F19

Ç.Ü.Müh.Mim.Fak.Dergisi
2/1 (1987)

Ç.U.J.Fac.Eng.Arch.
2/1 (1987)

GÜNEŞ KOLLEKTÖRLERİNDE YENİ GELİŞMELER

Tuncay YILMAZ (X)
Orhan BÜYÜKALACA (X)

ÖZET

Günümüzde güneş enerjisinden değişik şekillerde faydalanılmaktadır. Bunlardan yurdumuzda da en yaygın olarak kullanılanı düz güneş kollektörleriyle sıcak su elde edilmesidir. Düz güneş kollektörlerinin daha ekonomik olabilmesi için verimlerinin ve ömürlerinin arttırılması gerekir. Bu çalışmada düz güneş kollektörleri kısaca incelendikten sonra, bunlarda verimin arttırılması için alınabilecek önlemler ve geliştirilen teknikler hakkında bilgi verilmiştir.

THE NEW DEVELOPMENTS ON SOLAR COLLECTORS

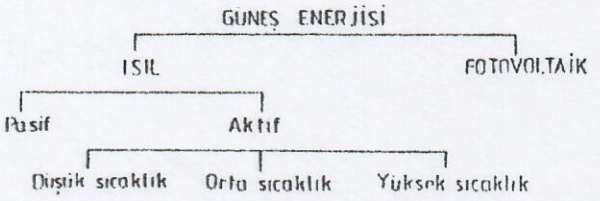
ABSTRACT

Nowadays, solar energy has been used for various purposes. One of them is water heating system with flat plate solar collectors which is also commonly used in our country. In order to be used as economically as possible, it is necessary to increase efficiency and life of the flat plate solar collectors. In this study after a brief investigation about flat plate solar collectors, the precautions and modifications which will increase efficiency of the system are discussed.

(X) Ç.Ü.Müh.-Mim. Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü, ADANA

1. Giriş

Dünyada ve Türkiye'de önemi artık kabül edilen yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarından birisi de güneş enerjisidir. Bedava, tükenmeyen, heryerde bulunan, nakil problemi olmayan temiz bir enerji kaynağı olan güneş enerjisinden aşağıdaki şekillerde faydalanılabilir.



Yapının kendisi yani duvar, çatı, döşeme, kapı, pencere gibi yapı elemanlarının toplayıcı ve depolayıcı olarak tasarlandığı sistemler pasif sistemler olarak adlandırılır.

Aktif sistemler de düşük, orta ve yüksek sıcaklık uygulamaları olarak genelde 3 grupta toplanabilir.

Düşük sıcaklık uygulamaları $20^{o}C$-$100^{o}C$ arasında çalışan sistemlerdir. Bu sistemlerde güneş ışınımı bir ısı eşanjörü (genellikle düz toplayıcı) vasıtasıyla bir akışkana (su, hava) aktarılır ve sıcaklığı artan akışkan enerjisini bir ısı deposuna aktarır. Orta sıcaklık uygulamaları $100^{o}C$-300^{o} C arasında, yüksek sıcaklık uygulamaları $300^{o}C$ nin üzerinde ısı üreten sistemler olup, bu çalışmanın kapsamı dışındadır.

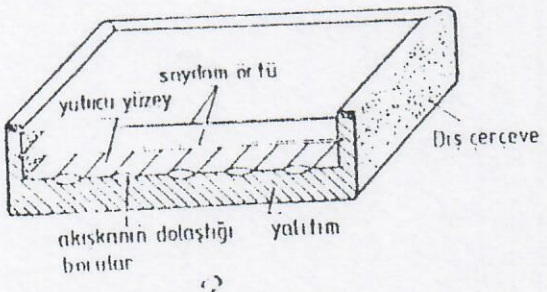
Odaklı toplayıcılarda güneş ışınımı yoğunlaştırıldığından ve ısı kaybı yüzeyi azaltıldığından yüksek sıcaklıklara çıkılabilmesine rağmen karmaşık, pahalı ve bozulma ihtimali fazla olan güneş izleme mekanizmalarına ihtiyaç gösterirler. Düz toplayıcıların ise aşağıda belirtilen avantajları vardır:

Konstrüksiyonları daha basittir. Yayılı ışınımdan da faydalanılır. Tesisatın yerleştirileceği zeminin hazırlanması daha kolaydır. Tesisat elemanları azdır ve hareketli kısımları yoktur. Daha mukavim ve daha uzun ömürlüdür. Nakliyesi kolaydır. İşletme masrafları daha azdır.

