

GÜNEŞ ENERJİSİ İLE SICAK SU TEMİNİ

“GÜNEŞ ENERJİSİ İLE EDİRNE’DE 21 DAİRELİK BİNANIN SICAK SU TEMİNİ TESİSİNİN PROJELENDİRİLMESİ”

Edirne’de 21 dairelik bir binanın yıllık kullanım suyu güneş enerjisi ile temin edilecektir. Kapalı devreli zorlanmış sirkülasyonlu olarak düzenlenecek düz toplayıcı sistemin projelendirilmesi yapılacaktır.

GİRİŞ

Günümüzde doğal enerji kaynaklarından yararlanma biçimi enerji kaynaklarının giderek azalması ve dünya politikasındaki değişimler nedeniyle çok değişik boyutlara ulaşmıştır. Ülkemiz güneşten yararlanma olanakları açısından çok elverişli bir konumdadır.

Hızlı kentleşme, endüstrileşme ve nüfus artışının getirdiği enerji kullanım artışı, artık değişik enerji biçimlerini kullanmaya zorlamaktadır. Güneş enerjisi bu arayış içerisinde, ele alınan ve üzerinde yoğun araştırmalar yapılan bir enerji kaynağı olarak ortaya çıkmaktadır. En iyi enerji kaynağı tükenmeyen ve aynı zamanda bedava olan güneş enerjisidir. Artık dünyanın gelişmiş ülkelerinde bu enerji kaynağından nasıl faydalanılacağı, nasıl depo edileceği araştırılmaktadır. Bu enerji ile elektrik üretimi, ısıtma, damıtma, kurutma, soğutma vb. gibi olaylar gerçekleştirilmektedir. Son yıllarda güneş enerjisi ile çalışan otomobiller yapılmaktadır.

Gerçekte, bütün enerji kaynakları güneşten türemiştir. Yaygın olarak kullanılan fosil yakıtlar, çağlar önce güneşten aldıkları enerji sayesinde karakteristiklerini değiştirmişler ve bugünkü kullanılır şekillerini almışlardır. Fosil yakıtların bulunmasıyla birlikte kullanımları öyle hızlı bir şekilde artmıştır ki, çok yakın bir gelecekte bitirilmeleri söz konusudur. Bu nedenle, enerji ihtiyaçlarımızın büyük bir bölümünü, depolanmış enerji kaynaklarından değil, güneşten elde etmeye, mümkün olduğu kadar kısa zamanda başlamalıyız.

Bu projenin hazırlanmasında yardımlarından dolayı, (FARMAK Mak. Tes. Taah. Tic.) Makine Mühendisi Sn. Ö. Faruk KANNECİ ve (ÖZGÜN Müh. Hiz. İnş. Mak. Paz. San. Tic. Ltd. Şti.) Makine Mühendisi Sn. Fethi MERT’e, bu projeyi bana veren, bu konuda ayrıntılı bilgi sahibi olmamı sağlayan ve projenin hazırlanmasında yardımlarını esirgemeyen çok değerli hocam Sn. **Doç. Dr. Ahmet CİHAN** Bey’e teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

GÜNEŞ ENERJİSİNİN İLK UYGULANMASI GÜNÜMÜZÜN VE GELECEĞİN “SOLAR” CAMLARI

I. BÖLÜM NEDEN GÜNEŞ?

- I.1. GÜNEŞ ENERJİSİ
- I.2. GÜNEŞ ENERJİSİNİN ISIYA DÖNÜŞTÜRÜLMESİ
- I.3. GÜNEŞ ENERJİSİ POTANSİYELİ
- I.4. ÜLKEMİZDE GÜNEŞ ENERJİSİ UYGULAMALARI
- I.5. GÜNEŞ RADYASYONU
- I.6. GÜNEŞ ENERJİSİ UYGULAMALARI
- I.7. GÜNEŞ ENERJİLİ SICAK SU HAZIRLAMA SİSTEMLERİ
- I.8. SICAK SU KULLANIMINI AZALTMANIN YOLLARI

II. BÖLÜM GÜNEŞ AÇILARI

- II.1. ESAS GÜNEŞ AÇILARI
- II.2. TÜRETİLEN GÜNEŞ AÇILARI

III. BÖLÜM GÜNEŞ KOLLEKTÖRLERİ

- III.1. GENEL
- III.2. DÜZ YÜZEYLİ KOLLEKTÖRLER
- III.3. KOLLEKTÖR KASETİ VE YALITIMI
- III.4. KOLLEKTÖR ÖRTÜSÜ
- III.5. EMİCİ PLAKA VE ISI TAŞIYICI AKIŞKAN
 - A. HAVA KOLLEKTÖRÜ EMİCİ PLAKASI
 - B. SIVI KOLLEKTÖRÜ EMİCİ PLAKASI
- III.6. GÜNEŞ İZLEYİCİLER VE VERİM
- III.7. ISI KAYBI ÖLÇÜSÜ
- III.8. SEÇİCİ YÜZEY
- III.9. BASINÇ KAYIPLARI
- III.10. BAĞLANTI ŞEKİLLERİ
- III.11. TOPLAYICI YÜZEY ALANI-DEPO HACMİ İLİŞKİSİ

IV. BÖLÜM GÜNEŞ ENERJİSİ İLE SU ISITMA YÖNTEMLERİ

- IV.1. YÖNTEMLER
 - a) Tabii Dolaşımli Sistemler
 - b) Pompalı (Zorlanmış Dolaşımli) Sistemler
 - c) Direkt Isıtmalı Sistem
 - d) Endirekt Isıtmalı Sistem
 - e) Güneşli Isıtma Sistemi Pompası
 - f) Ana Boruların Çapları
- BELLİ BAŞLI GÜNEŞ ENERJİSİ İLE SU ISITMA SİSTEMLERİNİ MUKAYESE TABLOSU (TS 3817 EK-3)
- IV.2. GÜNEŞLE ISITMA SİSTEMLERİ
- IV.3. GÜNEŞ ENERJİSİNİN AVANTAJLARI
- IV.4. GÜNEŞ ENERJİSİNİN DEZAVANTAJLARI
- IV.5. BOYLERDE ARANILAN ÖZELLİKLER
- IV.6. KONTROL PANELİNDE ARANILAN ÖZELLİKLER
- IV.7. GÜNEŞ ENERJİ SİSTEMLERİNDE ARANILAN ÖZELLİKLER
 - a) Kapalı Devreli Sistem
 - b) Pompalı (Zorlanmış Dolaşımli) Sistem
 - c) Sıcak Su Deposu (Boiler) Ayrık Sistem
 - d) Kapalı Devrede Şebeke Suyu Kullanımı

e) Otomatik Kontrol Özelliği

IV.8. OTOMATİK KONTROL

IV.9. GENLEŞME DEPOSU

IV.10. DEPONUN YERİ

a) Bina İçine Yerleştirme Kriterleri

b) Bina Dışına Yerleştirme Kriterleri

IV.11. YALITIM

IV.12. DONMA

V. BÖLÜM SİSTEM

V.1. SU İLE ISIL ENERJİ DEPOLANMASI

V.2. ISI TAŞIYICI AKIŞKAN

TİPİK ISI TAŞIYICI AKIŞKANLARIN BELLİ BAŞLI ÖZELLİKLERİ (TS 3817 ÇİZELGE 7)

TİPİK ISI TAŞIYICI AKIŞKANLARIN GENEL MUKAYESESİ (TS 3817 ÇİZELGE 8)

