SOĞUTUCU AKIŞKANLI GÜNEŞ KOLLEKTÖRLERİ

Tuncay YILMAZ ve Orhan BÜYÜKALACA

Makina Mühendisliği Bölümü
Çukurova Üniversitesi
Adana

ÖZET

Ülkemizde güneş kollektörleri açık ya da eşanjörlü kapalı su ısıtma sistemlerinde kullanılmaktadır. Her iki durumda da kollektör içinden su veya benzeri bir sıvı akmaktadır. Açık sistemlerde kollektör don ve kireçlenme tehlikesine maruz kalmakta, kapalı sistemlerde ise eşanjörden dolayı verimde büyük düşmeler meydana gelmektedir. Kapalı devre çalışan sistemlerde ısı transferi katsayısını arttırarak verimdeki düşmenin önlenmesi için son yıllarda soğutucu akışkanlarla çalışan güneş kollektörleri geliştirilmesine başlanmıştır.

Bu çalışmada çeşitli tiplerde soğutucu akışkanlı güneş kollektörleri su ısıtma amacı için geliştirilmiş, imal edilmiş ve denenmiştir. Yapılan deneylerde tüm sistemler için tatmin edici sonuçlar elde edilmiş, soğutucu akışkanlı güneş kollektörlerinin itinalı bir imalat yöntemiyle ülkemizin soğuk bölgelerinde de emniyetli ve verimli bir su ısıtma sistemi olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

1. GİRİŞ

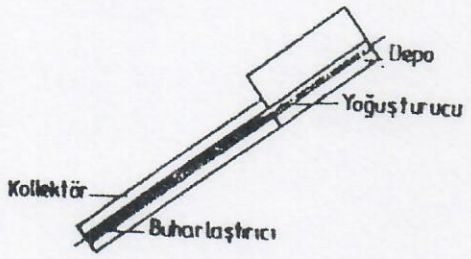
Güneş enerjisinin en önemli uygulama alanı sıcak su elde edilmesidir. Bu amaçla da en çok düz güneş kollektörleri kullanılmaktadır. Sıcak su elde edilmesi genelde kapalı ve açık olmak üzere iki ayrı sistemle yapılmaktadır. Açık sistemlerde kullanılacak su doğrudan kollektörler içinden geçmekte olup, bu sistemler don tehlikesinin olmadığı bölgelerde uygulanmaktadır. Don tehlikesinden olduğu kadar, kireçlenme ve korozyondan korunma için eşanjörlü kapalı devre sistemler tercih edilir. Ancak kapalı devre sistemlerde verim açık sistemlerdekine göre daha küçüktür[1]. Her iki sistemde depo içindeki su en yüksek bir sıcaklığa çıktıktan sonra, kollektördeki serbest su dolaşımının tersine dönmesi ve böylece depodaki sıcak suyun soğutulması ihtimali vardır. Kapalı devre sistemlerde don, korozyon ve kireçlenme tehlikesi önlenmesine rağmen, ısı transferi katsayısının düşük

olması ve ters çevrime imkan tanıması sebebiyle, verim açık devreli sistemlere nazaran yukarıda bahsedildiği gibi çok daha düşük olmaktadır. Kapalı devre sistemin bu dezavantajını gidermek amacına yönelik olarak "Heat-pipe" prensibinden yararlanarak güneş kollektörleri geliştirme çalışmalarına başlanmıştır. Bu çalışmada, bu ana prensipten yararlanılarak gerçekleştirilen iki fazlı güneş kollektörleri incelenecektir.