Bu sebeplerden dolayı düz toplayıcılar pratikte daha çok uygulama alanı bulmuşlardır. Ülkemizde de yaygın olarak düz toplayıcılar kullanılmaktadır. Bu da göz önünde bulundurularak burada sadece düşük sıcaklık uygulaması olan düz toplayıcılar incelenecektir.

2. DÜZ GÜNEŞ KOLLEKTÖRLERİ

Genel olarak güneş ışınımı ile akışkanın sıcaklığının artmasını sağlayan gereçlere güneş kollektörleri veya toplayıcıları adı verilir. Pratikte kullanılan basit bir düz toplayıcının kesiti şekil 1 de görülmektedir.



Şekil 1. Basit bir düz toplayıcı.

Düz güneş kollektörlerinde saydam örtüyü geçerek gelen güneş ışınımları yutucu levha üzerine düşerler. Yutucu levhadan iletim ve konveksiyonla ısı taşıyıcı akışkana ısı transferi olurken, gelen ışınımın bir kısmı iletim, konveksiyon ve ışınım yoluyla dış ortama kaybolur. Düz güneş kollektörlerinde ısı taşıyıcı akışkan olarak su ve hava kullanır.

Sıvılı toplayıcılar açık devreli veya kapalı devreli olarak yapılabilir. Özellikle donma tehlikesi olan yerlerde kapalı devreli sistemler kullanılmalıdır. Açık sistemlerde depodaki su doğrudan kollektör içinden dolaşır. Bundan dolayı sistemin verimi de yüksektir. Ancak kollektör hem don hem de korozyon ve kireçlenme tehlikesine karşı korunmasızdır. Don, korozyon ve kireçlenme tehlikesini en aza indirmek için kapalı devreli sistemler kullanırlır. Bu sistemlerde toplayıcıda ısınarak depoya gelen akışkan (genellikle glykollü su) depo içindeki eşanjörden geçerek ısısını kullanma suyuna verir ve geri kollektöre döner. Akışkanın toplayıcı giriş sıcaklığı, açık sistemlerden daha büyük olduğundan verimleri dü-

şiktürs. Yaklaşık olarak açık devreli sistemlerin % 70 i kadar bir verime sahiptirler [1].

Buraya kadar kısaca düz güneş kollektörleri hakkında genel bilgi verilmiştir. Bundan sonra bu kollektörlerde verimin nasıl arttırılabileceği konusu üzerinde durulacaktır.

3. DÜZ TOPLAYICILARDA VERİMİN ARTTIRILMASI

Güneş ışınımı, çevre sıcaklığı ve rüzgar hızı, bulunulan yere, zamana ve atmosfer şartlarına bağlı olarak bizim kontrolümüz dışında değişir. Bu sebeple yüzey üzerine gelen güneş ışınımının mümkün olduğu kadar büyük kısmının faydalı enerjiye dönüştürülmesi için önlem alınmalıdır. Düz güneş kollektörlerinde verimi arttırmak için şu yollara başvurulabilir:

1) Toplayıcı levhası ile dış ortam arasındaki toplam ısı transferi katsayısının (k) küçültülmesi,

2) Toplayıcı yüzeyine gelen ışınımın arttırılması,

3) Depo ile kollektör arasındaki sıcaklık farkının azaltılması

3.1. k'yı Küçültme Yolları

Kollektörlerde dış ortama kayıplar iletim, konveksiyon ve ışınım yoluyla olur. Kollektör üst örtüsünden dış ortama iletim yoluyla giden ısı, diğerlerinin yanında dikkate alınmayacak mertebededir. İletim yoluyla kayıplar alt ve yan kısımlardan olmaktadır. Bunun için kollektör alt ve yan kısımları yalıtılır. Bu amaçla pratikte en çok ısı iletim katsayısı 0,04 W/m.K mertebesinde olan cam yünü kullanılmaktadır. Son zamanlarda isepolüretan (ısı iletim katsayısı 0,03 W/m.K civarında) tercih edilmektedir.

