SEYHAN NEHİR VE GÖL SUYUNUN BİR ISI POMPASINDA KULLANILMASI

Fırat EKİNCİ
Çukurova Üniversitesi
Müh-Mim.Fakültesi
Makine Mühendisliği Böl.
01330 Adana
fekinci@mail.cu.edu.tr

Orhan BÜYÜKALACA
Çukurova Üniversitesi
Müh-Mim.Fakültesi
Makine Mühendisliği Böl.
01330 Adana
orhan1@mail.cu.edu.tr

Tuncay YILMAZ
Çukurova Üniversitesi
Müh-Mim.Fakültesi
Makine Mühendisliği Böl.
01330 Adana
tunyil@mail.cu.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada, Adana şehir merkezi için Seyhan Nehri ve Seyhan Baraj Gölü suyunun bir ısı pompasında ısıl enerji kaynağı-kuyusu olarak kullanılması deneysel olarak araştırılmıştır. Seyhan Nehrinin su sıcaklığı bir yıl boyunca farklı derinliklerde ölçülmüştür. Deney düzeneği kullanılarak, değişik kaynak sıcaklıklarında, hem hava hem de su kaynaklı deneyler yaz ve kış aylarında gerçekleştirilmiştir. Su ve hava kaynaklı deneylerden elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

ABSTRACT

In this study, the use of waters of Seyhan River and Dam Lake as heat source and sink in a heat pump for Adana was investigated experimentally. Temperature of the water in Seyhan River measured in different depths during one year. Using the experimental set-up built, both water and air experiments were performed for various heat source and sink temperatures in winter and summer. The experimental results obtained from the air and water source and sink experiments were compared.

1. GİRİŞ

Enerji tüketimi ülkemizin gelişimine paralel olarak düzenli bir şekilde artmaktadır. Doğal enerji kaynaklarının sınırlı olması ve artan enerji tüketiminin yakın bir zamanda çok önemli enerji sorunları yaratması beklenmektedir. Son yıllarda, ülkemizde bu tür sıkıntılar yaşanmış ve elektrik kesintileri gündeme gelmiştir. Üretilen elektrik enerjisinin yaklaşık %40'ı konfor şartlarının sağlanmasında kullanılmaktadır[1]. Konfor şartlarını sağlayan cihazlardan biri de ısı pompalarıdır. Bir ısı pompasının etkinliği birçok faktöre bağlı olmakla beraber, bu faktörler içerisinde ısıl enerji kaynağı önemli bir yer tutar. Hava, egzoz gazı, yeraltı suyu, göl ve nehir suyu, deniz suyu, toprak ve atık su ısı pompalarında kullanılabilecek ısıl enerji kaynaklarıdır. Günümüzde hava kaynaklı ısı pompaları en yaygın olarak kullanılan ısı pompalarıdır. Düşük dış hava sıcaklığında ($<5^{0}$C) ve yüksek nemde (>%60) dış ortamda bulunan ısı değiştiricisi üzerinde meydana gelen buzlanma, hava kaynaklı ısı pompalarının en önemli dezavantajıdır. Bu durumda, eğer mevcut ise hava yerine daha yüksek sıcaklıktaki başka bir ısıl enerji kaynağını kullanmak enerji tüketimi açısından daha olumlu olacaktır. Örneğin ısıtma sezonu süresince yüksek, soğutma sezonu boyunca düşük sıcaklığa sahip ve sıcaklığı havaya göre çok daha az değişen bir su kaynağının ısı pompalarında kullanılması havaya göre daha verimli ve ekonomik olabilir. Ülkemizde su kaynaklı ısı pompası uygulamaları oldukça sınırlıdır. Bu çalışmada 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 araştırılmıştır

2. SEYHAN NEHRİ, BARAJ GÖLÜ VE ADANA'NIN ISIL KARAKTERİSTİĞİ

Su kaynağının bir ısı pompasında kullanılabilmesi için öncelikle kaynağın ısıl özelliklerinin belirlenmesi gerekir. Türkiye'nin beşinci büyük şehri olan ve bir milyondan fazla nüfusa sahip Adana, sanayii ve tarım yönünden zengin bir ilimizdir. İklim olarak kış aylarında ılık, yaz aylarında ise oldukça yüksek sıcaklığa sahiptir. Isıtma sezonu Kasım ayı ortasından Nisan ayı ortasına kadar devam ederken, soğutma sezonu Mayıs ayı ortasından Ekim ayı ortasına kadar sürmektedir [2,3]. 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'nden alınan 16 yıllık dış hava sıcaklık ve mutlak nem verileri incelendiğinde, dış hava sıcaklığının kritik sıcaklık olan 5 ^{0}C'nin altına

