

# GÜNEŞ ENERJİLİ SICAK SU SİSTEMLERİNİN SEÇİMİ, TASARIMI VE İŞLETİLMESİ

**Abdurahman KILIÇ**

1951 doğumlu olup 1974 yılında İTÜ M akına Fakültesinden mezun oldu. Aynı fakültede yüksek lisansını tamamlayıp 1976'da Mühendislik-Mimarlık Fakültesinde asistan olarak göreve başladı. 1982 yılında Güneş Enerjisi konusunda Doktorasını tamamladı ve Makina Fakültesine öğretim üyesi olarak geçti. Halen İTÜ Makina Fakültesi Isı Tekniği Birimi öğretim üyesi olup aynı zamanda İstanbul Büyükşehir Belediyesi Belediye İtfaiye Müdürlüğü görevini de sürdürmektedir.

İstanbul Belediyesi ve İTÜ arasında yapılan "Yangın Güvenliği ve Yangından Korunma Araştırması" projesinin koordinatörlüğünü yapmıştır. Japonya'da itfaiye eğitimi görmüş ve birçok ülkede incelemelerde bulunmuştur. Evli ve bir çocuk babasıdır.

## ÖZET:

Güneş enerjisinden yararlanılan sıcak su sistemleri dünyanın güneş enerjisi bol ülkelerinde altmış yıldan beri geniş olarak kullanılmaktadır. Konutlarda banyo yapmak, çamaşır yıkamak veya evin diğer sıcak su ihtiyaçları için tüketilen su sıcaklığı düşük (40-60 C) olduğundan ve günlük sıcak su ihtiyacı yıl boyunca homojen değiştiğinden, güneş enerjisinden yararlanılan en ekonomik, en yaygın, en eski sistem, güneş enerjili sıcak su sistemleridir.

Bu çalışmada, güneş enerjisinden yararlanılan sıcak su sistemleri incelenmiştir, doğal dolaşım, zorlanmış dolaşım, direk ve dolaylı sistemler açıklanarak birbiriyle karşılaştırılmıştır. Pratikte önemli olan ısı taşıyıcı akışkanın seçimi anlatılmış kapalı ve açık devreli sistemlerde donmaya karşı önlemler açıklanmıştır. Ayrıca sıcak su sistemlerinin bakım ve işletme esasları verilmiştir.

*Güneş enerjili sıcak su sistemleri; Meteorolojik koşullara, suyun özelliklerine, binanın konumuna ve yapının kullanım şekline uygun olarak seçilmelidir.*

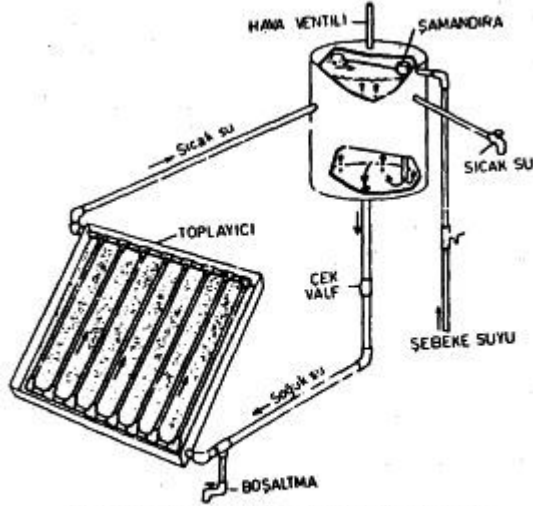
## 1. GİRİŞ

Konutlarda sıcak su temini için tüketilen enerji, konut için gerekli enerjinin % 12' si mertebesindedir. Sıcak su temini için daha ziyade fuel-oil, gaz, odun, kömür veya elektrik enerjisi kullanılmaktadır. Bazı binalarda, sıcak su için ayrı bir kazan (kömürlü veya fuel oil' li) kullanılmakta (dolaysız-direkt sistem), bazı binalarda ise kazandan alınan kızgın su veya buhar bir ısı değiştiricili depodan (boyler) geçirilerek depodaki su ısıtılmaktadır (dolaylı-endirekt sistem). Bu sistemlerin kesintili olarak kullanılması (yaz aylarında) sistem verimini çok düşürmektedir. Bu nedenle apartmanların birçoğunda, her daire için müstakil su ısıtıcıları tercih edilmektedir.

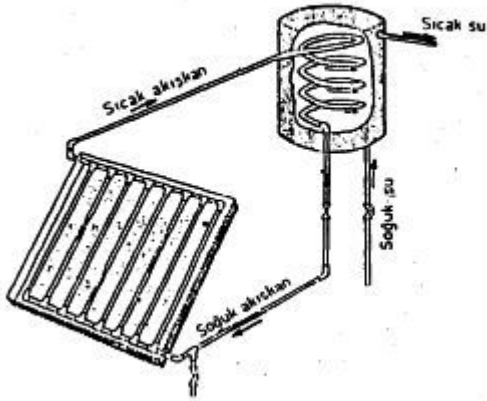
Son senelerde, güneş enerjisi potansiyeli büyük ülkelerde (Amerika Birleşik Devletleri, İsrail, Avustralya) ve hatta Avrupa ülkelerinde, konutlar için gerekli sıcak suyun bir kısmı güneş enerjisi ile temin edilmektedir. Birçok ülkede, sıcak suyun güneş enerjisinden elde edilmesini özendirici önlemler alınmaktadır.

Güneş enerjili sıcak su sistemlerinin seçimi, sistem verimliliği ve işletmesi açısından önemlidir. Bir sistem seçilirken, meteorolojik koşullara, suyun özelliklerine, binanın konumuna ve yapının kullanım şekline uygun sistem seçilmelidir. Aşağıdaki bölümlerde, sıcak su sistemlerinin özellikleri belirtilerek birbirleriyle karşılaştırılmış ve hangi sistemin nerede kullanılabileceği açıklanmıştır.