V.3. GÜNEŞ ENERJİSİ SİSTEMLERİNDE RASTLANILAN KOROZYON TİPLERİ

V.4. ISI TAŞIYICI AKIŞKAN SEVİYESİNİN KONTROLÜ

V.5. İŞLETMEDE AKIŞKAN DEBİSİ

V.6. MONTAJ

V.7. SİSTEMİN DEVREYE ALINMASINDA DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR

V.8. KOLLEKTÖR SEÇİMİ

V.9. ÖZELLİKLER

V.10. MONTAJ ŞEMASI

VI. BÖLÜM GÜNEŞLİ SU ISITICILARININ TASARIMI

TABLolar

KAYNAKLAR

GÜNEŞ ENERJİSİNİN İLK UYGULANMASI

Güneş ışınımı asırlardan beri yeryüzüne geldiği halde bilinçli faydalanmaya başlanması oldukça yenidir. Kaynaklara göre, ilk defa Sokrat (M.Ö.400), evlerin güney yönüne fazla pencere koyarak güneş ışığının içeri girmesini ve kuzey tarafını yüksek yaparak rüzgarın önlenmesi gerektiğini belirtmiştir. Archimedes'in (M.Ö.250) içbükey aynalarla güneş ışığını odaklayarak Sirakuzayı kuşatan gemileri yaktığı iddia edilmektedir. Güneş enerjisi konusundaki çalışmalar 1600 yılında Galile'nin merceği bulmasıyla artmıştır. İlk defa Fransa'da 1725'de Belidor tarafından güneş enerjisiyle çalışan bir pompa yapılmıştır.

Fransız bilim adamı Mouchot 1860'da parabolik aynalar yardımıyla güneş ışınımını odaklamış ve küçük bir buhar makinesi yapmış, güneş pompaları ve güneş ocakları üzerinde deneyler yapmıştır. Güneş enerjisi ile ilgili ilk kitapta 1869'da "La Chaleur Solaire et Application Industrielles" ismiyle Mouchot tarafından hazırlanmıştır. Mouchot 1878 yılında ilk defa güneş enerjisi ile çalışan bir soğutucuda bir blok buz üretmeyi başarmıştır.

Güneş enerjisi ile ilk çalışan, iş yapan akışkanın hava olduğu bir makine 1868'de Ericsson tarafından geliştirilmiştir. Bu yıllarda güneş enerjisi konusundaki çalışmalar yoğunlaşmış tatlı su elde edilmesi ve güneş ocakları konusundaki çok sayıda çalışma yapılmıştır. Adams, Hindistan'da yedi askerin yemeğini soğuk ay sızılan ocak ayında konik yansıtıcı güneş ocağı ile 2 saatte pişirmiştir.

Schuman ve Boys, 1913'te parabolik aynalar yardımıyla güneş enerjili bir buhar üreticisi yapmışlar ve bundan faydalanarak Nil Nehri'nden su çeken 50 BG'deki su pompasını çalıştırmışlardır.

I.Dünya Savaşı ve sonrasında, petrolün önem kazanmasıyla güneş enerjisine olan çalışmalar araştırma düzeyinde kalmıştır. 1930 yılından sonra pasif sistemlerle ilgili çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Araştırmalarla ilgili ilk önemli toplantı da 1954'te Yeni Delhi'de yapılmış ve "Uluslararası Güneş Enerjisi Derneği-International Solar Energy Society"nin kurulması kararlaştırılmıştır.

Güneş enerjisinin önem kazanması daha çok 1973'deki dünya enerji krizi ile olmuştur. Günümüzde güneş enerjisinden bir çok alanda yararlanılmakta ve her geçen gün faydalanma alanları artmaktadır.

Türkiye'de güneş enerjisi konusundaki çalışmalar yenidir. Özellikle 1973 petrol krizinden sonra ülkemizde de güneş enerjisi ile ilgili çalışmalar yoğunlaşmış ve 1975 yılından sonra güneş enerjisi ile sıcak su sağlayan sistemler yaygınlaşmıştır. Güney ve batı sahillerinde çok sayıda güneş enerjili sıcak su sistemi mevcuttur. Belirtmek gerekir ki Türkiye'de imalatı yapılan güneş toplayıcılarının bir çoğu dünya standartlarının altındadır. Isı hesapları kolay olmadığından Türkiye şartlarına uygun güneş toplayıcılarının geliştirilip yapılması mümkün olmasına rağmen, bir çoğu yabancı ülke patentiyle üretilmekte, genellikle de toplayıcı boyutları da benzetilerek seçilmektedir.

GÜNÜMÜZÜN VE GELECEĞİN “SOLAR” CAMLARI



Cam teknolojisindeki gelişmeler son on yılda çok büyük aşamalar kaydetmiş ve camın alışılmış özelliklerine aranan birçok yeni özellikler katmıştır. Gereksinimler, kullanım alanları ve cam ürünlerindeki rekabet bizleri camın değerini artırmaya zorlamaktadır. Cam ürünleri kavramı ile camın çok çeşitli kullanma alanlarından söz edilir. Bu, pencere camından gözlük camına, araba camlarından çay bardağına kadar çok geniş bir alanı kapsar. Camın değerini artırma ise, camın alışılmış geçirme ve yansıtma özelliğini camın kullanış alanına uygun olarak istenilen ölçüde geçirici ve yansıtıcı hale getirme, bu özellikleri kontrol edebilme anlamına gelir.

Günümüzdeki çeşitli anlamlarda değerlendirilmiş camlar çeşitli tekniklerle hazırlanmakta ve çok farklı amaçlarla kullanılmaktadır. Cama katma değer sağlama işlemi farklı şekillerde yapılabilir. Camın kendi hamuru değiştirilebildiği gibi, cam yapıldıktan sonra üzerine konan kaplamalarla camın optik özellikleri kontrol edilebilir. Harman kompozisyonunun değiştirilmesi pahalı bir yöntem olduğundan ve harmandan çıkan renkli camların özelliğinin sınırlı olması nedeni ile daha çok düz camın ikinci işlemlerle kaplanarak değer artırma yolu kullanılır.

Geleceğin camları olarak, kaplama özelliğinin değiştirilebilmesi ya da değişmez olmasına göre aktif ve pasif camlardan bahsedilir. Pasif camlar özellikleri tasarımlanabilen, ancak kontrollü olarak değiştirilemeyen camlardır. Aktif camlar ise özelliklerini ya dış etkilere göre değiştiren ya da optik özellikleri bizim tarafımızdan kontrol edilebilen, değiştirilen camlardır. Aktif camlara “akıllı” camlar ya da “kromojenik” camlar da denir.

Camlarda aranan özellikler örneğin, görünüm, renk ve kusursuz olmanın dışında geçirgenlik ve yansıtma veya ısı alma ve yansıtma özellikleridir ki bu sonuncular coğrafik yere, mevsime, gündüz ve geceye bağlı olarak değişir. Enerji kaybının minimuma indirilmesi açısından cama solar kontrollü kaplamaların konması kaçınılmaz olmuştur. Genellikle pencere camlarının çoğu görülür ışığı dalga boyundan bağımsız olarak maksimum oranda geçirmeyi ve minimum oranda yansıtmayı sağlayacak şekilde düzenlenir. Özellikli camlar ise dışarıdan iç mekâna maksimum oranda güneş enerjisi alan, fakat içeriden dışarıya daha az enerji sızdıran camlardır. Bunlar solar enerjinin büyük kısmını dışarıdan iç mekâna geçiren, fakat içi mekândaki termal enerjiyi de çoklukla tekrar içeri yansıtsan bir cam tasarımıdır. Aktif camlarda isteğe göre camın özellikleri kontrol edilebilmektedir. Bu da özellikle “elektrokromik” camların normal ve diğer solar camlara üstünlüğü anlamına gelir.