Işınımla olan kayıpları azaltmak için kollektörlerin cam sayısı arttırılabilir, Ancak cam sayısı arttıkca yutucu levhaya ulaşabilen ışınlar azalmaktadır. Kollektör üst kısmından ışınım kayıplarını azaltmak için yutucu levha (ε_p) ve camın (ε_g) uzun dalga boyları için yayma katsayılarının küçük olması gerekir. Camın yayma katsayısını düşürmek için cam iç yüzeyi "heat-mirror" adı verilen, uzun dalga boylu ışınımı yansıtıcı özelliği olan maddelerle kaplanır. Bu, ε_g yi düşürür, ancak aynı zamanda % 15 oranında camın geçirme özelliğini azaltır ve kollektör verimi düşer. Bu sebeple ε_g yerine ε_p yi azaltma yoluna gidilmelidir. Bu amaçla da seçici yüzeyler kullanılır. Seçici yüzey kısa dalga boylu ışınımın

tamamına yakınını yutan ve uzun dalga boylu ışınım yayıcılığı az olan yüzeydir.

Seçici yüzey kullanılması durumunda ısı kaybı azalmakta ve toplam ısı kaybında serbest konveksiyon etkili olmaktadır. Bu durumda kayıplardaki azalma oranı % 47 civarındadır. Seçici yüzey kullanıldığında kayıpların % 75 i konveksiyonla, geri kalanı da ışınımla olmaktadır.

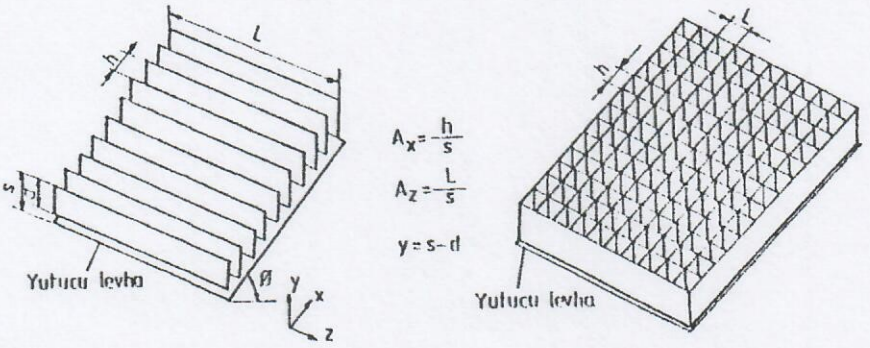
Tabiatta tek başına seçici yüzey özelliği gösteren malzeme olmadığından, seçici yüzey elde etmek için seçici yüzey çifti adı verilen, bir esas levha üzerinde ayrı bir malzemeden ince bir tabaka oluşturma tekniği kullanılır [2]. Bu teknikler verilen literatürde ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

Kollektörde üstten konveksiyonla olan kayıpları azaltmak için cam sayısı arttırılabilir. Pratikte levha ile cam arasında tek camlı uygulamalarda s=3 cm., 2 camlı uygulamalarda s=1.5 cm. ve 3 camlı uygulamalarda s=1 cm. boşluk bırakılmaktadır. Bu 3 durumda her bir aralıkla konveksiyonla ısı transferi katsayısı α_a, aralıklarda toplam konveksiyonla ısı transferi katsayısı $\alpha_{a,t}$, toplam (iletim+konveksiyon+ışınım) ısı transferi katsayısı k, yutma-geçirme çarpımı $(a\tau)$ ve yutucu levha ile dış ortam arasındaki toplam yayma katsayısı ε_t çizelge 1 de verilmiştir. Çizelge 5 m/s rüzgar hızı, $\Delta T = T_p - T_a = 20^oC$ ve 30^o eğimli kollektör için geçerlidir.

Çizelge 1. Cam sayısına göre kollektörde bazı değerler.

	S (cm)	α_a (w/m^2.K)	$\alpha_{a,t}$ (w/m^2.K)	k (w/m^2.K)	$(\alpha\tau)$ [-]	ε_t [-]
1 camlı	3.0	2.90	2.90	7.46	0.83	0.638
2 camlı	1.5	3.40	1.70	5.92	0.73	0.350
3 camlı	1.0	2.50	0.83	2.61	0.65	0.241

Buradan da görüldüğü gibi cam sayısı arttıkca $\alpha_{a,t}$ dolayısıyla k küçülmektedir. Ancak dikkat edilmesi gereken şu nokta vardır ki, cam sayısının artmasıyla ($a\tau$) da küçülmektedir. Bu sebeple cam sayısı arttırılırken dikkatli olunmalıdır. Bunun yerine son zamanlarda konveksiyon önleyici tertibatlar üzerinde durulmaktadır. Genel olarak iki tür konveksiyon önleme tertibatı (K.Ö.T.) vardır [3]. Bunlar balpeteği (B.P.) yapısında olanlar ve dar aralıklar (D.A.) şeklinde olanlarıdır. Bunlar şekil 2 ve şekil 3 de gösterilmiştir. Bu tertibatlar yutucu levha ile cam arasına yerleştirildiklerinde içerdeki havanın hareketini engelleyerek, konveksiyonla olan kayıpları azaltmaktadır.