Güneş enerjili sıcak su sistemlerinde, toplayıcıda dolaştırılan ısı taşıyıcı akışkan (su, antifirizli su, donmayan sıvı, veya hava) depolanır veya direkt olarak kullanılır. Toplayıcıda dolaştırılan akışkan tesisatta sıcak su ihtiyacı için kullanılıyorsa bu tip sistemlere açık devreli sistem (Şekil 1) veya direkt (dolaysız) sistem, bir ısı değiştiricisi ile depodaki su ısıldıyorsa yani toplayıcıda hep aynı sıvı dolaştırılıyorsa bu tip sistemlere kapalı devreli sistem (şekil 2) veya endirekt (dolaylı) sistem adı verilir. Açık devreli sistemlerde, toplayıcılarda genellikle su dolaştırılır kapalı sistemlerde ise su, antifirizli su veya düşük donma sıcaklığına sahip bir sıvı dolaştırılır.



Şekil 1 Açık devreli, doğal dolaşımli sistem  
Açık ve kapalı devreli sistemlerden birisinin diğerine göre daha uygun olduğu söylenemez. Devre tipi seçilirken, suyun sertliği, sistemin kuruculuğu bölgenin meteorolojik özellikleri, şebeke suyu basıncı ve bina-daki sıhhi tesisat donanımı göz önüne alınmalıdır.



Şekil 2. Kapalı devreli, doğal dolaşımli sistem

Açık devreli sistemlerde, toplayıcıda dolaşan suyun donma problemi vardır. Donma ihtimalinin olduğu günlerde sistemin boşaltılması veya donmaya karşı tedbir alınması gerekir. Ayrıca, toplayıcılarda dolaşan su, borularda korozyona neden olabilir veya kireçlenme ile boru et kalınlığı artabilir. Bu problemleri ortadan kaldırmak için, toplayıcı devresinde donma sıcaklığı düşük ve inhibitör ilaveli akışkan dolaştırılarak sistem kapalı devreli yapılır.

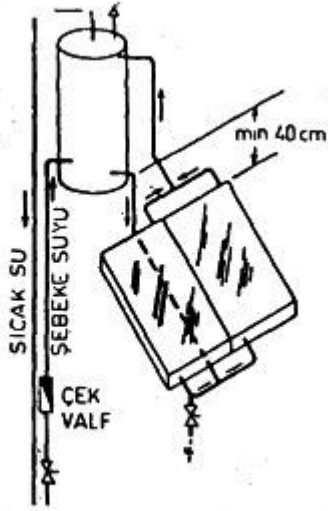
Toplayıcıya gönderilen akışkanın basıncının düşük olması ve tesisatın basınçlı olmasının istendiği halde de kapalı devreli sistemlere gidilir. Bununla beraber, kapalı devre için ısı değiştiricisi kullanıldığından maliyeti artar ve ısı değiştiricisinin tesirliliği sebebiyle sistem verimi % 10-15 mertebesinde azalır.(1)

Güneş enerjili sıcak su sistemleri, toplayıcıda dolaştırılan akışkan hareketine göre; hareket dışarıdan veriliyorsa zorlanmış dolaşımli (sirkülasyonlu) veya pompalı, hareket kendiliğinden (yoğunluk farkı sebebiyle) meydana geliyorsa doğal dolaşımli (sirkülasyonlu) veya pompasız sistemler olarak isimlendirilir. Pompalı veya pompasız sistemlerin her ikisi de açık devreli veya kapalı devreli yapılabilir.

## 2. DOĞAL DOLAŞIMLI SİSTEMLER

En yaygın kullanılan sıcak su sistemlerindendir. "Termosifon tipi su ısıtıcısı" olarak da isimlendirilir. Sistem; düz toplayıcılardan ve yalıtılmış bir depodan ibarettir. Açık veya kapalı olduğu gibi şebeke basınçlı veya statik basınçlı da olabilir. (Şekil 1-7). Toplayıcılarda ısınan su genişleyerek (yoğunluğu küçüldüğünden) deponun üst kısmından depoya akar, bunun yerini deponun altındaki daha soğuk su alır. Güneş ışınımının olduğu ve toplayıcı sıcaklığı depo sıcaklığından belirli bir değer daha büyük olduğu müddetçe dolaşım devam eder. Dolaşım olabilmesi için gerekli toplayıcı sıcaklığı ile depo sıcaklığı arasındaki farkın mertebesi, toplayıcının üst noktası ile

deponun alt noktası arasındaki mesafeye ve borulardaki sürtünme kayıplarına bağlıdır. Yoğunluk farkı (dolayısıyla sıcaklık farkı) sebebiyle oluşan kaldırma kuvvetinin sürtünme kuvvetinden büyük olduğu durumlarda dolaşım devam eder. Genel olarak dolaşımın olabilmesi için deponun toplayıcıdan daha yüksekte olması ve toplayıcının üst noktası ile deponun alt noktası arasında en az 40 cm lik bir mesafenin bulunması gerekir.