Kaplamalı camları, kaplama proseslerindeki farklılıklar nedeni ile büyük alanlı ve küçük alanlı kaplamalar olarak iki kısımda toplayabiliriz. Büyük alanlı camları ise kullanıma alanlarına göre mimari camları ve oto camları olarak tekrar iki kısma ayırabiliriz. Küçük alanlı camlardan kaplama ile değerlendirilebilecek olanlar interferans filtreleri, lazer aynaları, kamera objektifleri gibi optik bileşenler, dekoratif

camlar, gözlük camları vb. gibi diğer kullanım alanlarındaki camlardır. Bilhassa gözlük camlarındaki yansıtmayı önleyici, AR kaplamalar ve plastik lensler üzerine konan çizilmez sert kaplamalar günümüzün en yeni ve büyük sermaye gerektirmeyen, ancak çok büyük pazarları olan teknolojileridir.

Solar camları kızılötesi (IR) bölgede yansıtıcı, fakat görölür bölgede geçirici (düşük emisiviteli, “Low-E”, kaplamalar), veya görölür bölgede selektif yansıtıcı veya geçirici camlar (renkli solar camlar), veya yansıtmayı önleyici, AR, geçirgenliği yüksek camlar ve bunlar gibi çeşitli solar kontrollü camların yapımı, ince film kaplamaları ile mümkündür. Böyle kaplamalı camların büyük alanlı bina camlarında ve aynı zamanda oto camlarında yaygın ve çeşitli uygulama alanları vardır. AR kaplamalar müzelerdeki koruyucu resim camlarında, kamera objektiflerinde ve bunun gibi yerlerde istenmeyen yansımaları önlediği için çok kullanışlıdır. Low-E camlar camın ışık geçirme özelliğini değiştirmeksizin camdaki ısı kaybını önlediğinden, enerji tasarrufu açısından sağlayıcı yararları açıktır. Renkli solar camlar ise hem gizlilik sağlaması hem de solar enerji kayıplarını azaltması açısından gerek duyulan camlar arasındadır. Araba camlarındaki özel kaplamalar arasında; bir dakikada buzlanmış camdaki buzu eriten, buğuyu gideren kaplamalar, AR kaplamalar, akıllı camlar, radara görünmeyen camlar gibi örnekleri sayabiliriz.

I. BÖLÜM

NEDEN GÜNEŞ?:

Dünya nüfusunun artması, sanayileşme, şehirleşmenin yoğunluk kazanması, insanın konfor ihtiyacı enerji tüketimini katlanarak arttırmaktadır. Bugün için Dünya, enerji gereksinimlerini fosil yakıtlardan ve hidroelektrik veya nükleer santrallerden karşılamaktadır. Ancak bu yakıtların kullanımında karşımıza iki sorun çıkmaktadır. Birinci sorun bu yakıtların yakın bir gelecekte tükenme olasılığı, diğeri ise sanayileşmenin belirli bölgelerde yoğunlaşması sonucu büyük oranda fosil yakıtların kullanımından kaynaklanan çevre kirliliğinin artmasıdır. Fosil yakıtların yanması sonucu CO₂, NO_x ve SO_x emisyonları önemli değerlere ulaşmıştır. Özellikle CO₂'in neden olduğu sera etkisi sonucu dünya sıcaklığındaki artışın önümüzdeki 40 yıl içinde 1.5°C ile 4.5°C arasında olacağı tahmin edilmektedir. Ayrıca SO_x atmosferik olaylarla asit yağmuru olarak yeryüzüne geri dönerek ekolojik dengeleri tümüyle etkilemektedir.



Çevreye zararlı gazlar:

CO₂ Karbondioksit: Fueleoil, mazot, odun, kömür, doğalgaz gibi fosil enerji kaynaklarının yakılması ile oluşur.

NO_x Azot Oksitler: Yüksek yanma sıcaklıklarında havadaki azot ile oksijenin yanma esnasında reaksiyona girmesi ile oluşur. Azot oksitler yere yakın mesafelerde Ozon gazı oluşumuna sebep olurlar. Bu da solunum yolu ve göz rahatsızlıklarına sebep olur.

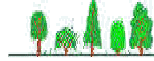
CO Karbon monoksit: Fosil yakıtların ve biokütlenin tam yanmaması neticesi oluşur. Havadaki CO gazının artması kan zehirlenmelerine sebep olur ve oksijen teneffüsünü azaltır.

SO₂ Kükürt dioksit: Kükürt içeren fosil yakıtların (Doğalgaz hariç) yakılması neticesi oluşur. Bu gaz su buharı ile birleştiğinde sülfürik asit oluşumuna sebep olur ve bilinen asit yağmurları tehlikesini taşır.

Toz: Kömür, odun, fueoil gibi is içeren yakıtların yanması neticesinde oluşur ve kanser sebepleri içinde yer alır.

Dünya genelindeki bu iki soruna ek olarak ülkemiz için bir diğer sorunda enerji tüketiminin yaklaşık % 60'ının yurtdışından karşılanmasıdır. Enerji tasarrufu konusunda ciddi önlemler alınması halinde genel enerji talebinin %20-30 oranında düşürülmesi mümkün olabilecektir. Ancak alınabilecek tüm önlemler artış eğilimini ancak frenleyebilecektir.

Tüm bu nedenler alternatif enerji kaynaklarının daha verimli kullanılmasına yönelik araştırmaları yoğunlaştırmaktadır. Güneş enerjisinden yararlanma, bu araştırmaların başlangıç noktasını oluşturmaktadır. Güneş kolektörü kullanımı ile parasal tasarrufun yanı sıra, para ile ölçülemeyen bir katkı yapmış oluyoruz. Bu katkı çevreye zararlı, atmosferi kirleten ve böylece ekolojik dengemizi tehdit eden gazların önlenmesi yolu ile olmaktadır. Zira ısı ihtiyacımızın ne kadar çoğunu güneşten sağlayabilirsek, o oranda çevreye zararlı gaz yayılımını önlemiş oluruz.



Dünyaya düşen güneş enerjisinin günümüz enerji ihtiyacının 5000 katı olduğu göz önünde tutulursa, bu enerjiden en yüksek düzeyde yararlanma bugünün ve geleceğin gündemini belirlemektedir. Açık bir günde yeryüzüne düşen faydalı güneş enerjisi 1000 W/m² 'dir. (Şekil 1). Resmi ölçüm merkezlerinde günlük toplam ışıma değerleri sürekli izlenerek, birim alana düşen günlük toplam ışıma değeri belirlenir. Doğru ışıma ve yayılan ışıma kavramları birleşerek toplam ışıma değerini oluşturur.

Toplam Işıma: Doğru Işıma + Yayılan Işıma (Şekil 2).