düştüğü ve hatta Kasım ayından Şubat ayına kadar bu durumun gözlenebildiği görülmektedir[2.3]. Ayrıca, ısıtma sezonu boyunca gün içerisinde sıcaklığın düşük olduğu saatlerde mutlak nem % 60'ın üstünde olmaktadır[4]. Hava kaynaklı ısı pompasıyla yapılan ısıtma işleminde, yüksek nem ve düşük sıcaklık dış ısı değiştiricisi üzerinde buzlanmaya neden olmaktadır. Buzlanmanın giderilebilmesi için yapılan defrost işleminde konfor şartları bir süre sağlanamadığı gibi ek bir enerjiye de ihtiyaç duyulmaktadır.

Seyhan Nehri ve Baraj Gölü'nün ısıl özelliği daha önce incelenmemiştir. Isıl karakteristiğin belirlenmesi için, su sıcaklığı değerleri gerekmektedir. Devlet Su İşleri tarafından değişik zamanlarda ölçülmüş su sıcaklığı verileri olmakla beraber bunlar sadece yılın birkaç günü içindir. Düzenli ve güvenilir bir veri elde etmek için, Seyhan Nehri su sıcaklığı bir yıl boyunca 3 farklı derinlikte (25 cm, 50 cm ve 100 cm) ölçülmüştür. Su sıcaklığı ölçüm sonuçları Şekil 1'de, günlük maksimum, minimum ve ortalama dış hava sıcaklıkları ile beraber verilmiştir.

Şekil 1'den de görülebildiği gibi Seyhan Nehri su sıcaklığı Ocak ayından Mart ayının ortalarına kadar günlük ortalama dış hava sıcaklığına hemen hemen eşittir. Mart ayının ortasından sonra, yağışlarla düşen su sıcaklığı yine de günlük minimum dış hava sıcaklığının üstünde kalmaktadır. Kasım ayının ortasından Aralık ayının sonuna kadar su sıcaklığı günlük ortalama dış hava sıcaklığından 2-3 ^{0}C daha yüksek ve günlük maksimum dış hava sıcaklığına yakındır. Bu durumun baraj gölünün ısıl ataletinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Soğutma sezonunda ise, su sıcaklığı günlük maksimum dış hava sıcaklığından daima daha düşük ve Mayıs ayı ortasından Ağustos ayının ortasına kadar günlük minimum dış hava sıcaklığına yakın olmaktadır. Mayıs ayında su sıcaklığının azalması, Toros dağlarındaki karların erimesinden kaynaklanmaktadır. Soğutma sezonunun sonunda ise, su sıcaklığı ortalama dış hava sıcaklığına yaklaşmaktadır.

Su kaynaklı ısı pompası ile soğutmada su sıcaklığının 13 ^{0}C ile 24 ^{0}C arasında olması durumunda, soğutma etkinliği çok iyi, 29 ^{0}C'den düşük olması durumunda iyi ve 29 ^{0}C ile 35 ^{0}C arasında olması durumunda kabul edilebilir sayılmaktadır. Eğer su sıcaklığı 13 ^{0}C'den düşük ise, su doğrudan soğutmada kullanılabilinir[5]. Seyhan Nehri ve Baraj Gölü su sıcaklığı Mayıs ayının ortasından Ağustos ayının başlangıcına kadar, 17 ile 24 ^{0}C arasında değişmektedir. Kalan diğer dönemde ise, 27 ^{0}C'den daha düşüktür. Bu veriler ısıl kuyu olarak Seyhan Nehri ve Baraj Gölü suyunun ısı pompalarında kullanılmasının avantajlı olabileceğini göstermektedir.

3. DENEY DÜZENİĞİ

Makine Mühendisliği Laboratuarlarında bir odanın ısıtılıp soğutulmasında kullanılan ısı pompası deney düzeneği şematik olarak şekil 2'de gösterilmiştir. Sistem, bir buhar sıkıştırmalı ısı pompası, fan-coiller, sirkülasyon pompaları, üç ve dört yollu vanalar, yardımcı ısı pompası, ısıtıcı ve sıcaklık kontrol cihazlarından oluşmaktadır. Laboratuar baraj gölünün yüzeyinden yaklaşık 67 m yukarıda yer aldığı için, suyun doğrudan ısı pompası sisteminde kullanılması mümkün olamamıştır. Bu nedenle, bir modelleme yapılmıştır. Modellemede kullanılan 1000 litre kapasiteli su tankı ısıtma ve soğutma deneyleri için ısıl enerji kaynağı-kuyusu olarak kullanılmıştır. Buharlaştırıcıya veya yoğuşturucuya gönderilen suyun sıcaklığını istenilen değerde sabit tutabilmek için, 20 litrelik ikinci bir su tankı kullanılmıştır. Bu tankın içerisine bir yardımcı ısı pompası ve elektrikli ısıtıcı yerleştirilerek su sıcaklığının sabit kalması sağlanmıştır. Isı pompası ve elektrikli ısıtıcı PID tip sıcaklık kontrol cihazı ile kontrol edilmiştir.