Şekil 1-3 Doğal dolaşimli-açık devreli-şebeke basınçlı sistem

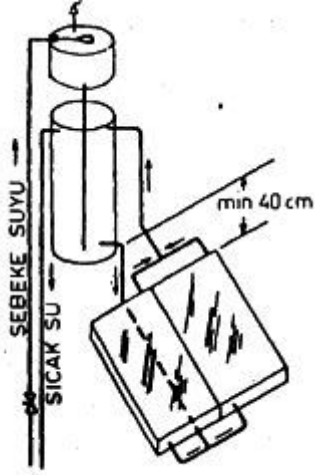
Doğal dolaşimli sıcak su sistemlerinde, akışkanın hareketi küçük yoğunluk farkından meydana geldiğinden borulardaki sürtünme kayıpları ve yerel kayıplar (vana, dirsek, geçit, v.s.) az değildir. Bunun için de toplayıcıda kullanılan boruların çapı büyük olmalı ve toplayıcı ile depo arasındaki boruların çapı 25 mm'den (1 inch) daha büyük seçilmelidir.

Doğal dolaşimli sıcak su sistemlerinin ısı analizi oldukça karışıktır. Sistemde dolaşan akışkanın debisi; toplayıcı üzerine gelen güneş ışınımı, toplayıcı ile depo arasındaki mesafe, sistemdeki sürtünme ve yerel kayıplar ve toplayıcı konstrüksiyonu gibi çok sayıda değişkene bağlıdır. Genel olarak, sık kullanılan doğal dolaşimli basit sıcak su sistemlerinde akışkanın toplayıcıdan çıkış ve giriş sıcaklıkları arasındaki fark 10°C ve akışkanın debisi birim toplayıcı yüzeyi için 0.009 kg/s mertebesindedir.

Doğal dolaşimli sistemlerde pompa kullanılmadığından kontrol elemanlarına ve elektrik enerjisine ihtiyaç yoktur, dolayısıyla da işletme masrafları çok az ve bakımı çok kolaydır. Elektrik kesilme problemi, pompanın veya otomatik kontrol elemanlarının sık sık arızalandıkları göz önüne alınırsa, doğal dolaşimli sistemlerin daha güvenilir olduğu düşünülebilir. Ayrıca, pompalı sistemlere göre, pompa, genişletme tankı, sezici, diferansiyel termostat gibi elemanlar olmadığından daha ucuzdur. Bununla beraber, depo toplayıcıdan daha yükseğe konulduğundan sistemin yerleştirilmesi ve uygun zeminin bulunması zordur. Boru çapları büyük olması gerektiğinden pompalı sisteme göre boruların maliyeti daha fazladır. Depo ile toplayıcılar arasındaki mesafe uzun olursa sürtünme kayıpları sebebiyle dolaşım azalacağından bir depoya çok sayıda toplayıcının bağlanması mümkün değildir. Ayrıca, depoların atmosfere açık olmaları, toplayıcıların üst kısmında görülen depoların çevre güzelliğini bozması doğal dolaşimli sistemlerin dezavantajlarındandır.

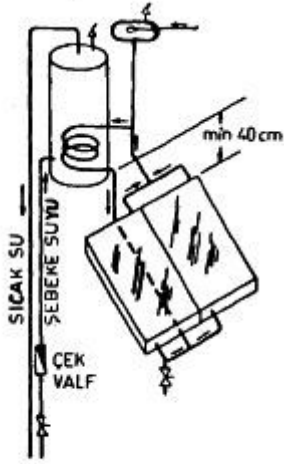
Şekil-3 de doğal dolaşimli- açık devreli olan ve şebeke (veya hidrofor) basıncı ile çalışan bir sıcak su sistemi görülmektedir. Bu sistemde, toplayıcıda dolaşan suyun basıncı şebeke basıncındı olduğundan, sıcak suyun tesisata dağıtılması kolaydır. Sistemin, leras veya çatı gibi yüksek yerlere kurulması şart değildir. Bununla beraber, toplayıcı basınç altında olduğundan sızdırma problemi olabilir. Şebeke basıncının yüksek değerleri için toplayıcı borularını ana boruya bağlayan birleşme noktalarında çatlama görülebilir, toplayıcıların ve sistemin basınca dayanıklı olması gerekir. Açık devreli olduğundan donmaya ve kireçlenmeye karşı tedbir alınmalıdır.

Doğal dolaşimli - açık devreli- statik basınçlı su ısıtıcısı da Şekil-4' te görülmektedir. Bu sistemde, şebeke basıncı şamandıralı bir valf ile düşürülür. Toplayıcı ve depo statik basınç altındadır. Sıcak suyun tesisata dağıtılması için, depo ve toplayıcının teras gibi yüksek yerlere konulması veya bir pompa kullanılması gerekir. Tek avantajı, toplayıcıların yüksek basınca maruz kalmamasıdır. Küçük binalar için uygulanabilirse de büyük binalar için uygun değildir. Ayrıca, açık sistemlerin mahsurları bu sistem için de geçerlidir.