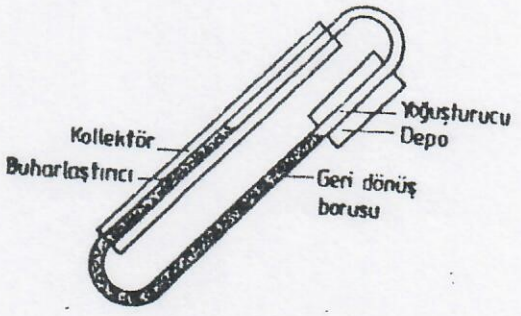
2. İKİ FAZLI GÜNEŞ KOLLEKTÖRLERİ İLE SICAK SU ELDE EDİLMESİ METODLARI

İki fazlı güneş kollektörleri ile su ısıtma prensipleri genel olarak iki kısımda toplanabilir. Tam "Heat-pipe" sistemi ile su ısıtma şekil 1'de gösterilmiştir. Bu sistemde ısı borusunun alt kısmı bir kollektör olup, burada güneş enerjisi ile ısı taşıyıcı akışkan buharlaşmakta ve borunun depo içinde kalan kısmında bu akışkan yoğuşarak, gizli ısısını ısıtılacak suya vermektedir. Yoğuşan sıvı aynı ısı borusu içinde tekrar borunun alt kısmına yerçekimi etkisiyle geri döner.

Diğer prensip ise şekil 2 de gösterilmiştir. Bu sistemde ısı taşıyıcı akışkan önce kollektörde buharlaşmakta, depodaki boruda akışkan yoğuşup, gizli ısısını depodaki suya aktardıktan sonra, bir boru ile alttan kollektördeki boruya geri dönmektedir. Böylece ısı taşıyıcı akışkan sistemde bir "Do-loop" yapmaktadır.



Şekil 1. Tam "Heat-pipe" sistemi ile su ısıtma.

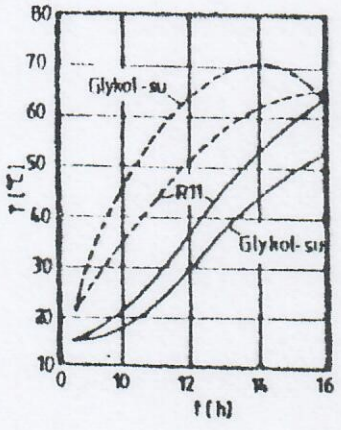


Şekil 2. "Do-loop" sistemi ile su ısıtma.

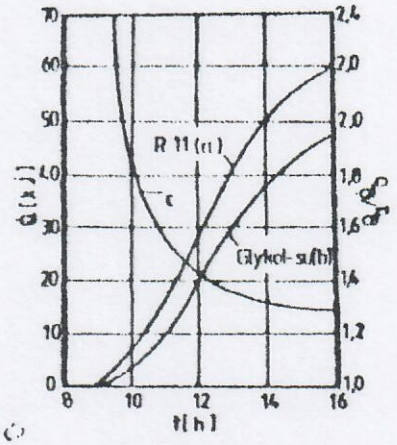
3. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

İki fazlı güneş kollektörleri üzerine kapsamlı ilk araştırma 1979 da yapılmıştır [2]. Bu çalışmada kollektör verimi bilhassa kollektör içindeki sıvı seviyesine bağlı olarak tespit

edilmiştir. [3] tarafından bildirildiğine göre "Refrigeration Research Inc." de R11'li iki fazlı güneş kollektörleri ile, oganjörlü güneş kollektörleri deneysel olarak karşılaştırılmış ve birincinin veriminin %34 daha fazla olduğu sonucuna varılmıştır. Soğutucu akışkan olan freonların iki fazlı sistemlerde kullanılıp kullanılamayacağı araştırılmış ve bunların uygunlukları ortaya konmuştur [3]. R11'li ve glykol-su karışımlı sistemler [4] tarafından da incelenmiştir. Şekil 3 te her iki sistemde sıcak su ile kollektör levha sıcaklığı ve şekil 4 te toplanan enerji ile her iki sistemde toplanan enerjilerin oranı zamanın fonksiyonu olarak çizilmiştir.