Isı pompası sisteminde iki adet su hattıyla (buharlaştırıcı ve yoğuşturucu su hattı) birlikte bir adet soğutucu akışkan hattı vardır. Su hatlarındaki suyun hareketi sirkülasyon pompaları tarafından sağlanmıştır. Isıtma deneylerinden soğutma deneylerine geçerken buhar sıkıştırmalı ısı pompasının soğutucu akışkan hattı değiştirilmemiş, sadece su hatları dört yollu vanalar yardımıyla değiştirilmiştir. Isıl enerji kaynağının değiştirilmesi için de 3 yollu vanalar kullanılmıştır.

Hava kaynaklı ısıtma deneylerinde, dış ortamda yer alan fan-coil buharlaştırıcıya ısı kaynağı görevini görmektedir(havadan ısı çekişi). Diğer taraftan, yoğuşturucuda ısıtılan aracı akışkan, ısıtılan odada yer alan iç fan-coile pompalanmaktadır. Su kaynaklı deneylere geçildiğinde ise; dış fan-coil devre dışı kalmakta ve aracı akışkan tanklara yönlendirilmektedir. Bu durumda hava yerine, sabit sıcaklıkta tutulan tanklardaki sudan ısı çekilmektedir.

Hava kaynaklı soğutma deneylerinde ise, dış fan-coil yoğuşturucuya ısı kuyusu görevini görmektedir(havaya ısı atımı). Buharlaştırıcıda soğutulan aracı akışkan ise, soğutulan odada bulunan iç fan-coile pompalanmaktadır. Su kaynaklı deneylere geçildiğinde ise; dış fan-coil devre dışı kalmakta, aracı akışkan tanklara yönlendirilmektedir. Bu durumda hava yerine, sabit sıcaklıkta tutulan tanklardaki suya ısı atılmaktadır.

Soğutucu akışkan olarak R22'nin kullanıldığı buhar sıkıştırmalı ısı pompasında yoğuşturucu ve buharlaştırıcı olarak plaka tipi ısı değiştiricileri kullanılmıştır. Sistemin kapasitesinin belirlenmesi için; tüketilen elektrik enerjisi ile ısı değiştiricilerinde çekilen ve atılan ısı miktarlarına gerek vardır. Elektrik enerjisinin ölçümü için, voltajı ve amperi ayrı ayrı ölçebilen bir elektronik

devre kullanılmış olup, buharlaştırıcı ve yoğuşturucuda dolaştırılan su debileri 2 adet ventürimetre yardımıyla ölçülmüştür. Buharlaştırıcı ve yoğuşturucuya giren ve çıkan su sıcakları K tip ısıl eleman çiftleri ile ölçülmüş ve referans sıcaklığı olarak buz banyosu kullanılmıştır. Deney süresince voltaj, amper ve ısıl eleman çiftlerinin çıktıları her 10 saniyede bir data toplayıcı aracıyla bilgisayara aktarılmıştır.

4. SİSTEMİN ETKİNLİĞİNİN HESAPLANMASI

Isı pompası sisteminin etkinliği (ϵ) aşağıdaki formüller yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\varepsilon_{ısıtma} = \frac{\dot{Q}_y}{\dot{W}_{top}} = \frac{\dot{m}_y . c_s \left(T_{yç} - T_{yg}\right)}{\dot{W}_{komp} + \dot{W}_{pomp} + \dot{W}_{fan} + \dot{W}_{diğer}} \qquad (1)$$

$$\varepsilon_{soğutma} = \frac{\dot{Q}_b}{\dot{W}_{top}} = \frac{\dot{m}_b . c_s \left(T_{bg} - T_{bç}\right)}{\dot{W}_{komp} + \dot{W}_{pomp} + \dot{W}_{fan} + \dot{W}_{diğer}} \qquad (2)$$

Bu eşitliklerde $\dot{Q}_y$ ve $\dot{Q}_b$ sırasıyla yoğuşturucudan atılan ve buharlaştırıcıdan çekilen ısı miktarlarını göstermektedir. $\dot{W}_{top}$ tüketilen toplam elektrik enerjisini, $\dot{m}_y$ ve $\dot{m}_b$ ise; yoğuşturucu ve buharlaştırıcıda dolaşan su debilerini göstermektedir. T_{bg}, $T_{bç}$, T_{yg} ve $T_{yç}$ ise sırasıyla buharlaştırıcıya ve yoğuşturucuya giren ve çıkan su sıcaklıklarını göstermektedir.