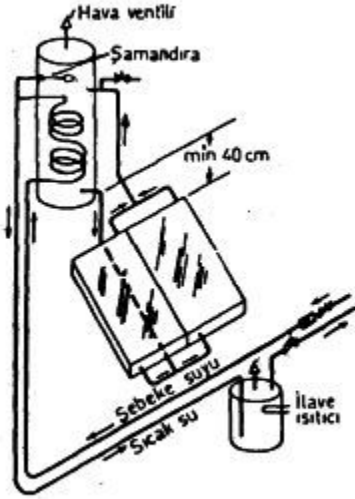


Şekil 4. Doğal dolaşimli- açık devreli- statik basınçlı sistem

Doğal dolaşimli- kapalı devreli sistemlerde yapılabilir. Şekil-5 de ısı değiştiricisinin toplayıcı devresine konulduğu bir sistem verilmiştir. Bu sistemde, toplayıcı devresinde, antifirizli su veya diğer donmayan ve inhibitör-lü sıvı kullanmak mümkündür. Bu sistemde, depo basınçlı, toplayıcı devresi ise basınçsızdır. Sıcak suyun tesisata dağılması kolay olduğundan ve donmaya karşı tedbir alınabildiğinden iyi bir sistemmiş gibi görünüyorsa da, ısı değiştiricisi sebebiyle sürtünme kayıpları arttığından doğal dolaşimli sistemler için tercih etmemek gerekir. Dolaşımın başlayabilmesi için toplayıcı yüzey sıcaklığı ile depodaki ısı değiştiricinin sıcaklığı arasındaki farkın çok yükselmesi icap eder. Bu ise toplayıcıdaki ısı kayıplarını artıracığından sistem verimi düşer. Dolaşım azalacağı için verim düşerken ısı değiştiricisi sebebiyle de verimin azalacağı açıktır. Şekil 1-5 b' de görülen doğal dolaşimli kapalı devreli sistemde, ısı değiştiricisi tesisat devresine konulmuştur. Bu sistemde toplayıcı devresinde su dolaştırılır. Şebeke suyu bir ısı değiştiricisi ile depodan geçirilirken, aynı zamanda, toplayıcı devresindeki kaçaklar sebebiyle meydana gelen azalmaları önlemek için bir şamandıra ile depoya bağlanır. Toplayıcı devresinin basınç altında olmaması, tesisat devresinin basınçlı olması avantajlarındandır.



Şekil-5a. Doğal dolaşimli- kapalı devreli sistem



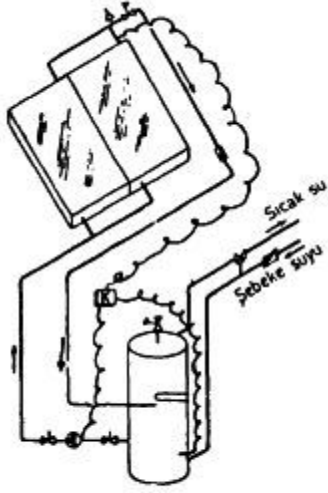
Şekil 5b. Doğal dolaşimli-kapalı devreli sistem

Ancak, ısı değiştiricisinin içinden soğuk akışkan geçtiğinden yüzey alanını büyük tutmak gerekir. Keza, ısı değiştiricisi içinde suyun depolanma imkanı olmadığından ilave bir depo yapılmalıdır. Düşük sıcaklığın yeterli olduğu ve sürekli kullanıldığı yerler için uygulanabilir. Büyük sistemler için ikinci depoya konulacak ilave ısıtma ile arzulanan sıcaklığa erişilebilir. Toplayıcı devresi yüksek basınca dayanıklı olmayan, ilave sıcak su tesisatı bulunan ve donmaya karşı tedbir alınan sistemler için tavsiye edilebilir.

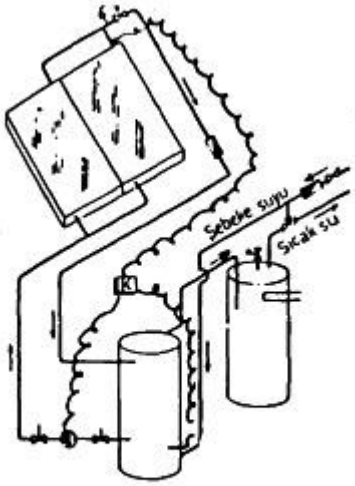
### 3. ZORLANMIŞ DOLAŞIMLI POMPALI SİSTEMLER

Zorlanmış dolaşimli bir sıcak su sisteminde, genel olarak pompa, diferansiyel termostat, sezici, sıcak su deposu, genişleme tankı ve çek valf (tek yönlü valf) bulunur. Doğal dolaşimli sistemlerde olduğu gibi açık devreli veya kapalı devreli yapılabilir. Pompalı sistemlerde otomatik kontrol elemanları şarttır. Daha ziyade büyük sistemlerde tercih edilir. Özellikle sıcak su deposunun toplayıcıdan uzak, kapalı bir yere konulabilmesi ve çok sayıda toplayıcı için bir deponun kullanılabilmesi pompalı sistemlerin en büyük avantajlarıdır.

Şekil 6' da pompalı- açık devreli bir sistem görülmektedir. Diferansiyel termostat ile toplayıcı yüzey sıcaklığı ile depo suyu sıcaklığı arasındaki fark yaklaşık 10 C olduğu zaman pompa çalışır ve 2 C' c düştüğü zaman pompa durur. Pompalı- direkt sistem de denilen bu sistem, en yaygın uygulanan sistemlerdendir. Açık devreli olduğundan donma ve kireçlenme problemleri mevcuttur.

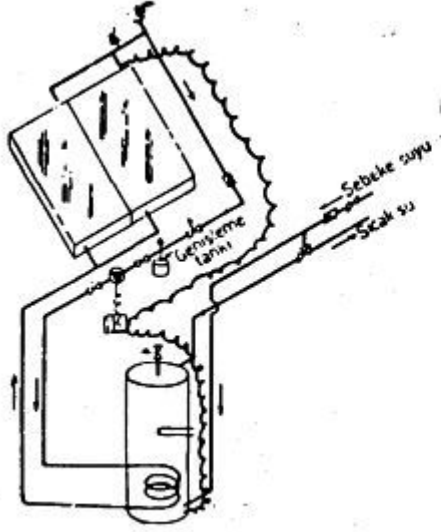


Şekil-6 a. Pompalı açık devreli sistem

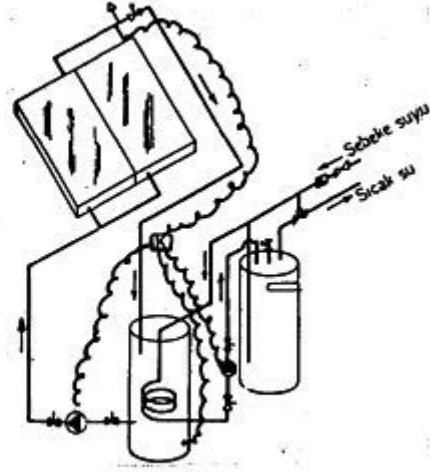


Şekil-6 b Pompalı- açık devreli- iki depolu sistem

Pompalı- kapalı devreli sistemlerde (Şekil-7) ısı değiştiricisi toplayıcı devresine (Şekil 7a) veya tesisat devresine (Şekil -7b) konulabilir.