Şekil 2. Dar aralıklı K.Ö.T. Şekil 3. Balpeteği K.Ö.T.

K.Ö.T. kullanılmasıyla k değerinde rüzgarsız durumda yaklaşık % 30, 5 m/s rüzgar hızı durumda ise yaklaşık % 35 civarında bir azalma olmaktadır [4].

Araştırmalar göstermiştir ki, K.Ö.T. ları yutucu levha ile temas halinde olacak şekilde yerleştirilirlerse ışınım kayıpları artmaktadır. Bunu önlemek için yutucu levha ile K.Ö.T. arasında belirli bir boşluk (y=s-d) bırakılır. Bu boşluk s nin % 5 ile % 10 u arasında olmalıdır [3]. K.Ö.T. larında şu değerler önerilebilir:

$A_x = 0,1$ $S = 0,05$ m $y = \%\ 4 - \%\ 7$ (S)

K.Ö.T.larında kullanılacak malzemeler güneş ışınımı için çok iyi geçirgen olmalıdır. Ayrıca ultroviyole ışınlarına ve sıcaklığa dayanım özellikleri iyi olmalıdır.

3.2. Toplayıcı Yüzeyine Gelen Güneş Işınımını Arttırma

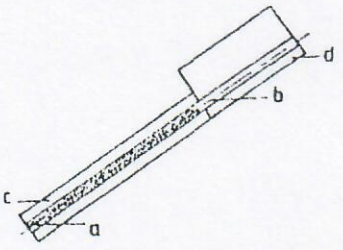
Bunun için kollektör yan, üst ve alt kısımlarına yansıtıcı yüzeyler ilave edilir. Kullanılacak levhalar güneş ışınımını çok iyi yansıtacak bir malzemeden (mesela paslanmaz çelik) olmalıdır. Yansıtıcı yüzeyler kullanıldığında kollektör yüzeyine gelen güneş ışınımı arttığı gibi, aynı zamanda güneş ışınımının artmasıyla kollektör verimi de artmaktadır. Bir düz güneş kollektöründe verim şu eşitlikle hesaplanır:

$$\eta = \eta_0 - \frac{k.\Delta T}{\dot{q}_0} \qquad (1)$$

Burada η_0, kollektörde hiç kayıp olmadığı durumdaki verim, ΔT akışkan ile dış ortam arasındaki sıcaklık farkı, $\dot{q}_0$ ise kollektör üst yüzeyine gelen güneş ışınımıdır. Bu eşitlikten görüldüğü gibi $\dot{q}_0$ ın artması verimi arttırmaktadır.

3.3. Depo İle Kollektör Arasındaki Sıcaklık Farkının Azaltılması

Buraya kadar bahsedilen bütün iyileştirme çabalarına rağmen soğuk bölgelerde açık sistemler kullanılmamakta, kullanılan kapalı sistemlerin de verimleri düşük olmaktadır. Ayrıca açık sistemlerde kireçlenme, kirlenme ve korozyon tehlikesi bulunmaktadır. Bunları önlemek amacıyla da son zamanlarda ısı borusu prensibinden hareket eden kollektörler üzerine durulmaktadır. Bu kollektörler buharlaşma gizli ısısı ve bunun terki prensibine göre çalışır. İki fazlı güneş kollektörleri ile su ısıtma prensipleri genel olarak iki kısımda toplanabilir. Tam ısı borusu sistemi ile su ısıtma şematik olarak şekil 4 te gösterilmiştir.

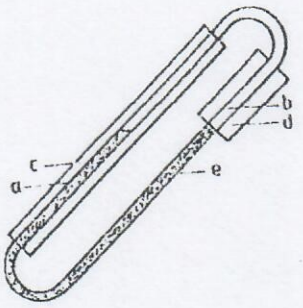


a) Buharlaştırıcı
b) Yoğuşturucu
c) Kollektör
d) Su deposu

Şekil 4. Tam ısı borusu sistemi ile su ısıtma.