Yıllık esaslar da ele alındığında yayılan ışıma oranının % 50 - % 70 seviyelerinde gerçekleştiği görülür. Yayılan ışıma şiddeti, atmosferdeki su buharı zerreciklerinin yoğunluğuna bağlı olarak artar ya da azalır. Buna göre havanın açık, kapalı, puslu, sisli, bulutlu olması ve mevsim faktörleri ışıma şiddetini etkileyen etmenler olarak ortaya çıkar. Buna rağmen yılın tümü ele alındığında önemli bir enerji kullanım imkanı, buna bağlı olarak fosil enerji ve elektrik enerjisi kullanımından ciddi bir tasarruf sağlanabilmektedir. Dolayısı ile hem ekonomi sağlama hem de çevrenin korunması yönünden göz ardı edilemeyecek bir katkı ortaya çıkmaktadır.



Şekil 1 : Açık bir günde yeryüzüne düşen faydalı güneş enerjisi

Yayılan ışıma değeri her ne kadar doğru ışımaya göre düşükse de ısı tekniği bağlamında faydalı enerji olarak kullanılabilir bir kaynaktır. Tabii ki daha düşük ışıma değerinden daha yüksek düzeyde yararlanabilmek için kullanılan güneş kolektörünün olduğu kadar sistemin diğer elemanlarının da yüksek performans elde etmeye dönük iyi tasarlanmış olması gerekir.

Güneş enerjisinden yararlanmada işin başlangıç noktası, enerji gereksinme değerinin saptanmasıdır. Diğer tamamlayıcı unsur ise ihtiyacın genel olarak hangi aylarda tam olarak karşılanmak istendiğidir. Bu iki faktör yıl boyunca güneş enerjisinden yararlanma oranını da belirler. Kışın alınabilecek randımana göre tasarlanan bir sistem, yazın tam kullanılamayan fazla enerjiyi gündeme getirir. Ancak bu ilk tercih ilk yatırım maliyetini de etkilediğinden öncelikle “ İstenen Fayda Optimizasyonu” yapılmasını gerekli kılar.

	Şekil 3 : Sırası ile hava durumuna göre güneş ışı nım değ erleri Şekil 2 : Doğ ru ışı ma ve yayılan ışı manın aylara göre ışı ma ş iddeti (kWh/m² gün)

Güneş ışı nım ölç üsü:

A) ışı nım süresi (ay saat veya yıl saat)

B) ışı nım enerjisi: Birim alana (m²) düş en g ünlük ya da aylık toplam ortalama ışı nım

değeridir. Wh/m² veya Kwh/m² olarak ifade edilir.

I.1. GÜNEŞ ENERJİSİ

GÜNEŞ, Hidrojen ve Helyum atomlarından oluşan orta büyüklükte bir yıldızdır. Sıcaklığı merkeze doğru artar ve 20.000.000°C'yi bulur.

Güneşin 1 saniyede ürettiği enerji miktarı, insanlığın şimdiye kadar kullandığı enerji miktarından fazladır. Uzaya yayılan güneş ışınları yakıcı ve öldürücüdür. Işınları zararlı olanları dünyaya ulaşmadan 22 km yukarıda ozon tabakası tarafından yutulur. Ozon gazı güneşin mor ötesi ışınlarını yutmaktadır. Tüm canlıların zararlı ışıklardan korunmasını sağlar. Ozon şimdiki miktarından daha fazla olsaydı, canlı organizmalar için gerekli olan miktarda tutacak ve canlıların gelişimini sağlıklı olmayacaktı. Yüzey sıcaklığı yaklaşık olarak 6000°C olan güneş Stefan-Boltzman kanununa göre çok yüksek değerlerde radyoaktif enerji yaymaktadır.

Şekil 4 : Avrupa ve çevresindeki güneş ışıma değeri. Yıllık ortalama değer bağlamında birim alana düşen toplam günlük ışıma şiddeti verilmiştir. Türkiye'de bugünkü teknoloji ile güneş enerjisinin kullanılmasının en kolay, belki de en ekonomik olduğu sistemler sıcak su temin edilmesinde kullanılan sistemlerdir. Binalarda sıcak su temininde güneş enerjisinin kullanılması ile her mevsimde yakıt (veya diğer bir enerji) tasarrufu sağlanabilir. Güneşi bol bölgelerde yapılan tasarruf daha da artacaktır. Bununla beraber Türkiye genelinde bu yolla sağlanan enerji tasarrufu büyük bir oran tutmayabilir. Çünkü Türkiye'de sıcak su kullanımı yaygın değildir ve ayrıca sıcak su temini için kullanılan enerji fazla değildir. Yine de tasarruf tasarruftur ve önemli olan yapılan yatırımın ne kadar sürede kendisini ödeyip kâra geçeceğidir.

Güneş enerjisinin bir çok avantajı olmasına rağmen günümüzde uygulamasını az olmasının nedenleri:

- Birim düzleme gelen güneş ışıması az olduğundan büyük yüzeylere ihtiyaç olmamaktadır.
- Güneş ışıması sürekli olmadığından depolama gerekmektedir ve depolama imkânları sınırlıdır.
- Enerji ihtiyacının fazla olduğu kış günlerinde güneş ışıması az ve geceleri de hiç yoktur.

Güneş ışımasından faydalanan sistemin güneş ışımasını sürekli alabilmesi için çevresinin açık olması ve gölgelenmemesi gerekir.

I.2. GÜNEŞ ENERJİSİNİN ISIYA DÖNÜŞTÜRÜLMESİ

Güneş enerjisinin uzaydan geçerek dünyaya ulaşması elektromanyetik radyasyon ile olmaktadır. Isıtma ve soğutma proseslerinde kullanılabilmesi için bu enerjinin ısıya dönüştürülmesi gerekmektedir. Birim yüzeye düşen güneş enerjisinin azlığı nedeniyle, ısı enerjisi elde etmede geniş yüzeylere ihtiyaç vardır.

Güneş enerjisi kolektörleri, güneş radyasyonunu ısı enerjisine dönüştüren aygıtlar, güneş radyasyonunu absorbe eder ve radyasyonu ısıya dönüştürürler.

Radyasyon absorbe eden materyalin sıcaklığı yükselir. Emici yüzeyin ısısı sıvı veya gaz akışkanlarla taşınır.

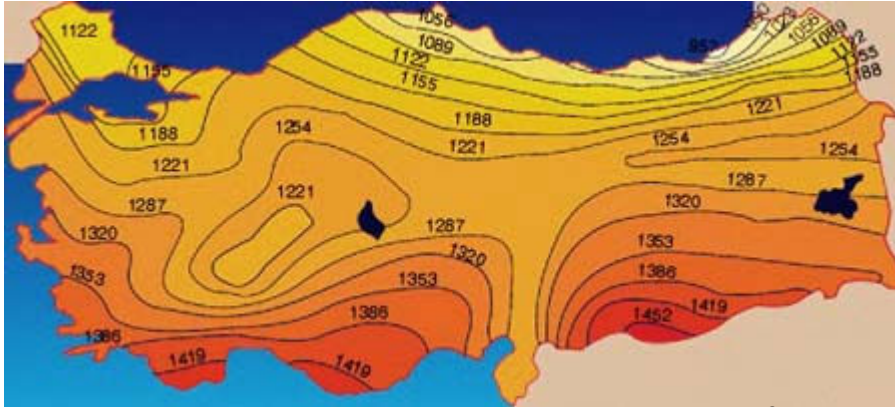
Güneş kolektörleri dizaynı iki grupta yapılmaktadır. 1.Düz yüzeyli kolektörler
2.Yoğunlaştırımlı (odaklamalı) kolektörlerdir.