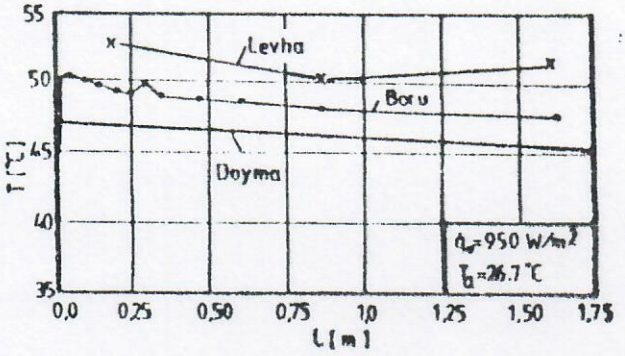
Şekil 3. R11 ve glykol-su karışımlı sistemde su (——) ve levha (– – –) sıcaklığı.



Şekil 4. R11 ve glykol-su karışımlı sistemde toplanan enerji ve bunların oranı(c).

Şekillerden R11'li kollektör veriminin kapalı sisteme nazaran günün erken saatlerinde %100, geç saatlerinde ise %28 daha yüksek olduğu görülmektedir. Erken saatlerdeki iyilik, R11'li sistemin buharlaşma-yoğuşma esasına göre çalıştığından gelen güneş ışınımını hemen iletebilmesinden kaynaklanmaktadır.

İki fazlı güneş kollektörleri üzerine teorik ve deneysel bir çalışma [5] tarafından yapılmıştır. Bu araştırmacılar da iki fazlı güneş kollektörü verimlerinin kapalı devre sistemlere göre yaklaşık iki kat daha iyi olduklarını belirlemişlerdir. Bu yazarlar da deneylerinde ısı taşıyıcı akışkan olarak R11 kullanmışlar ve kollektörde boru ve levha sıcaklığını kollektör boyunca ölçmüşlerdir. Bu ölçümlerden biri şekil 5 te verilmiş olup, şekilde ayrıca doyma sıcaklığı da gösterilmiştir. Doyma sıcaklığı ile levha sıcaklığı arasındaki farkın ortalama $4^{o}C$ ile $6^{o}C$ olduğu görülmektedir. Kollektör başı ile sonunda sıcaklık farkları ortaya göre daha fazladır. Buhar oranının başta sıfır veya çok az, sonda ise aşırı fazla olmasından dolayı



Şekil 5. Kollektör boyunca levha, boru ve akışkan doyma sıcaklığı.

ısı transferi katsayısı başta ve sonda orta kısma göre daha küçük ve dolayısıyla sıcaklık farkı da yüksektir.

İki fazlı güneş kollektörleri eşanjörleri ile birlikte güneş simulatörü ve elektrikli ısıtma kullanılarak denenmişler, bunlarda da kapalı devre kollektörlerdeki verim eğrilerine benzer ifadelerin kullanılabileceği gösterilmiştir [6]. İki fazlı kollektörler için ASHRAE Standart 109 test metodunun izahı [7] ile [8] tarafından verilmiştir. Şekil 1 de gösterilen ısı borusu durumundaki güneş kollektörleri deneysel olarak araştırılmış ve kapalı devre kollektörlere üstünlükleri gösterilmiştir [1].

İki fazlı güneş kollektörlerinin teorik bir modeli [9] tarafından yapılmış, verimli bir kollektörün nasıl yapılacağı hakkında sonuçlar verilmiştir. Bu sonuçlardan yararlanılarak uygun kollektör tipleri imalatı gerçekleştirilmiş ve üzerlerinde deneysel çalışmalar yapılmıştır.

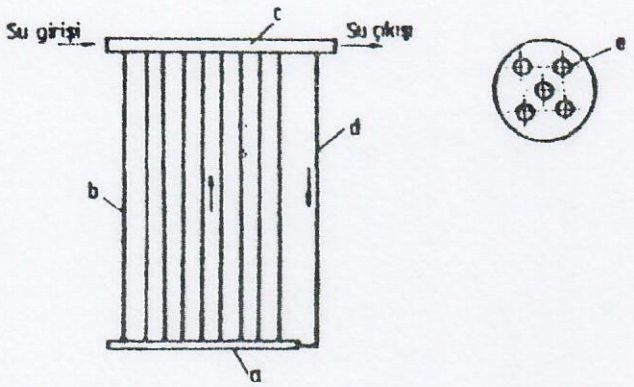
4. İKİ FAZLI GÜNEŞ KOLLEKTÖRLERİNDE GERÇEKLEŞTİRİLEN ÇEŞİTLİ TÜRLER VE DENEYSEL SONUÇLAR

İki fazlı güneş kollektörlerinin çeşitli şekillerde imalatı için denemeler yapılmıştır. Önce imalat yöntemi ve verimli çalışma açısından yapılan bu çalışmalar hakkında kısa bilgiler verilecektir.