Şekil-7 a. Pompalı-kapalı devre sistem



Şekil-7b. İki depolu, pompalı- kapalı devreli sistem

Toplayıcı devresinde su, etilen-glikol veya propilen-glikol gibi sıvılar kullanılabilir. Genişleme tankına ve otomatik kontrol elemanlarına ihtiyaç olan bu sistemde, kapalı devredeki eksilen sıvı yerine yenisini doldurmak gerekir.

Kapalı devrede su dolaştırılması halinde, eksilen su kadar şamandıralı bir valf ile doldurulması en pratik olanıdır. Antifrizli sistemlerde, ayrıca antifriz doldurma ve boşaltma düzeni yapılmalıdır.

#### 4. ISI TAŞIYICISI AKIŞKAN

Isı taşıyıcı akışkan yutucu yüzeyden ısıyı alarak depoya taşır. Akışkanın özellikleri toplacı verimine ve sistemin boyutlarına tesir eder. Genel olarak düz toplayıcılarda dolaştırılan akışkanların,

- özgül ısı ve ısı iletim katsayısı yüksek,
- yoğunluğu ve ısı genişleme katsayısı düşük,
- viskozitesi (pompa gücü için) düşük,
- donma sıcaklığı düşük, kaynama sıcaklığı yüksek
- zehirsiz ve kokusuz,
- korrozif olmamalı,
- ucuz ve kolay temin edilebilir,

olmalıdır. Isı taşıyıcı akışkan olarak genellikle su, antifrizli su, silikon yağlar veya hidrokarbonik yağlar kullanılır. Bazı akışkanların fiziksel özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

**Tablo 1- ISI TAŞIYICI AKIŞKANLARIN ÖZELLİKLERİ [6]**

	%50 Etilen glikol Su	%50 Propilen Glikol Su	Silikon Yağ	Su
Donma Sıcaklığı (C)	-36	-33	-50	0
Kaynama Sıcaklığı	110	110	yüksek	100
Alevlenme Sıcaklığı	---	315	315	---
Özgül Isı, kJ/kg-K(38 C da)	3.43	3.64	1.4-2.0	4.17
Vizkozite, g/m-s (38 C da)	2.3	3.10	14.98	0.68
Isı İletim Katsayısı, W/m-K	0.40	0.39	0.69	0.69
Yoğunluk, kg/m3 (38 C da)	1054	1025	935	933
Korozyon	Fe ve Al için inhibitör		korozif değil	korozif
Zehirlilik	İnhibitöre bağlıdır.		düşük	inhibitöre bağlıdır.

En uygun ısı taşıyıcı akışkan sudur. Ucuzdur, kolay temin edilebilir, ısıl genişleme katsayısı ve viskozitesi düşük, özgül ısısı ve ısı iletim katsayısı yüksek, donma ve kaynama sıcaklıkları arasında kararlıdır, termo-kimyasal ve termofiziksel özellikleri iyi bilinmektedir. Isı taşıyıcı akışkan olarak da kullanılabilir ve sıcak su tesisatına direkt gönderilir.

Donma sıcaklığının yüksek olması ve bazı maddelere karşı korozif olması suyun dezavantajıdır. Korozyon ve kireçlenme, suyun bileşimine bağlıdır. Sert sularda kireçlenme, yumuşak sularda ise korozyon görülür. Bununla beraber inhibitör ilaveli antifriz kullanılarak donma sıcaklığı düşürülebilir ve korozyon önenebilir.

Glikollerin özgül ısıları suya göre daha düşük, vizkoziteleri ve yoğunlukları daha büyüktür. Özgül ısıları düşük olduğundan, belirli bir ısı miktarını toplayıcılardan sıcak su tankına aktaran antifrizli suyun debisi, aynı ısıyı taşıyan su debisinden yaklaşık %25 daha fazla olmalıdır. Vizkozitleri büyük olduğundan, pompalı sistemlerde gerekli pompa gücü suya göre %30-50 daha büyüktür. Pompasız (doğal dolaşimli) sistemlerde de boru iç cidarında sürtünme basıncı fazla olacağından boru iç çapı çok büyük seçilmelidir. Doğal dolaşımın olabilmesi için, küçük yoğunluk farkı sebebiyle meydana gelen kaldırma basıncının sürtünme basıncından büyük olması gerektiği hatırlanır ve antifrizli suyun sürtünme kaybının suya göre %50 daha büyük ve ayrıca özgül ısısının da düşük olduğu göz önüne alınırsa, antifrizli su doğal dolaşimli sistemler için tavsiye edilmemelidir. Antifrizli su kullanılan sistemler kapalı devreli olacağından ısı değiştiricisinin tesirliliği sebebiyle sistem verimi % 10-15 daha düşüktür.

Suyun donmasını geciktirmek için genellikle ağırlıkça %50 oranında propilen- glikol katılır. Etilen- glikol zehirlidir. Belirli bir miktarı (100 mg/şahıs) insan sağlığı için tehlikelidir. Otomobillerde kullanılan antifrizli su (etilen glikol-su karışımı) zehirli olduğundan kullanılmamalıdır. Farkına varılmadan kaçaklar veya zamanla meydana gelecek sızıntılarla antifrizli su kullanma suyuna karışabilir ve arzulanmayan sonuçlar doğurabilir.