Kolektör plakası sıcaklığı çevre sıcaklığından daha büyük olduğundan, kolektörlerden çevreye ısı kaybı olur. Bu yüzden pratikte %100 verim elde edilemez. Yoğunlaştırımlı kolektörler, belli bir yüzeye düşen güneş radyasyonunu daha küçük emici alanına yoğunlaştırarak verdikleri için ısı kayıplarını düşürürler. Geniş bir yüzeye düşen güneş ışınları şekillendirilmiş aynaları ya da diğer yansıtıcı yüzeylerle daha küçük emici yüzeylere yansıtılır. Yoğunlaşmalı kolektörler sadece doğrudan radyasyonu kullanabildikleri için güneşi sürekli izlemeleri sağlanmalıdır. Bol güneşli ülkelerde yoğunlaştırımlı kolektörlerin olumsuz yönleri yüksek verimlilikleri nedeniyle dikkate alınmayabilir.

Güneş enerjisinin sadece güneşin bulutlarla engellenmediği, gündüz saatlerinde alınabilmesi mümkündür. Kısıtlı olan bu kaynaktan sürekli enerji alınabilmesi istenmektedir. Hemen bütün ısı enerjisi kaynakları bu amaçla kullanılmaktadır. Güneşin olmadığı zamanlarda daha önce depolanan enerji kullanılmaktadır. Çeşitli ısı emici cisimler bu amaçla kullanılmaktadır. (çakıl taşı, su vb.)

I.3. GÜNEŞ ENERJİSİ POTANSİYELİ

Ülkemiz güneş kuşağı adı verilen ve güneş enerjisince zengin bir bölgede yer almasına karşın güneş enerjisinden yeteri kadar faydalanılamamaktadır. Ülkemizde ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2640 saat, yıllık güneş enerjisi ışınlam şiddeti 1311 kWh/m² olarak belirlenmiştir.



YILLIK TOPLAM GÜNEŞ ENERJİSİ (kWh/m² – yıl)

BÖLGELER	Yıllık Toplam Güneş Enerjisi (Kwh/m2-yıl)	Yıllık Toplam Güneşlenme Süresi (saat/yıl)
Güneydoğu Anadolu	1460	2993
Akdeniz	1390	2956
Ege	1304	2738
İç Anadolu	1314	2628
Doğu Anadolu	1365	2664
Marmara	1168	2409
Karadeniz	1120	1971
Türkiye Ortalaması	1311	2640

Bölgelere Göre Güneş Enerjisi Potansiyeli

I.4. ÜLKEMİZDE GÜNEŞ ENERJİSİ UYGULAMALARI

Güneş Mimarisi

Ülkemizde 1995 yılında konut sektörü payı toplam tüketiminin %28'ini oluşturmuştur. Önümüzdeki 20 yıl içinde konut sektöründe tahmin edilen enerji tüketim miktarı ve toplam tüketim içindeki payları Şekil 5 'te görülmektedir.

Şekil 5 : Konut Sektörü Enerji Tüketim Tahminleri

	2000	2005	2010	2020
Tüketim (BinTEP)	22624	27726	33632	48061
%	31	30	27	21

Konut sektörünün toplam tüketim içindeki payının 2020 yılına dek azaldığı ancak tüketimin 20 yıl içinde 22624 BinTEP'ten 48060 BinTEP'e yükseldiği görülmektedir. Isıtma amaçlı bu tüketimin ülke koşullarına ve binanın özelliklerine bağlı olarak önemli bir bölümünün güneş enerjisinden karşılanması mümkündür. Bu konuda yapılacak çalışmaları mevcut binalarda ve güneş mimarisine uygun tasarımlardaki uygulamalar olarak iki grupta toplayabiliriz.

Mevcut binalarda enerji tüketimi oldukça yüksektir. Bina yönlendirilmesinin ve çevre yapıların uygun olması durumunda güneş enerjisi teknolojileri uygulanarak enerji tüketimleri azaltılabilir. Çatı ve pencerelerin değiştirilmesi, bina kullanım fonksiyonlarının yeniden düzenlenmesi, ısıtma ve havalandırma sistemlerinin değiştirilmesi, bina cephelerinin onarılması, güneş enerjisi teknolojilerinin uygulanmasında önemlidir. Havalı kolektörlerin kullanımı, güney cephede sera haline dönüştürülmüş balkonlar, kuzey cephede camlı geçiş galerileri, iyi tasarlanmış pencereler, ilave yalıtım gibi uygulamalar ile mevcut binalarda güneş enerjisi katkısı artırılabilir.

Güneş mimarisine uygun tasarımlarda bina ısıtılmasında aktif ve pasif ısıtma teknikleri uygulanmaktadır. Aktif sistemlerde ısının yani güneş enerjisinin toplanması ve ısıtılacak hacimlere iletilmesi mekanik elemanlar yardımıyla gerçekleştirilir. Güneş enerjisi toplayıcı devresindeki çalışma akışkanı yardımıyla ısı, depolama ünitesine ve ısıtılacak ortama aktarılır. Çalışma akışkanı olarak kullanılan su veya havanın sistemde dolaşımı pompa, fan gibi cihazlar yardımıyla sağlanır. Pasif ısıtma

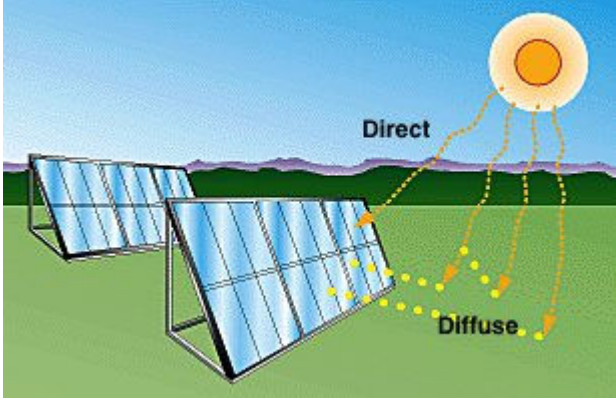
sisteminde ise güneş enerjisinin toplanması ve ısıtılacak ortama iletilmesinde mekanik elemanlar gerekli değildir. Bu sistemde güneş enerjisinin toplanması için binanın güney cephesinde yeterli büyüklükte geçirgen yüzey ve ısıнын absorpsiyonu, depolanması ve dağıtımı için de ısı kütlesi kullanılır. Temel prensipleri verilen pasif ısıtma sistemlerini direkt kazanç, indirekt kazanç ve ayrılmış kazanç olmak üzere üç grupta incelemek mümkündür. Direkt kazanç yönteminde güneş enerjisi binamızın güney cephesine yerleştirilmiş cam alandan yaşam hacmine gelir. Güney penceresi güneşin izlediği mevsimsel yörünge nedeniyle kışın maksimum güneş enerjisi girişini, yazın ise minimum güneş enerjisi geçişini sağlar. Burada yaşam hacmi toplayıcı işlevini yerine getirir. Gelen güneş enerjisinin bir kısmı hacmin ısıtılmasında kullanılırken, kalanı da hacmi oluşturan elemanlar tarafından absorbe edilir.

I.5. GÜNEŞ RADYASYONU

Güneşte nükleer patlamalarla açığa çıkan enerji, yaklaşık 150.000.000 km kat ederek kesintisiz olarak dünyaya ulaşmaktadır. Uydulardan yapılan ölçümlere göre atmosferin dış yüzeyine gelen güneş enerjisinin 1373 Watt/m² olduğu bilinmektedir. Bu enerji, atmosferden geçerken bir miktar zayıflar ve yeryüzüne ulaşır. Atmosfere giriş açısına bağlı olarak zayıflama miktarları değişik olmaktadır. Örneğin en az zayıflama, ışığın atmosfere dik olarak girdiği durumda meydana gelir.