4.1. Çeşitli imalatlar

İmalatta tamamen şekil 2 de gösterilen "Do-loop" sistemi esas alınmıştır.

Şekil 6 da eşanjörlü bir sistem gösterilmiştir. Alt boru a (1/2") sıvı deposu görevini yapmakta, buharlaşan sıvı önce b borularından (1/4"), c (2") üst toplayıcı boruya gelmektedir.



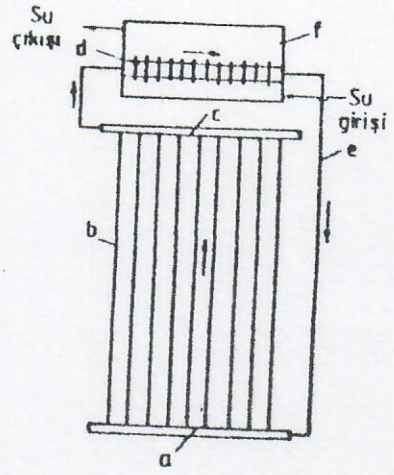
Şekil 6. Eşanjörü kollektör üst toplayıcı borusu içinde olan Rll'li sistem.

Burada ısıtılması istenen suya enerji vererek akışkan yoğuşmakta ve d(1/4") geri dönüş borusundan tekrar a alt borusuna ulaşmaktadır. Isıtılacak su e(3/8") borularından geçmektedir. Böyle bir sistem imal edilmiş ve denenmiştir. Sistemde tüm borular pirinç malzemeden olup; gümüş kaynağıyla birleştirme yapılmıştır. b boruları da alüminyum saçlara oluk açılarak ve oluklar ile boru arasına dolgu yapışkan madde konularak yerleştirilmiştir.

Şekil 6 da gösterilen sistem Rll kullanılarak denenmiş ve tatmin edici sonuçlar alınmıştır. Bu tür kollektörlerin büyük miktarda kollektör kullanılan sistemler için kullanılma imkanı bulabileceği düşünülmektedir.

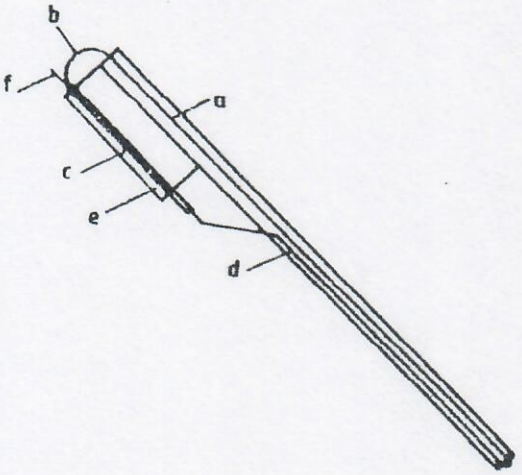
Şekil 7 de gösterilen bir çalışma prensibi bilhassa küçük su ısıtma sistemleri için düşünülmüştür. Bu sistemin şekil 6 da izah edilenden farkı üst toplayıcı boru c'nin a borusu gibi olması (1/2") ve d eşanjörünün (1" kanatçıklı) depo içinde bulunmasıdır. Eşanjörde yoğuşan buhar yine e dönüş borusuyla a alt toplayıcı boruya geri dönmektedir. d eşanjör borusu deponun orta ve en alt tarafına monte edilerek deneyler yapılmış (Rll ile) ve en alttaki durum için (alttan 3 cm yükseklikte) en iyi sonuç alınmıştır. Depo içindeki eşanjörün a borusundan yüksekliği kollektör yüksekliğinin 2/3'ü kadar olması verimde önemli bir gerileme göstermektedir. Sadece çok az ışınım zamanlarında (sabah ve akşama doğru) üst borularda kızgın buhar oluşmaktadır ki bu da pek önemli olmamaktadır. Bu tip sistemde yapılan deneylerde verimin açık normal termosifonlu sistemlere yaklaştığı görülmüştür.