Antifrizli su içilecek suya nazaran daha koroziftir. Gerek etilen glikol- su, gerekse propilen glikol- su karışımına korozyon önleyici inhibitör (yavaşlatıcı) katılmadan kullanılmamalı, malzemeye uygun inhibitör seçilmelidir. Silikon yağlar korozif olmamalarına ve zehirsiz olmalarına rağmen özgül ısıları düşük ve vizkoziteleri çok büyüktür, ayrıca çok pahalıdır.

## 5. İŞLETME PROBLEMLERİ

Güneş enerjili sıcak su sistemlerinin en önemli işletme problemleri donma, korozyon, kireçlenme ve aşırı ısınmadır. Sistemin kurulduğu bölgenin özelliklerine ve seçilen sisteme göre aşağıdaki tedbirler alınmalıdır.

### 5.1 Donmaya Karşı Önlemler

Güneş enerjili sıcak su sistemlerinde en ekonomik ısı taşıyıcı akışkanın su olduğu daha önce belirtilmişti. Donma olayına rastlanılan bölgelerde, toplayıcılarda su dolaştıran sistemler için donmaya karşı tedbir alınır. Bu tedbirler, antifriz ilavesiyle suyun donma sıcaklığını düşürmek, suyu boşaltmak veya ısıtmak şeklinde olabilir.

a. Antifrizli Sistem. Donma sıcaklığını düşürmek için su içersine glikol ilave edilir. Sadece kapalı devreli sistemlerde kullanılabilen antifrizli suyun donma sıcaklığının -30°C dan düşük olması istenir ve bunun için



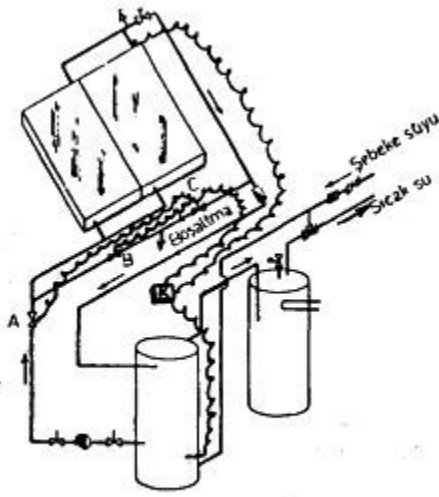
ağırlıkça %50 civarında propilen glikol katılır. Antifrizli suya inhibitör ilavesinin gerektiği, otomobillerde kullanılan antifrizli suyun güneş enerjili sıcak su sistemlerinde kullanılmayacağı daha önce belirtilmiştir.

b. Boşaltmalı sistem. Antifriz- su karışımı kullanılan sistemlerde ısı değiştiricisinin tesirliliği ve ayrıca antifrizin dezavantajları (özgül Isısı düşük, yoğunluğu ve viskozitesi büyük) sebebiyle sistem verimi düşüktür. Bu sebeple, düz toplayıcılarda genellikle su tercih edilir. Gerek kapalı devreli sistemlerde gerekse açık devreli sistemlerde su dolaştırılması halinde donmaya karşı alınacak en ekonomik tedbir, toplayıcı devresinin boşaltılmasıdır. Boşaltma elle yapıldığı (termosifon tipi sistemlerde) gibi otomatik olarak da yapılabilir.

Elle boşaltmalar genellikle mevsimlik yapılır. Yazlık sistemlerde kullanılmadığı dönemler için diğerleri ise donma olayının kullanılmadığı dönemler için diğerleri ise donma olayının görülebileceği aylarda boşaltılır. Elle boşaltmalı sistemler boşaltıldıktan sonra uzun süre durgun halde kalacağından kullanılan toplayıcıların yüksek sıcaklıklara (200 °C) dayanıklı olması gerekir. Otomatik boşaltmalar, don tehlikesinin olduğu zaman (drain- down) yapılabildiği gibi kapalı devreli sistemlerde pompanın her susuşunda da (drain -back) yapılabilir.

### Boşaltmalı (drain down) sistem

Gerek doğal dolaşım, gerekse pompalı açık sistemlerde en büyük problemlerden birisi, düşük sıcaklıklarda rastlanılan donma olayıdır. Don olayının tahmin edildiği zamanlarda sistemin boşaltılması gerekir. Şekil 8'de görülen pompalı- açık devreli sisteme otomatik boşaltmalı (drain-down) sistemi denilmektedir.



Şekil-8 Boşaltmalı (drain-down)

Daha ziyade açık devreli sistemler için tercih edilen bu sistemde, toplayıcıda bulunan suyun sıcaklığı donma sıcaklığına yaklaştıkça, A valfi kapanarak B ve C valfleri açılır, sistem kendini boşaltır. Yerçekimi ile sistemdeki suyun boşaltılabilmesi için valflerin yerleştirilmesine ve boruların eğimine dikkat edilmelidir.