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. Yoğuşarak sıvı aynı ısı borusu içinde tekrar yer çekimi tesiriyle borunun alt kısmına dönmektedir.

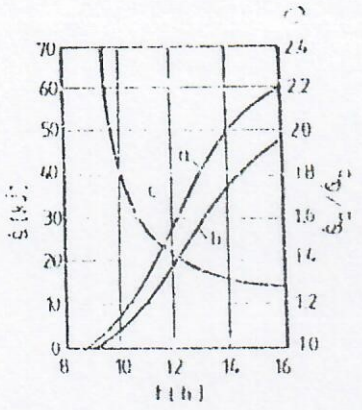
Diğer prensip ise şekil 5 de gösterilmiştir. Bu sistemde ısı taşıyıcı akışkan önce kollektörde buharlaşmakta, depodaki boruda akışkan yoğuşup, gizli ısısını depodaki suya aktardıktan sonra bir alt boru ile alttan kollektördeki boruya dönmektedir. Böylece ısı taşıyıcı akışkan sistemde bir çevrim yapmaktadır.



a) Buharlaştırıcı
b) Yoğuşturucu
c) Kollektör
d) Su deposu
e) Geri taşıma borusu

Şekil 5. "Do-loop" ısı borulu su ısıtma sistemi.

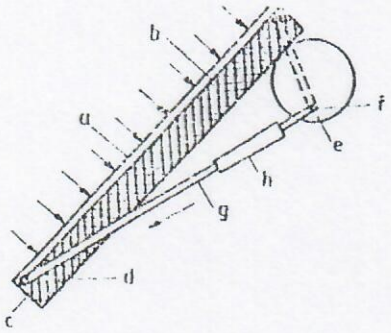
Yapılan çalışmalarda RII li güneş kollektörünün veriminin gylkol-su karışımlı eşanjörlü kollektörden % 34 daha fazla olduğu görülmüştür [5] . Şekil 6 da ise RII li ve gylkol-su karışımlı sistemin karşılaştırılması yapılmıştır [6] . Şekilde sistemde toplanan enerji ve bunların oranı verilmiştir. Buradan da RII li sistemin veriminin diğerlerinden günün erken saatlerinde % 100, geç saatlerinde ise % 28 daha yüksek olduğu görülmektedir. Erken saatlerindeki iyilik RII li sistemin buharlışma-yoğuşma esasına göre çalıştığından, gelen güneş ışınımını hemen iletebilmesinden kaynaklanmaktadır.



a) RII li sistem
b) Glykol-su karışımlı sistem
c) Yararlı enerji oranları

Şekil 6. RII li ve glykol-su karışımlı sistemde yararlı ısı ve bunların oranı [6].

Faküttemiz bakına Mühendisliği Laboratuarlarında değişik tip iki fazlı güneş kollektörleri imal edilmiş olup, halen araştırmalar devam etmektedir. Bunlardan birisi şekil 7 de verilmiştir.



a) Cam
b) Yutucu Levha
c) Dış çerçeve
d) Yalıtım
e) Su deposu
f) Eşanjör
g) Geri Dönüş borusu
h) Isı taşıyıcı akışkan deposu

Şekil 7. İki fazlı güneş kollektörü.

KAYNAKLAR

[1] M.Akyurt, Development of heat pipes for solar water heaters, Solar Energy, Vol 32. No: 5 (1984), 625-631

[2] C.J. Hoogendoorn, Optical properties of selective layers, Solar Energy Utilization Fundamentals and Applications. ASI Proceedings 1986, 26-61

[3] C.J.Hoogendoorn, S.J.M.Linthorst, Convection suppression devices for solar thermal applications, Solar Energy Utilization Fundamentals and Applications. ASI Proceedings 1986, 103-133

[4] K.G.T. Hollands, G.D. Raithby, et al, Studies on methods of reducing heat losses from plate solar collectors, University of Waterloo Research Institue, contrac no: E (11-1)-2597,1976

[5] R.C.Downing, V.H.Waldin, Phase change heat transfer in solar water heating using R11 and R114 , ASHRAE transactions 86., part 1 (1980), 848-856

[6] E.W. Bottum, Refrigerant charged phase change solar water and space systems. ASHRAE transactions 87., part 2 (1981), 397-404