Eşitliklerde yer alan $\dot{W}_{top}$, iki adet sirkülasyon pompasının($\dot{W}_{pomp}$), iç fan-coilin ve dış fan-coilin (hava kaynaklı deneylerde)($\dot{W}_{fan}$), buhar sıkıştırmalı ısı pompası kompresörünün($\dot{W}_{komp}$) ve diğer yardımcı cihazların harcadığı elektrik enerjisini temsil etmektedir. Su kaynaklı deneylerde dış fan-coil çalıştırılmadığından hesaba katılmamıştır. $\dot{W}_{top}$ tankdaki su sıcaklığını sabit tutmak için kullanılan elektrik ısıtıcısının ve yardımcı ısı pompasının harcadığı enerjiyi içermemektedir.

5. DENEY SONUÇLARI

Isıtma ve soğutma deneylerinde, hem su hem de hava, enerji kaynağı-kuyusu olarak kullanılmıştır. Isıtma deneyleri 2000 yılının Ocak ve Mart aylarında, soğutma deneyleri ise Mayıs ve Ağustos aylarında yapılmıştır. Seyhan Nehri su sıcaklığı ısıtma sezonu boyunca 8 ile 27 ^{0}C arasında değişmektedir. Bu nedenle su kaynaklı ısıtma deneyleri 8 ile 20 ^{0}C arasında yapılmıştır. Hava kaynaklı ısıtma deneyleri ise, dış hava sıcaklığının 6 ile 19 ^{0}C değerleri arasında yapılmıştır. Hava ve suyun ısıl enerji kuyusu olarak kullanıldığı soğutma deneyleri 20 ile 40 ^{0}C sıcaklıkları arasında yapılmıştır. Suyun ısıl enerji kuyusu olarak kullanıldığı ısıtma ve soğutma deneylerinde, su sıcaklığını istenilen ayar değerinde sabit tutmak mümkün olmuştur. Ancak, havanın ısıl enerji kaynağı-kuyusu olarak kullanıldığı ısıtma ve soğutma deneylerinde, dış hava sıcaklığını kontrol etmek mümkün değildir. Dış hava sıcaklığı gün içerisinde değiştiği gibi, anlık dalgalanmalar da sergilemektedir. Bu sebeple hava kaynaklı deneylerde, deney süresince ölçüm değerleri elde edildikten sonra, bu değerlerin ortalaması alınmış ve kullanılmıştır.

Yapılan ısıtma deneylerinden elde edilen $\varepsilon_{ısıtma}$ sonuçları Şekil 3'de gösterilmiştir. Şeklin incelenmesinden, hem hava hem de su kaynaklı deneylerde, beklenildiği gibi kaynak sıcaklığının artması ile sistemin ısıtma etkinliğinin yaklaşık doğrusal olarak arttığı görülmektedir. Aynı kaynak sıcaklığında, su ile elde edilen $\varepsilon_{ısıtma}$ değerleri hava ile elde edilen değerlere göre daima daha yüksektir. Bunun sebebi su kaynaklı deneylerde kullanılmayan dış fan-coilin, hava kaynaklı deneylerde belirli bir enerji harcaması ve su kaynaklı deneylerde ise buharlaştırıcıdaki soğutucu akışkan ile ısı çekilen depodaki su arasında doğrudan bir ısı transferinin gerçekleşmesidir. Su kaynaklı deneylerde sistemde dolaşan aracı akışkan buharlaştırıcıda soğutucu akışkana ısı verdikten sonra, doğrudan su tankına dönmektedir. Hava kaynaklı deneylerde ise aracı akışkan buharlaştırıcıda ısı vererek soğuduktan sonra, dış fan-coile gitmekte ve havadan ısı çekmektedir. Soğutucu akışkan ile ısı çekilen kaynak olan dış hava arasındaki ısı geçişi aracı akışkan su tarafından sağlanmaktadır. Bu hava kaynaklı deneylerde belirli bir etkinlik düşüşüne sebep olmaktadır.