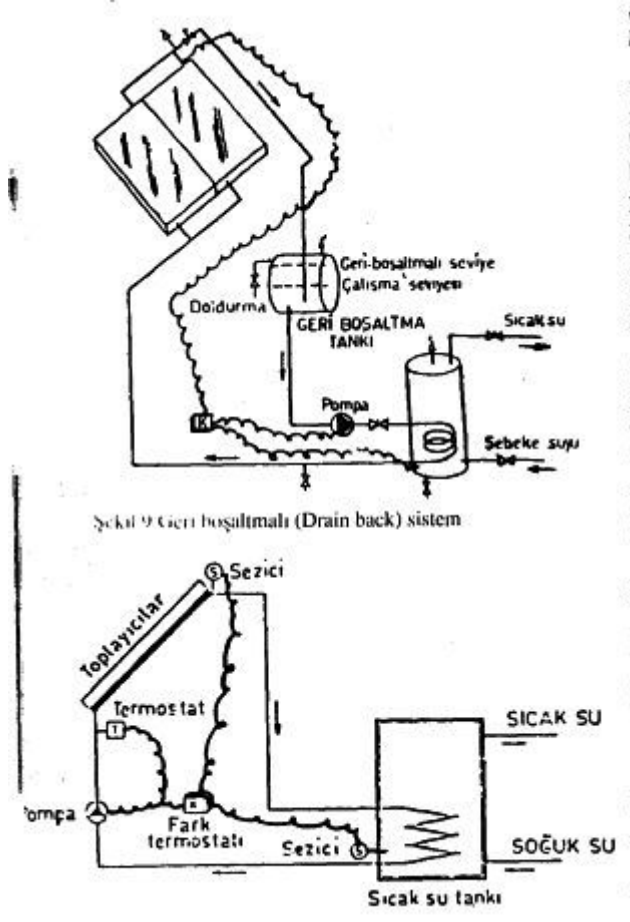
Kış aylarında güneşlenme süresi la/la olan ve çevre sıcaklığı düşük olan bölgelerde boşaltmalı (drain-down) sisteminin uygun olduğu belirtilmektedir. Boşaltılan su atılmayıp kapalı bir yerde bulunan sıcak su tankına gönderilebilir.

### Geri boşaltmalı (Drain- back) sistem

Şekil-9 da görülen sistem, genellikle kapalı devreli sistemlerde uygulanır. Boşaltmalı (drain-down) sistemde, donma sıcaklığına yaklaştıkça zaman toplayıcıdaki su boşaltıldığı diğer zamanlarda boşaltılmadığı halde, geri boşaltmalı (drain-down) sistemde pompanın her duruşunda toplayıcıdaki su boşaltılır.

Toplayıcı üst sıcaklığı ile depo suyu sıcaklığı arasındaki fark yaklaşık 2 C den büyük olduğu müddetçe pompa sürekli çalışır, sıcaklık farkı düşüp pompa susunca toplayıcıların içindeki su yerçekiminin etkisiyle geri, boşaltma tankına dökülür. Geri boşaltma tankı kapalı bir hacim içerisine konulur, toplayıcıların eğimi ve boruların donanımı, suyu yerçekimi tesiriyle boşatabileceği şekilde dizayn edilir.

c. Isıtmalı sistem. Donmaya karşı alınacak diğer bir tedbir de donma tehlikesi olduğu zaman (toplayıcı sıcaklığı 4 C un altına düştüğü zaman) küçük tip elektrikli ısıtıcılarla toplayıcıyı ısıtmak veya pompayı çalıştırarak depodaki suyu toplayıcılardan geçirmek (Şekil 10) Toplayıcıları elektrikli ısıtıcılarla ısıtmak çok pahalı olduğundan pek uygulanmaz.



Şekil 9 Geri boşaltmalı (Drain back) sistem

Dış sıcaklığın uzun süre 0 C un altına düştüğü bölgelerde, depodaki suyu toplayıcılardan geçirmek de ekonomik değildir. Bununla beraber, dış sıcaklığın nadiren donma sıcaklığına düştüğü bölgelerde kullanılabilir. Bunun için, toplayıcıların alt kısmına yerleştirilerek bir sezici ile pompaya kumanda edilerek toplayıcı sıcaklığı 4 C un altına düşünce (gece veya gündüz) pompa çalıştırılabilir.

## 5.2. Korozyon ve Kireçlenme

Güneş enerjili sıcak su tesisatının ömrü korozyon ve kireçlenme ile sınırlıdır. Akışkan sıcaklığı arttıkça, oksijen ve karbondioksit gibi gazlar ve suyun elektrik iletkenliği arttığı için korozyon da artar. Sıcaklık arttıkça ve verilen bir sıcaklıkla suyun hızı azaldıkça kireçlenme artar. Sert sulu tesisatlarda boru iç cidarı kireç tabakası ile kaplanarak korozyona karşı bir kalkan oluşturur, fakat boru et kalınlığı artacağından ısı geçiş katsayısı kötüleşir.

Yumuşak sularda kireçlenme olmaz fakat korozyon fazla olur. Tesisat boruları korozyon tehlikesine karşı bakır, galvanizli çelik veya plastiklerden yapılır. Kapalı sistemlerde, korozyon önlemek için ısı taşıyıcısı akışkan içerisine inhibitör katılır, inhibitör kullanılan konut sıcak su sistemlerinde, suyun pH'ı birkaç ayda bir kontrol edilmeli ve alüminyum için her zaman su sertliğinin 5-9 arasında olmasına dikkat etmelidir. Antifrizli suya korozyon inhibitörü katılırken kullanılan antifrizle uygun inhibitör seçilmelidir.

Sıcak su depolarında kalodik korozyonu önlemek için galvanik anotlar kullanılır. Bunun için magnezyum bir çubuğun depo içine daldırılması çoğu zaman yeterli olmaktadır.

Kireç oluşumunu önlemek için tasfiye cihazının veya kireç tutucularının kullanılması tavsiye edilmektedir.