Bir yılda Türkiye topraklarına gelen güneş enerjisinin yaklaşık 1.000.000.000.000.000 kWh, yani ülkemizin ürettiği toplam elektrik enerjisinin yaklaşık 10.000 katı olması bu enerjinin boyutlarını görmek açısından oldukça çarpıcıdır.

Gelen bu bir açıyla bir yüzeye yüzeyi), **direkt** iki farklı



enerji, yeryüzünde belli yerleştirilmiş toplayıcı (örneğin güneş pilinin ve **diffüz** olmak üzere biçimde ulaşır. **Direkt radyasyon**, atmosferden kırılarak gelen ve doğrudan yüzey üzerine düşen ışınlardır. **Diffüz radyasyon** ise; bulutlardan, yerden, dağlardan, binalardan vs. yansıyarak yüzey üzerine düşen direkt ışınlardır. Örneğin bir yeri gölgelediğimizde, sadece direkt güneş ışığını perdelemiş oluruz. Gölgeleyen yer tamamen karanlık olmaz çünkü, diffüz ışınlar tarafından aydınlatılmaktadır.

Bir yandan daha yüksek verimle çalışan elemanlar geliştirmeye çalışılırken, bir yandan da var olan elemanlarla enerji üretim sistemleri kurulup denenmekte, yardımcı sistem elemanları geliştirilmekte ve bilgi birikimi oluşturulmaktadır. Güneş enerjisi konusunda sürdürülen araştırma ve geliştirme çalışmaları ile ulaşılması amaçlanan hedefler aşağıdaki gibi tahmin edilmektedir.

	1991	1995	2000	2010-2030
Elektrik fiyatı (¢/kWh)	40-75	25-50	12-20	
Modül verimi (%)	5-14	7-17	10-20	15-25
Sistem fiyatı (\$/W)	10-20	7-15	3-7	1-1.50
Sistem ömrü (yıl)	5-10	10-20	>20	>30
U.S. Kümülatif satış (MW)	75	175	400-600	>10,000

I.6. GÜNEŞ ENERJİSİ UYGULAMALARI

Güneş enerjisi uygulamalarını düşük sıcaklık (20-100°C), orta sıcaklık (100-300°C) ve yüksek sıcaklık (>300°C) olmak üzere üç grupta toplayabiliriz. En yaygın uygulamalardan bazıları Şekil 12 'de verilmektedir.

Şekil 12 : Güneş Enerjisinin En Yaygın Uygulamalarından Örnekler

Düşük Sıcaklık Uygulamaları

- ☐ Kullanım sıcak suyu eldesi
- ☐ Konut ısıtılması-soğutulması
- ☐ Sera ısıtılması
- ☐ Tarım ürünlerinin kurutulması
- ☐ Yüzme havuzu ısıtılması
- ☐ Güneş ocakları ve fırınları
- ☐ Deniz suyundan tatlı su eldesi
- ☐ Tuz üretimi
- ☐ Sulama
- ☐ Toprak solarizasyonu
- ☐ PV sistemler

Orta Sıcaklık Uygulamaları

- ☐ Endüstriyel kullanım için buhar üretimi
- ☐ Büyük ısıtma-soğutma sistemleri

Yüksek Sıcaklık Uygulamaları

- ☐ Güneş fırınları

I.7. GÜNEŞ ENERJİLİ SICAK SU HAZIRLAMA SİSTEMLERİ

Ticari olarak en uygun kullanımı olan güneş enerjisi uygulamalarından biri olan güneş enerjili sıcak su hazırlama sistemleri (SSHS) kolektör, ısı transfer akışkanı, depo, bağlantı elemanları ve diğer yardımcı donanımlarda oluşur. Tek veya iki

depolama tanklı direkt/ indirekt güneş enerjili SSHS, geri boşaltmalı güneş enerjili SSHS, çalışma akışkanı soğutkan olan sistemler, pasif faz değişimli SSHS gibi tasarımlar geliştirilmiş uygulamaya alınmıştır.

Ülkemizde güneş enerjili sıcak su hazırlama sistemleri ile ilgili olarak Nisan 1994 tarihli TS 3680 numaralı Güneş Enerjisi Toplayıcıları - Düz ve Aralık 1994 tarihli TS 3817 numaralı Güneş Enerjisi - Su Isıtma Sistemlerinin Yapım Tesis ve İşletme Kuralları isimli iki standart bulunmaktadır. Ancak bu standartlara uyulması zorunlu olmadığından sektör olumsuz etkilenmektedir. Güneş enerjili sıcak su hazırlama sistemlerinde her geçen gün yeni teknolojiler uygulamaya alınmasına karşın ülkemizde bu gelişmeler yeterli düzeyde izlenememektedir.

I.8. SICAK SU KULLANIMINI AZALTMANIN YOLLARI

- Banyo yerine duş yapılarak. Banyoda daha fazla sıcak su kullanılmaktadır. Duşlar daha kısa zamanda yapılarak gereksiz yere su akıtılmamalıdır.
- Tıraş olurken musluk gereksiz yere açık bırakılmamalıdır.
- Bulaşık elle yıkanmalı, günde üç defa bulaşık yıkama yerine bir defa yıkayarak sıcak su, insan enerjisi ve zamandan tasarruf edilmelidir.
- Bulaşıklar, makine ile yıkandığında, makine tamamen doldurulmalı ve daha önce elle yıkama yapılmamalıdır.
- Sebze ve meyveler soğuk su ile yıkanmalıdır.
- Arızalı musluklar tamir edilerek su kaçakları önlenmelidir. Musluktan akacak damla damla suyun bile %15 daha fazla su kullanımına sebep olduğu unutulmamalıdır.
- Çamaşır makinesi tam dolu olarak kullanılmalı, durulama soğuk su ile yapılmalıdır.
- Sıcak su kullanımı değişik saatlere bölüştürülerek, fazla su kullanma kısa bir zaman periyoduna sıkıştırılmamalıdır.
- Sıcak su boruları yalıtılarak düşük sıcaklıkta su kullanma alışkanlığı edinilmelidir.

II. BÖLÜM

GÜNEŞ AÇILARI

II.1. ESAS GÜNEŞ AÇILARI

Yeryüzündeki bir N noktasına gelen direkt güneş ışını doğrultusu, eğer o yerin enlemi (e), saat açısı (h) ve güneşin deklinasyon açısı (d) biliniyorsa tayin edilebilir. Bu açılara esas güneş açıları denir.

Enlem açısı (e) : Göz önüne alınan yeri (N) dünya merkezine (M) birleştiren doğrunun dünyanın ekvator düzlemiyle yaptığı açıdır. Ekvatordan itibaren Kuzeye doğru (+) işareti ve Güneye doğru (-) işareti ile ölçülür. Bu Kuzey kutbu için +90 (K), Güney kutbu için -90 (G) olur.

Saat açısı (h) : Göz önüne alınan yerin boylamı ile güneşin dünya merkezine birleştiren doğrunun, yani güneş ışınlarını belirttiği boylam (güneş boylamı denilebilir) arasındaki açıdır. Saat açısı, güneş boylamını göz önüne alınan yerin boylamı ile aynı olduğu “güneş öğlesi”nden itibaren ölçülür. Öğleden önceleri (-), öğleden sonraları (+) işareti alınır. Bilindiği gibi, her 15° saat açısı boylam farkı zaman olarak bir saate tekabül eder.