Bu çalışmada su kaynaklı ısıtma deneylerinden elde edilen daha yüksek $\varepsilon_{ısıtma}$ değerleri; gerçek su kaynaklı ısı pompası uygulamalarında elde edilemeyebilir. Çünkü; gerçek su kaynaklı ısı pompası uygulamalarında, su kaynağından suyu ısı pompası sistemine pompalamak için bir pompa gücüne ihtiyaç duyulacaktır. Bu da sistemin etkinliğinde belirli bir düşüşe yol açacaktır. Pompalama gücü, belirli bir kapasitedeki sistem için, su kaynağı ile ısı pompasının bulunduğu bina arasındaki düşey ve yatay uzaklığın fonksiyonudur. Bu sebeple pompalama gücü hakkında bir genelleme yapmak mümkün değildir. Her bir uygulama için pompa gücü dikkate alınarak, ısı pompasında kaynak olarak suyun kullanılmasının uygun olup olmayacağına karar verilmelidir. Kaba bir yaklaşımla, su kaynaklı ısı pompası sistemlerinde pompalama gücü, sistemin performansını %15 ile %25 arasında azaltmaktadır[5]. Adana'da Seyhan Nehri ve Baraj Gölü etrafında yer alan bir çok binanın su kaynağına oldukça yakındır. Bu binalar

için su kaynaklı ısı pompalarının kullanımının oldukça uygun olması mümkündür.

Günlük minimum dış hava sıcaklığının 5 ^{0}C'nin altına sıkça düşebildiği (Şekil 1) ve ısıtmaya yoğun olarak ihtiyaç duyulan saatlerde nemin oldukça yüksek olduğu Adana'da, hava kaynaklı ısı pompaları belirli aralıklarla defrosta ihtiyaç duymaktadırlar. Seyhan Nehri suyunun ısıl enerji kaynağı olarak kullanılması durumunda hiçbir zaman defrosta ihtiyaç duyulmayacaktır. Yukarıda da tartışıldığı gibi, Seyhan Nehri su sıcaklığı tüm ısıtma sezonu boyunca günlük minimum hava sıcaklığından daha yüksek ve ortalama hava sıcaklığına yakın olmaktadır. Hava ve su kaynaklı ısı pompalarının aynı ε_{isitma}'ya sahip olduğu kabul edilirse, Adana'da ısı pompalarında hava yerine suyun kaynak olarak kullanımı bütün ısıtma sezonu ve özellikle de ısıtma sezonun başlangıcında (Kasım ayı ortasından Ocak ayı başına kadar) çok daha uygun olabilecektir. Bununla birlikte, herhangi bir uygulamada hangi kaynağın daha uygun olduğuna karar verilmeden önce su için gerekli pompalama gücü dikkate alınmalıdır.

Hava ve su ile gerçekleştirilen soğutma deneylerinden elde edilen $\varepsilon_{sogutma}$ değerleri Şekil 4'de gösterilmiştir. Beklendiği gibi, hem hava hem de su ile yapılan deneylerde, ısıl enerji kuyusu sıcaklığının artması ile sistemin soğutma etkinliği yaklaşık doğrusal olarak azalmıştır. Isıtma deneylerinde olduğu gibi, aynı ısıl enerji kuyusu sıcaklığında, su ile elde edilen $\varepsilon_{sogutma}$ değerleri hava ile elde edilen değerlere göre daima daha yüksektir. Bunun sebebi ısıtma deneyleri bölümünde tartışılmıştır.

Soğutma sezonunun ilk yarısında (Mayıs ortasından, Ağustos başına kadar), Seyhan Nehri su sıcaklığı günlük minimum dış hava sıcaklığından daha düşüktür. Sezonun geri kalan bölümünde ise günlük ortalama hava sıcaklığı civarında veya daha düşüktür. Bu sebeple, ısı pompalarında ısıl enerji kaynağı olarak hava yerine Seyhan Nehri suyunun kullanılması bütün soğutma sezonu ve özellikle de sezonun ilk yarısında çok daha uygun olabilecektir. Bununla birlikte ısıtmada olduğu gibi soğutmada da, uygun ısıl enerji kaynağına karar vermeden, ele alınan uygulamanın su pompalama güç gereksinimi dikkate alınmalıdır.