Şekil 8 de hem görünüm, hem verim hem de imalat yönünden daha uygun olabilecek bir sistem gösterilmiştir. Bu sistemde her bir buharlaşma borusu a'dan çıkan buhar b borusu ile e deposundaki c eşanjör borusuna (1" kanatçıksız) girmekte, burada yoğuştuktan sonra d borusuyla kollektör altına dönmektedir.



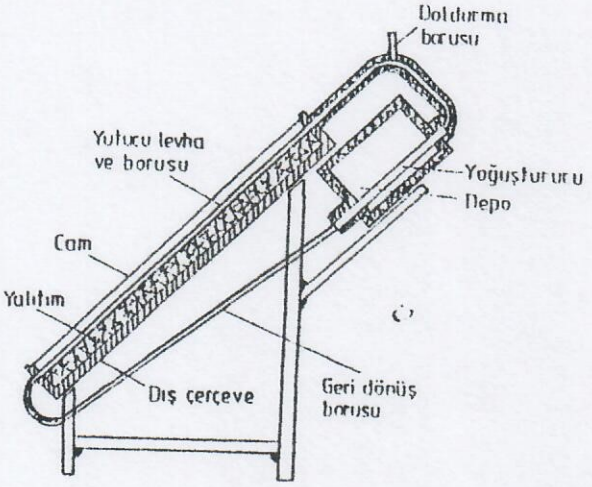
Şekil 7. Eşanjörü depo içinde olan Rll'li sistem.

Depo doğrudan kollektör altına yerleştirilmiş olup, karşıdan bakıldığında sadece tek kollektör görünmektedir. a, b ve d boruları aynıdır (1/4"). Bu sistşmde kaynak yerleri en aza indirilmiştir. Depo uzunluğu kollektör uzunluğunun 1/3'ü olarak alınmıştır. Rll kullanılarak yapılan deneylerde açık termosifonlu sistemler ile eş düzeyde sonuçlar elde edilmiştir.



Şekil 8. Eşanjörü depo içinde ve tek bir borudan oluşan Rll'li sistem.

Ayrıca ayrıntılı incelemeler için şekil 8 de gösterilen sistem tek borulu, 10 cm levha genişlikli, 1 m uzunluğunda ve 4 lt su depolu olarak imal edilmiştir (şekil 9).



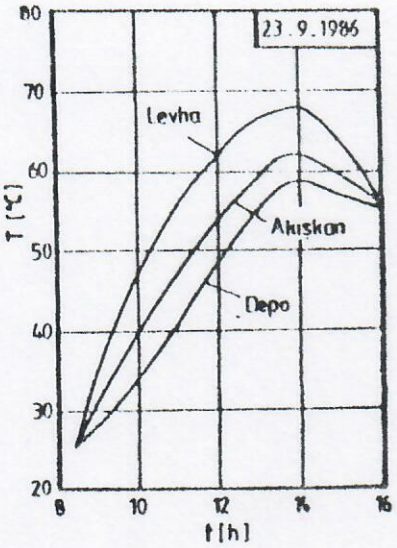
Şekil 9. Tek borulu Rll'li sistem.

Şekil 9'da gösterilen hariç, tüm kollektör çeşitlerinde 9 adet boru kullanılmıştır. Kollektör büyüklüğü de 90x180 cm olarak yapılmıştır.