## 5.3. Sızırmalar

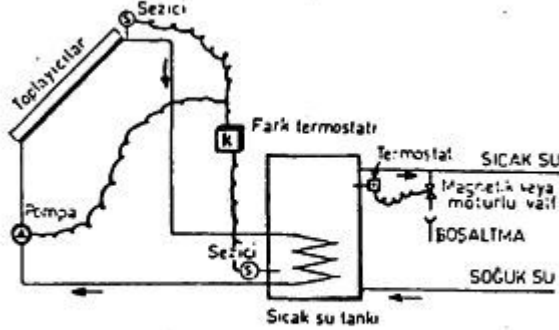
Tesisatta, binanın bir bölümünün diğerine sürekli olarak su sirküle edildiğinden boruların birleşme noktalarında ve vanalarda zamanla sızıntıların olması kaçınılmazdır. Güneş enerjili sistemlerde sızıntılardan kurtulmanın çaresi, kaliteli malzeme, iyi işçilik ve dikkatli bakımdır.

## 5.4. Aşırı Isınımı

Özellikle elle boşaltmalı sistemlerde, toplayıcılar boşaltıldığı zaman toplayıcı üzerine uzun süre güneş ısınımı

gelirse, yutucu yüzey sıcaklığı (iyi toplayıcılarda) 200 C a kadar çıkabilir. Bu hallerde, toplayıcı camı çatlayabilir, yutucu yüzey boyası çatlayarak kalkabilir veya valim malzemesi caz kusabilir.

Plastik esaslı malzemelerden yapılan toplayıcılar ise tamamen bozulur. Bu bakımlardan, toplayıcıların yüksek sıcaklığa dayanıklı malzemelerden yapılmalı ve toplayıcıların yüksek sıcaklığa çıkması önlenmelidir.



Şekil-11. Aşırı Isınmaya Karşı Otomatik Kontrol Sistemi

Belirli bir sıcak su sistemi için gerekli toplayıcı yüzey alanı, ortalama ışınım değerlerine göre tayin edildiğinden yaz aylarında, arzulanan yüksek sıcaklıklara çıkılabilir.

Bu husus göz önünde bulundurularak basınç düşürme valfleri konulur ve bazı sistemlerde de sıcak su tankına soğuk su ilave edilir.

Sıcak su tankından sıcak suyun boşaltılması ve yerine soğuk su gönderilmesi termik valfler ile otomatik olarak yapılır.

### 5.5. Emniyet

Konutlarda kullanılan sıcak su tesisatlarında, toplayıcı devresinde içilmeyen (zehirli) ısı taşıyıcı akışkan kullanılıyorsa ısı değiştirici kullanılmalı, boruların et kalınlığı büyük tutulmalı ve ayrıca içilecek suyun basıncı toplayıcı devresindeki basınçtan çok yüksek olmalıdır.

Güneş enerjili sıcak su sistemlerinde en az bir adet basınç ayarlayıcısı kullanılmalı, ayarlayıcı çıkışı bir depoya bağlanmalı veya boşaltmaya verilmelidir.

Basınç ayarlayıcısı kullanıcıların eli altında bulunmamalıdır.

### 5.6. Sistemin ilk çalıştırılması

Tesisat tamamlandıktan sonra sürekli çalıştırılmaya geçilmeden önce bazı testlere tabi tutulur.

Pompa, vana sezici gibi elemanların istenilen özellikte olup olmadıkları ve sızıntılar kontrol edilir.

Sistemin ilk çalıştırılmasında yapılacak işlemler seçilen sistemin özelliklerine bağlıdır. Kapalı devreli sistemlerde sistem doldurulduktan sonra birkaç saat çalıştırılmalı ve daha sonra kapalı devredeki akışkan seviyesi kontrol edilmelidir.

Drain -down (boşaltmalı) sistemde, otomatik boşaltmanın zamanında olup olmadığı, sistemin dışarıda kalan kısmındaki tesisatın suyunun tamamıyla boşalıp boşatmadığı, valflerin çalışıp çalışmadıkları araştırılmalıdır. Pompa ve seziciler muayene edilmelidir.

### 5.6. Sistemin Bakımı

Konutlarda kurulan güneş enerjili sıcak su sistemlerinin yıl sonu bakımları yapılmalı ve ayrıca belirli dönemlerde bazı elemanları (pompa, sezici v.s.) kontrol edilmeli ve gerekirse onarılmalıdır.

Toplayıcı camları periyodik olarak (örneğin haftada bir) temizlenmeli, plastik örtüler temizlenirken çizilmemelerine dikkat gösterilmelidir.

Yıllık bakımlarda ısı taşıyıcı akışkan test edilerek değiştirilmelidir. Kireçlenme veya korozyona tesiri gözlenmeli,

gerekiyorsa önlem alınmalıdır.

Sıcak su depolama tankı her altı ayda bir boşaltılarak tortular temizlenmelidir.

Eğer ısı değıştiricisi kullanılmışsa, boruların iç ve dış yüzeyleri kontrol edilmeli yeterinden fazla kireçlenme veya korozyon görülürse değıştirilmelidir.

## **KAYNAKLAR**

1. Kreider, J. F. ve F. Kreith; "Solar Energy Handbook", Mc Graw-Hill Book Comp. (1981)
2. Lunde, P.J.; "Solar Thermal Engincering, Spacc Heating and Hol Water Systems", John Wiley (1982)
3. Grallerl, H.; "Solartermische Heizungssysteme, Technische Aspekt und Wirtschaftliche Grenzen", R. Oldenbourg Verlag (1977)
4. Kreith, F. ve J.F. Kreider; "Principles of Solar Energy Engineering" McGraw-Hill (1985)
5. —, ASHRE Handbook 1984 Systems, American Society of Heating, Refrigeraling and Air- Conditioning Engineers Inc. (1984)
6. Kılıç, A. ve A. Öztürk; "Güneş Enerjisi", Kipaş Dağıtımçılık, İstanbul (1983)
7. Howell, Y. ve J.A. Bcreny; "Enginecr's Guide to Solar Energy", Solar Energy Information Service (1989)