6. SONUÇ

Devlet Meteoroloji İşleri'nden Adana için alınan veriler işlenerek günlük minimum, maksimum ve ortalama sıcaklıklar elde edilmiştir. Seyhan Nehri su sıcaklığı 1999 yılı Kasım ayından itibaren 1 yıl süreyle günlük olarak ölçülmüştür. Elde edilen su ve hava verileri karşılaştırılarak, Adana için Seyhan Nehri suyunun ısı pompalarında ısıl enerji kaynağı-kuyusu olarak kullanımı tartışılmıştır. Çukurova Üniversitesi Makina Mühendisliği Laboratuarlarında kurulan ve hem havayı hem de suyu düşük ve yüksek ısıl enerji kaynağı olarak kullanabilen bir ısı pompası ile Laboratuarda bulunan bir odanın ısıtılması ve soğutulması gerçekleştirilerek deneyler yapılmıştır. 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 kuyusu 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 ısıl enerji kaynağı-kuyusu olarak kullanımı teşvik edilmelidir.

AÇIKLAMA

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından MMF.99.13 nolu proje kapsamında desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

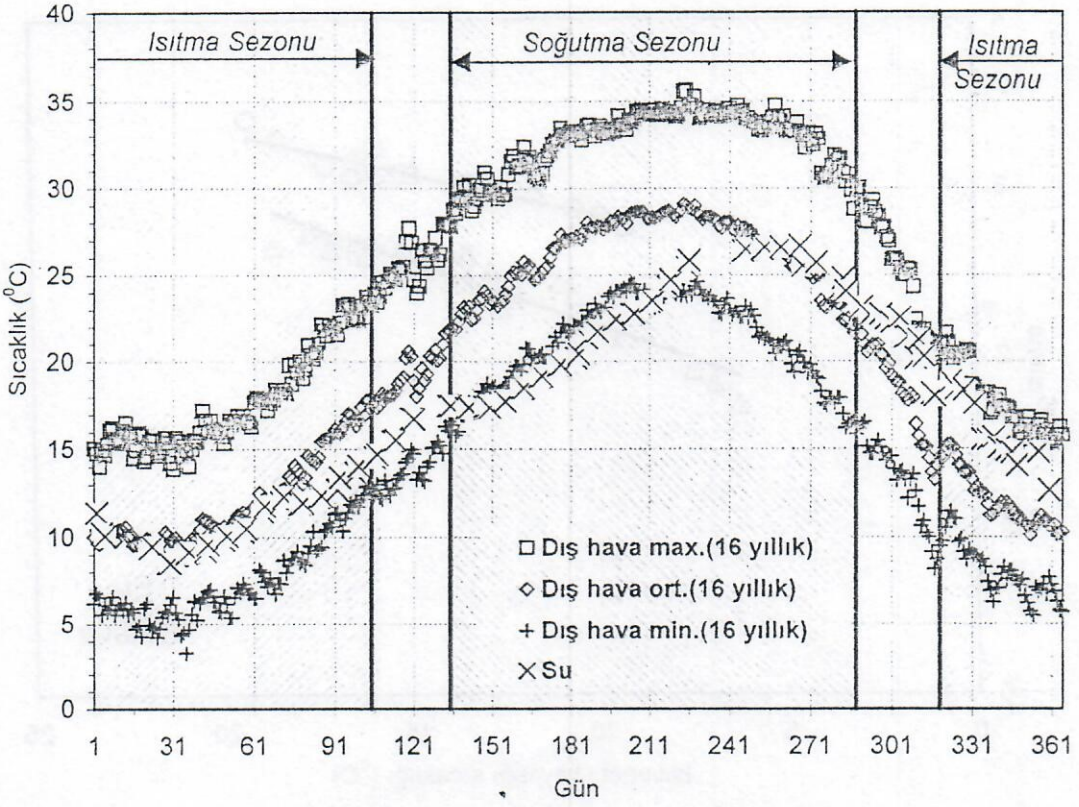
[1] K., P.E , Evaporative Cooling For Laboratory ASHRE Journal, 1992.

[2] Bulut, H., Büyükalaca, O. ve Yılmaz, T., Adana İlinde Binalarda Enerji Analizi İçin Detaylı Meteorolojik Değerler, 6.Ulusal Soğutma ve İklimlendirme Tekniği Kongresi Bildiriler Kitabı, s.325-332, Adana, 2000.