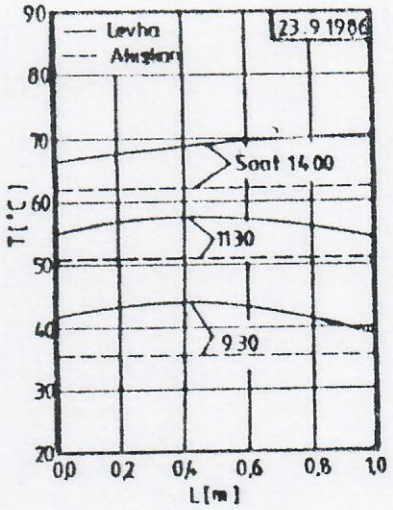
4.2. Deneysel sonuçlar

Şekil 9'da gösterilen tek borulu sistemde boru üzerinde levha sıcaklığı, kollektör içindeki buharlaşan akışkanın ortalama sıcaklığı ve depo içindeki suyun çeşitli yerdeki sıcaklıkları ölçülmüştür. Depo içerisinde ve kollektör boyunca ölçülen sıcaklıklarda çok az bir değişim gözlenmiştir. Şekil 10'da 23.9.1986 tarihinde ölçülen sıcaklıklar yerel saatin fonksiyonu olarak verilmiştir. Depo ortalama sıcaklığı ile kollektör yutucu levhası sıcaklıkları arasındaki fark en fazla 14^{O}C olarak ölçülmüştür.

Şekil 11'de de çeşitli saatlerde kollektör boyunca ölçülen sıcaklıklar gösterilmiş ve sıcaklık değişiminin en fazla 4^{O}C olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar da [5] tarafından verilen sonuçlarla uyum içerisindedir.



Şekil 10. Kollektörde ölçülen levha, akışkan ve su sıcaklıklarının zamanla değişimi.



Şekil 11. Kollektör boyunca ölçülen levha ve akışkan sıcaklıkları.

5. SONUÇLAR

Yapılan geliştirme çalışmalarında çeşitli tip iki fazlı güneş kollektörlerinin imal edilebileceği ve başarıyla kullanılabileceği gösterilmiştir. Şimdiye kadar yapılan çalışmalarda şekil 8'de gösterilen sistemin en yüksek verimle çalıştığı gözlenmiştir. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda daha basit ve daha kullanışlı kollektör tiplerinin geliştirilmesine gidilecek, ayrıca bilhassa yoğuşturucudaki ısı transferini iyileştirecek metodlar denenecektir.

KAYNAKLAR

1. Akyurt, M., "Development of Heat Pipes for Solar Water Heaters", Solar Energy, 32/5, 625-631, 1984.

2. Soin, R.S., "Performance of Flat-plate Solar Collector with Undergoing Phase Change", Solar Energy, 23, 69-73, 1979.

3. Downing, R.C. and Waldin, V.H., "Phase-change Heat Transfer in Solar Hot Water Heating Using R11 and R114", ASHRAE Transactions, 86/1, 849-856, 1980.

4. Bottum, E.W., "Refrigerant Charged Phase Change Solar Water and Space Heating systems", ASHRAE Transactions, 87/2, 397-404, 1981.

5. Al-Tamimi, A.I. and Clark, J.A., " Thermal Performance of a Solar Collector Containing a Boiling Fluid (R11)", ASHRAE Transactions, 90/1, 681-696, 1984.

6. Fonney, A.H. and Terlizzi, C.P., "Testing of Refrigerant Charged Solar Domestic Hot Water Systems", Solar Energy, 35/4, 353-366, 1985.

7. Spears, R.P. and Waldin, V.H., " ASHRAE 109-A Test Standart for Two-phase Solar Collector", ASHRAE Transactions, 90/1, 697-708, 1984.

8. Youngblood, W.W., "On the Laboratory Testing of Boiling Liquid Collectors", ASHRAE Transactions, 90/1, 709-719, 1984.

9. Büyükalaca, O., "İki Fazlı Güneş Kollektörünün İncelenmesi", Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 1987.

G17

ISI BİLİMİ VE TEKNİĞİ 6. ULUSAL KONGRESİ

21 - 23 EYLÜL 1987

Makina Mühendisliği Bölümü

ODTÜ - ANKARA

BİLDİRİ KİTABI

TÜRK ISI BİLİMİ VE TEKNİĞİ DERNEĞİ