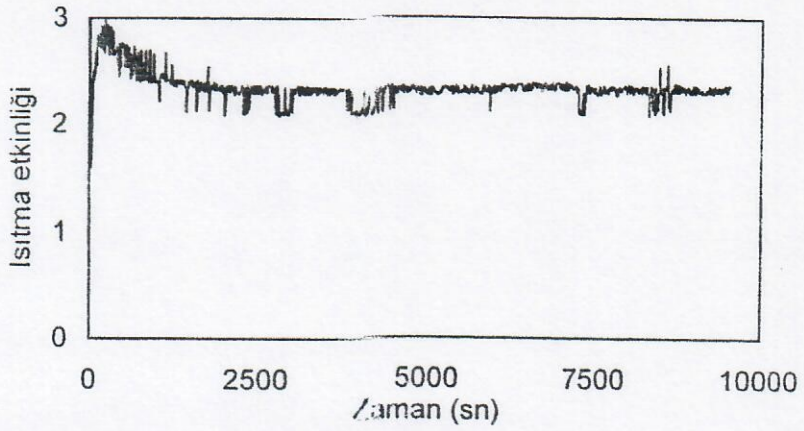
Şekil 2. Seyhan Nehri su ve dış hava sıcaklığının yıl içinde değişimi



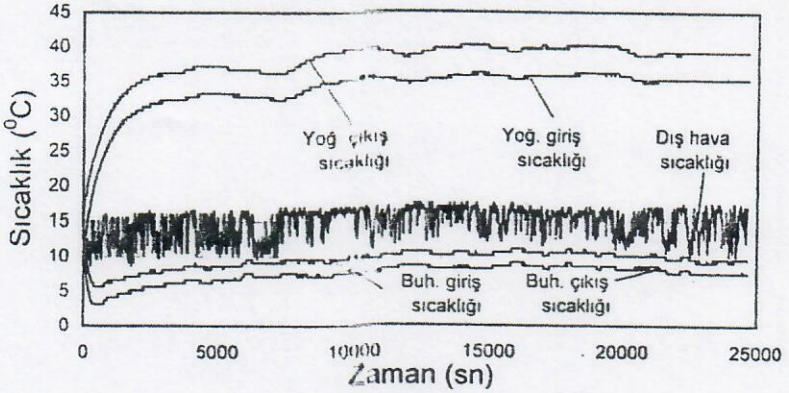
Şekil 3. Sıcaklıkların deney süresince değişimi (su kaynaklı)



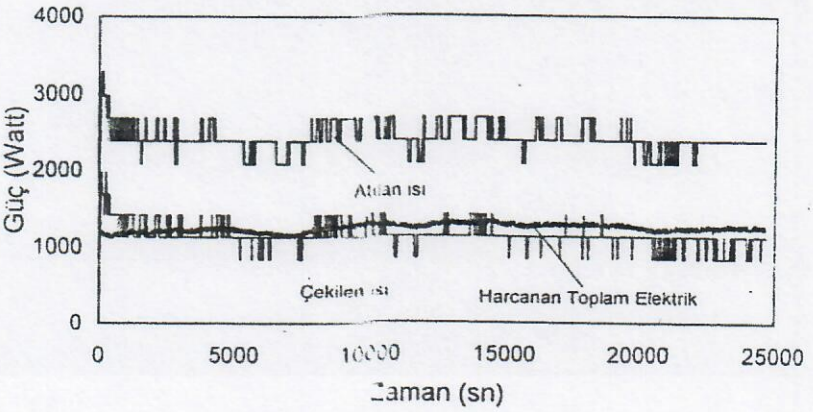
Şekil 4. Güç değerlerinin deney süresince değişimi (su kaynaklı)



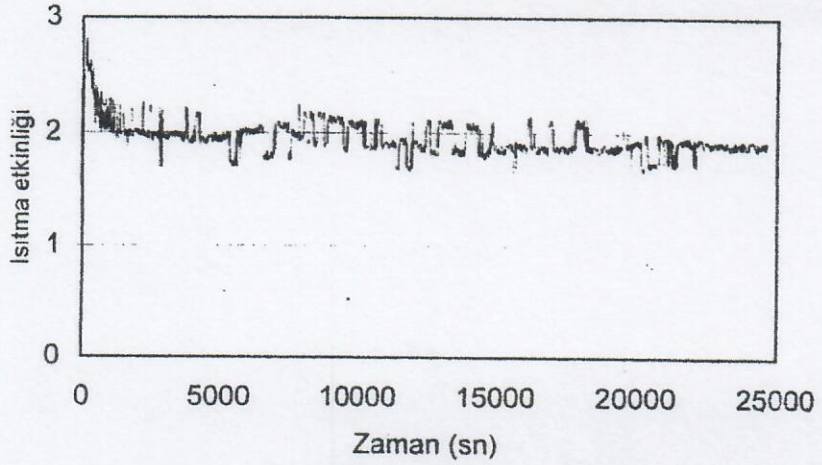
Şekil 5. Etkinlik değerlerinin deney süresince değişimi (su kaynaklı)



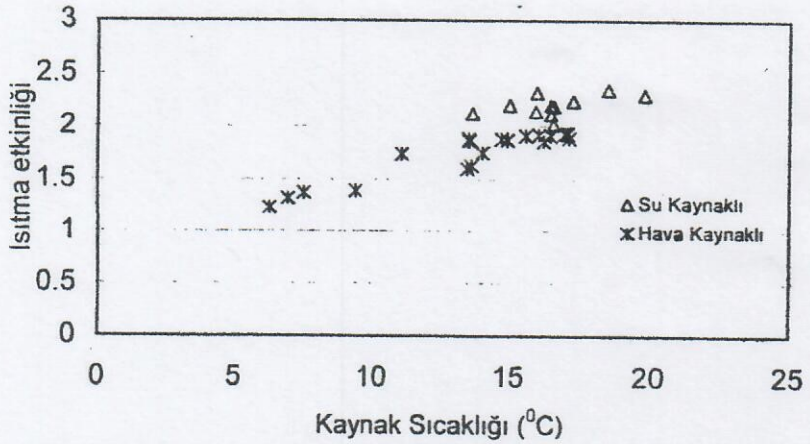
Şekil 6. Sıcaklıkların deney süresince değişimi (hava kaynaklı)



Şekil 7. Güç değerlerinin deney süresince değişimi (hava kaynaklı)



Şekil 8. Etkinlik değerlerinin deney süresince değişimi (hava kaynaklı)



Şekil 9. Su ve hava kaynaklı deneylerin etkinliklerinin
ısı kaynağının sıcaklığı ile değişimi