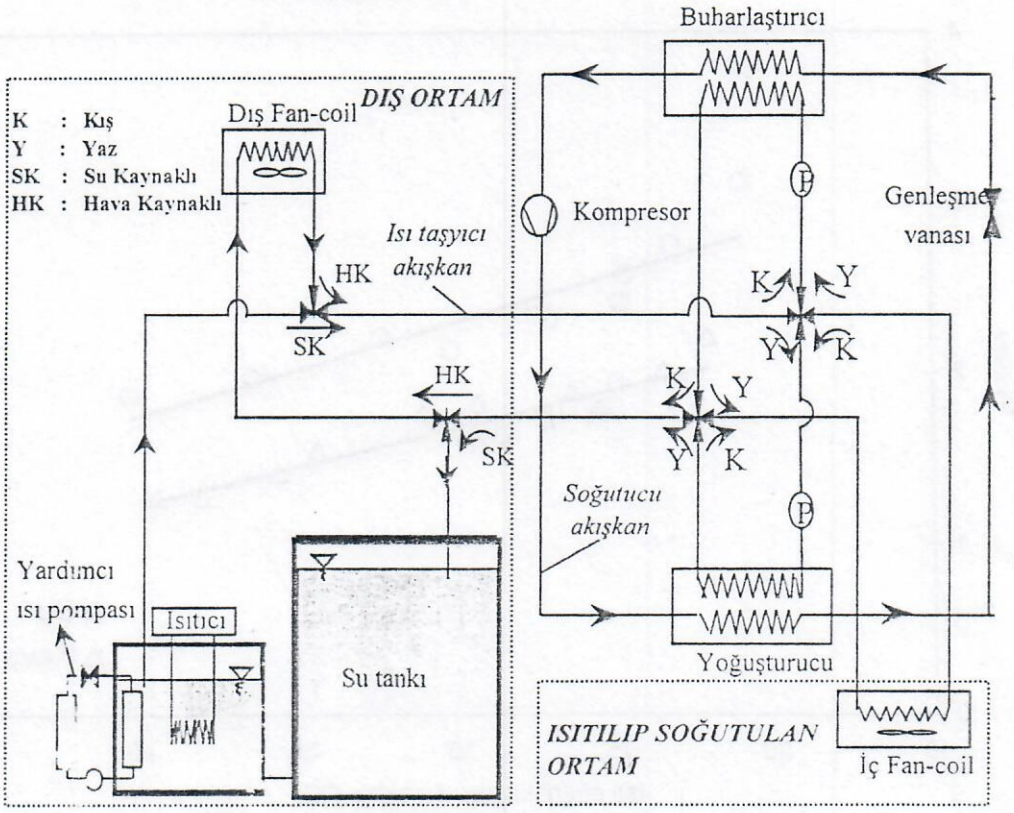
[3] Bulut, H., Büyükalaca, O. ve Yılmaz, T., Türkiye'nin Bazı İlleri İçin Derece-Gün Değerleri, 12.Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi Bildiriler Kitabı, Cilt 1, s.107-112, Sakarya, 2000.

[4] Bulut, H., Büyükalaca, O. ve Yılmaz, A., Türkiye'nin 15 İli İçin Bazı İklim Verilerinin Eşitliklerle İfadesi. TMMOD Tesisat Dergisi, sayı 51, s. 48-56, 1999.

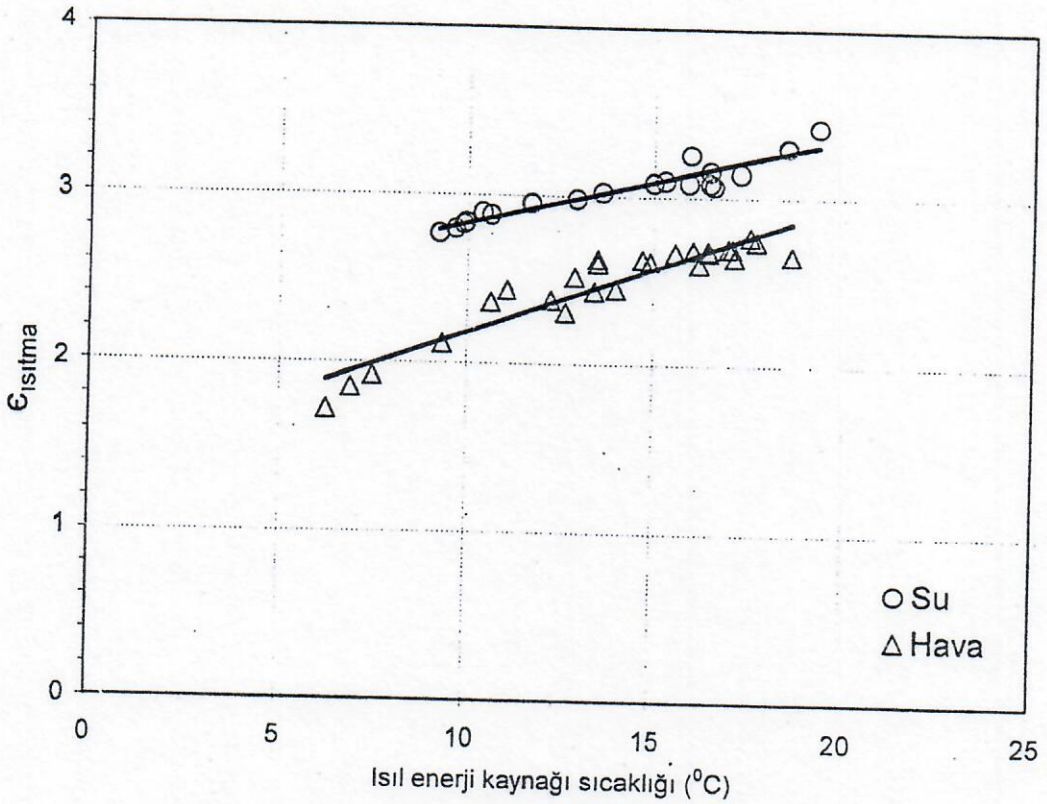
[5] Kavanaugh, S.P. and Pezent, MC., Lakewater Applications of Water-to-Air Heat Pumps, ASHRAE Transactions. s. 813-820. 1990.