Deklinasyon açısı (d) : güneş ışınlarının ekvator düzlemi ile yaptığı açıdır. Bu açı dünyanın dönme eksenini, yörünge düzlemine normali ile yaptığı açı 23°-27°'lik açıdan ileri gelir. Ekinoks noktalarında (21 mart ilkbahar ekinoksu (K), 22 eylül sonbahar ekinoksu (K)) deklinasyon açısı 0 olur ve gündönümü noktalarında (21 haziran yaz gündönümünde 23,45° ve 22 aralık kış gündönümünde -23,45°) mutlak değerce maksimum olur. Dünyanın güneş etrafında dönmesi 1 yılda (365 günde) tamamlandığından deklinasyon açısı aynı bir günde seneden seneye çok az değişirse de pratik olarak belirli bir günde sabit kabul edilebilir.

Deklinasyon açısı, n, 1 ocaktan itibaren gün sayısı olmak üzere:

$$d = 23,45 \sin (360 \cdot (n+284)/365)$$

ampirik cooper (1969) formülü ile büyük bir doğrulukla bulunabilir.

Lunde (1980) ise bir önceki denklem yerine

$$d = 23,45 \sin (360 \cdot (n-80)/370)$$

denklemini ile daha doğru hesaplanacağını ileri sürmektedir.

II.2. TÜRETİLEN GÜNEŞ AÇILARI

Yatay veya eğik bir düzleme gelen güneş ışınımının hesaplanmasında düzlem ile ve güneş ışınlarının doğrultusu ile ilgili açılarda yararlanılır. Zenit açısı (z), güneş yükseklik açısı (y), güneş azimut açısı (azm) gibi açıları türetilen güneş açıları denilir.

Zenit açısı (z) : Direkt güneş ışınlarının (güneş doğrultusunun) yatay düzlemin normali ile yaptığı açıdır. Diğer bir deyişle güneş ışınlarının yatay düzleme geliş açısıdır. Yatay düzleme güneş ışınları dik geldiği zaman $z = 0^\circ$ ’dır ve güneşin doğuşunda ve batışında $z = 90^\circ$ olur.

Güneş yükseklik açısı (y) : Direkt güneş ışınlarının yatay düzlemle yaptığı açıdır. Açıkça görüldüğü gibi, yükseklik açısı zenit açısını 90’a tamamlar, böylece $\sin y = \cos z$ olur.

Güneş azimut açısı (azm) : Güneş doğrultusunun tam bilinmesi için kutupsal koordinat sisteminde, azimut açısına da ihtiyaç duyulur. Güneş ışınlarının kuzeye göre saat dönüş yönünde sapmasını gösteren açıdır. Böylece yatay koordinat sisteminde zenit açısı ile güneş doğrultusu tayin edilebilir. Bu bakımdan bu açıların esas güneş açıları cinsinden bilinmesi gereklidir.

$\cos z = \cos d * \cos e * \cos h + \sin d * \sin e$ olarak elde edilir.

Güneş azimut açısının bulunmasında küresel üçgenlerin kullanılması uygun olur. Böylece:

$$\cos \text{azm} = \cos d * \sin e * \cos h - \sin d * \cos e / \cos y \quad \text{veya}$$

trigonometrik bağıntıları kullanarak

$$\sin \text{azm} = \sec y * \cos d * \sin h$$

bulunur. Azimut açısının maksimum mutlak değeri güneş doğuşunda ve batışında deklinasyon açısına bağlı olarak 900 civarında 900'den büyük veya küçük olabilir. Doğru değerin bulunmasına ve işaretine dikkat edilmelidir.

III. BÖLÜM

GÜNEŞ KOLEKTÖRLERİ

III.1. GENEL

Güneş kolektörleri, güneş radyasyonunu bir akışkan (sıvı, hava) bünyesine geçiren birer ısı değiştirgeci (eşanjör)'dirler. 3 grupta sınıflandırılırlar.

1. Düz yüzeyli kolektörler olup güneş ışığını odaklamazlar. Genellikle sabit olarak çalışırlar ve akışkan sıcaklıkları 95°C'nin altındadır.
2. Odaklamalı kolektörlerdir, güneş ışınlarını sürekli olarak bir odak noktasına toplarlar. Sadece direkt radyasyondan faydalanırlar. Yüksek sıcaklık temin edebilirler. Bunların arasında hem düz yüzeyli, hem de odaklamalı kolektörlerin özelliklerini taşıyan kolektörler 3. grubu oluşturur. Odaklamalı kolektörler kadar yüksek sıcaklık sağlayamazlar. Ancak sıcaklık yine de bir hayli yüksektir. (175°C kadar)

Her grubun uygulama alanları farklıdır. Çeşitli uygulamalar için kolektör tipini seçmek konuyla ilgilenenlerin önemli bir görevidir. Isıtma ve soğutma uygulamalarında düz yüzeyli kolektörler yaygın olarak kullanılırlar.

Kolektörlerden aşağıdaki özellikler beklenir:

1. Yüksek verimlilik
2. Uzun ömür
3. Ucuz fiyat, kolay montaj

Bir kolektörün verimliliği, topladığı kullanılabilir enerji miktarının, üzerine düşen enerji miktarına oranı olarak tanımlanır. Tanıma göre verim;

$$\text{Verim} = \frac{\text{Kolektörün topladığı kullanılabilir enerji miktarı}}{\text{Kolektör üzerine düşen enerji miktarı}}$$

Verimli bir kolektör aşağıdaki özelliklere sahip olmalıdır.

1. Üzerine düşen güneş enerji miktarının çoğunu absorbe edebilmelidir.
2. Kolektörlerden çevreye olan ısı kaybı en düşük düzeyde olmalıdır.
3. Absorbe ettiği enerjiyi içindeki ısı taşıyıcı akışkana yüksek bir verimlilikle geçirebilmelidir.

Kolektörlerin uzun ömürlü olabilmeleri için;

1. Çok soğuk iklim şartlarına dayanabilmeleri,
2. Günlük sıcaklık değişimlerinde olabilecek iç ısı gerilmelerden zarar görmemeleri,
3. Güneş radyasyonundaki sürekli mor ötesi ışın bombardımanından etkilenmemeli,
4. İçlerindeki ısı taşıyıcı akışkan ile diğer kaynaklardan oluşabilecek korozyona karşı dayanıklı olmaları gerekir.

III.2. DÜZ YÜZEYLİ KOLLEKTÖRLER

Düz yüzeyli kolektörlerde ısı taşıyıcı akışkan olarak hava ve sıvı kullanılabilir. Isı taşıyıcı akışkana göre isimlendirilirse, düz yüzeyli kolektörler, hava ve sıvı tipi olmak üzere iki grupta incelenebilirler. Her iki tip kolektör değişik bir teknoloji ve kullanma amacı gerektirir. Havalı kolektörlerin konutların ve küçük ticari binaların ısıtılmasında ve kurutma işlemlerinde kullanılmaları artarken, sıvılı kolektörler de büyük binaların ısıtılmasında, endüstriyel ısıtma işlemlerinde ve güneşli soğutmada kullanılmaktadır.