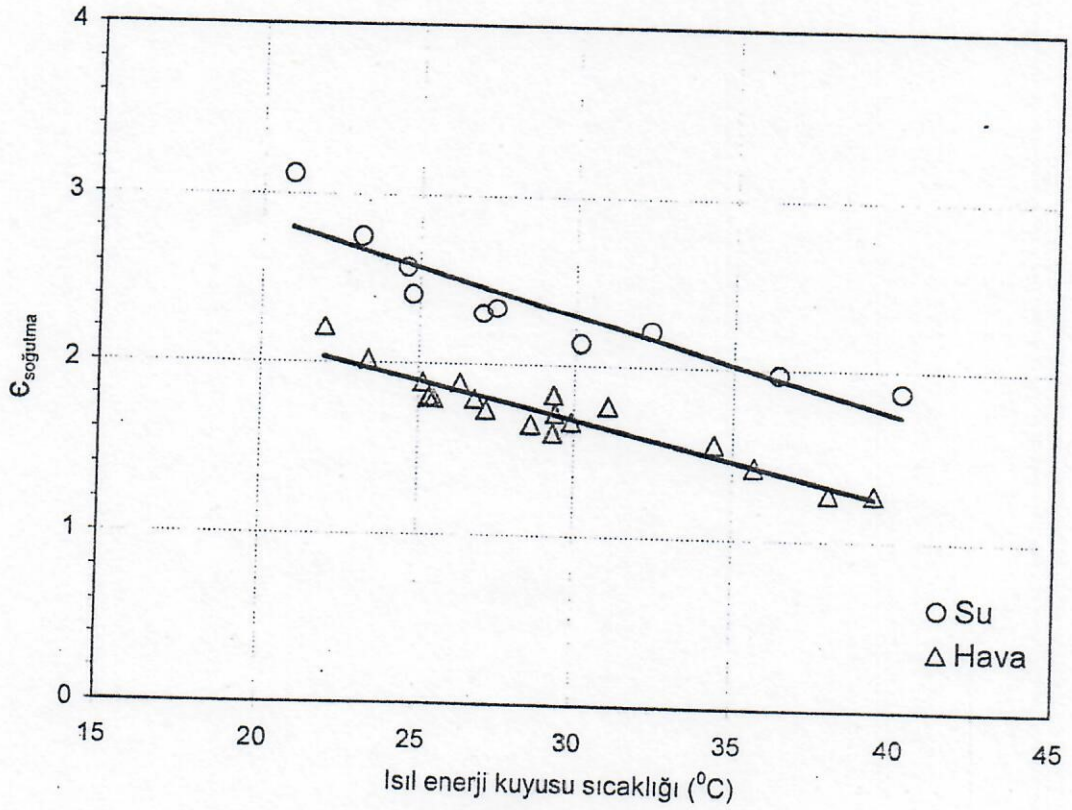
Şekil 1. Seyhan Nehri su sıcaklığının, günlük maksimum, minimum ve ortalama dış hava sıcaklıklarının karşılaştırılması



Şekil 2. Isı pompası sisteminin şematik gösterimi



Şekil 3. Isıtma deneylerinden elde edilen etkinliklerin karşılaştırılması



Şekil 4. Soğutma deneylerinde elde edilen etkinliklerin karşılaştırılması