Havalı kolektörün emici plakasının sıcaklığı daha yüksek olacağından çevreye olan ısı kaybı da artar. Suyun ısı taşımadaki verimliliği daha yüksek olduğundan, sıvılı kolektörlerde emici plakanın sıcaklığı, içindeki ısı taşıyıcı akışkanlar sadece birkaç derece yüksektir. Hava iyi bir ısı taşıyıcı değildir. Bu nedenle hava kolektörlerinin emici plaka sıcaklığı, içlerinde dolaşan hava sıcaklığında 15°C daha yüksek olabilmektedir. Emici plakasının sıcak olması daha fazla ısı kaybına neden olmakta ve dolayısıyla verim düşmektedir. Belirli şartlarda sıvı kolektörlerin daha verimli olabildikleri halde, havalı kolektörler konut ısıtmasında daha kullanışlı olmaktadır. Sonuç olarak, hava ve ısı kolektörlerinin direkt karşılaştırılmaları yanlış değerlendirilmeye neden olmaktadır.

Aşağıdaki kolektörlerin çeşitli kısımları, bunların özellikleri ve kolektör verimine etkileri açıklanacaktır. Bunlar dıştan içe doğru sırasıyla incelenecektir. Kolektörlerin başlıca kısımları kolektör kaseti, cam, emici plaka, emici yüzey ve ısı taşıyıcı akışkan kanallarıdır.

III.3. KOLLEKTÖR KASETİ VE YALITIMI

Düz yüzeyli kolektör, bir yüzünde penceresi olan, kapalı bir kutu olarak düşünülebilir. Bu tanımlama her zaman doğru olmayabilir. Aktif güneşli sistemlerde, bir sistemin ısıtılmasında, kolektörler sistemin birer elemanı olarak görev yaparlar. Cam yerine plastikler kullanılabilir. Kolektörler silindirik ya da başka şekilde olabilirler. Kolektörlerin şekli ne olursa olsun güneş ışınlarını verimli bir şekilde toplamaları

istenir. Bu maksatla cam örtülü kapalı kutular uygun ve ekonomik olmaktadır. Cam güneş ışınlarını iyi bir şekilde geçiren ve etkilenmeyen bir malzemedir. Camın kolektöre montajı da kolay ve basit bir şekilde gerçekleştirilebilir.

Kolektör kasetlerinin yapımında ağaç, metal ve plastik kullanılmaktadır. Ağaç kasetlerinin yapımı ve montajı kolaydır. Ek sakıncası aşırı sıcaklıklardan etkilenmesidir.

Metal, sağlam ve ateşe dayanıklıdır. Ancak ağır, pahalı ve iyi bir ısı iletken olması dezavantajdır. Buna rağmen birçok bakımdan ağaçtan daha uygundur. Emici plaka ile yalıtıldığı taktirde ısı kaybı önlenir. Ağırlığın azaltılması Al plaka kullanılarak sağlanabilir.

Kolektör kasetlerinin yapımında plastik malzeme de kullanılabilir. Plastiklerin bazı türleri yüksek sıcaklığa dayanıklıdır ve metaller kadar sağlamdır.

Kolektörlerin en sıcak olan parçası emici plaka, yalıtılarak daha soğuk olan dış çevreyle teması kesilmelidir. Yalıtım amacıyla kullanılacak malzemede bazı özellikler aranır. Örneğin polistiren köpük yalıtım malzemesi olarak kullanılamaz. Düşük sıcaklıkta erir ve yanabilir. Bazı poliüretan köpükler, cam yünü vb. yalıtkanlar bu amaçla kullanılabilir. Kolektörlerin iç kısımlarında kullanılacak bütün malzemeler 175-200°C'ye kadar sıcaklıktan zarar görmemelidir.

Kolektör yapımında kullanılan malzemelerin ısı genleşmeleri dikkate alınmadan boyutlandırılmaları bazı zararlı sonuçlar doğurur. Bilhassa camın uzaması dikkate alınmazsa, çevresindeki yerinde kendi kendine kırılır.

III.4. KOLLEKTÖR ÖRTÜSÜ

Güneş kolektörlerinin çoğunun vazgeçilmez bir parçası transparent örtüsüdür. Cam ya da plastik olan örtü her zaman gerekli olmayabilir. Dış hava sıcaklığının yüksek olduğu yaz aylarında bir yüzme havuzu kolektörü örtüsüz daha iyi çalışabilir. Dış hava sıcaklığı düştüğünde, toplanacak ısı enerjisinin artırılması için örtü malzemesi önemli olmaktadır. Örtü malzemesi ısı kayıplarını 2 şekilde düşürür.

1. Görünür ışınları geçirerek, kızılötesi (enfraruj) ışınları geçirmeme özelliği ile. Üzerine gelen güneş ışınlarının görünebilir olanlarını emici plakaya geçirirler, emici plakadan olan radyasyonu dışarı bırakmayarak bir kısmını tekrar emici plakaya yansıtırlar.
2. Örtü malzemesi, rüzgar ve doğal konveksiyon yoluyla, emici plakanın soğumasını önleyerek ısı kayıplarını azaltır.

En çok kullanılan örtü malzemesi camdır. Kolaylıkla bulunabilmesi, görünür ışınları geçirmesi ve emici plakadan yansıyan radyasyonun dışarıya çıkmasına engel olması camın üstünlükleridir. Dış hava şartlarından ve güneş ışığından etkilenmez. Plastik örtü malzemesi dış hava şartlarından ve mor ötesi ışıklardan etkilendiğinden en çok 3 yıl kullanılabilir.

Absorbe edilen ışık miktarı, camın içerdiği demir-oksit oranına bağlıdır. Normal camda demir bulunur ve üzerinden geçen ışığın yaklaşık %6-7'sini absorbe eder. Demir oranının artmasıyla absorbe edilen ışık miktarı da artar.

Genel olarak örtü malzemesinin sayısı arttıkça;

1. Kolektörden ısı kayıpları azalır.
2. Kolektörün alabileceği güneş ışığı azalır.

III.5. EMİCİ PLAKA VE ISI TAŞIYICI AKIŞKAN

Emici plaka, güneş ışınlarını ısı enerjisine dönüştüren ve bu ısıyı hava ya da suya ileten bir elemandır. Kolektörün en önemli parçasıdır. Dizaynına bir çok faktör etkilidir. Emici plaka hava ve sıvılı olmak üzere iki temel gruba ayrılır.

A. HAVA KOLLEKTÖRÜ EMİCİ PLAKASI

Isı taşıyıcı olarak havanın kullanılması, basit bir kolektör dizaynının yanında, sıvılı kolektörlere göre bazı üstünlükler sağlar. Havanın emici plakaya korozyon etkisi yoktur. Hava donmaz ve kaynamaz. Hava sızıntılarının su sızıntıları gibi zararlı etkisi de yoktur. Havanın iyi bir ısı taşıyıcı olmaması bir dezavantajdır. Su ve diğer sıvılar gibi ısıyı çabuk alıp bırakma özelliği zayıftır. Bu nedenle, havalı kolektör emici plakaları, ısıtılan yüzeyleri çoğaltmak ve ısı transferini gerçekleştirmek için kanatlı yapılırlar. Kolektörden hava debisinin artırılması da ısı transferini artırır. Hava debisinin artırılması hava kanallarının ölçülerini de büyütür. Havalı kolektörlerde havanın kolektör içinde akışı cam içinde emici plaka arasından yapılmamalıdır. Aksi takdirde emici plakadan ısı alarak, ısınan hava camdan dışarıya ısı kaybeder.

Hava kolektörlerinin performanslarını yükseltmek için göz önüne alınması gereken hususlar:

1. Hava kolektörlerinin güneşi gören yüzeyleri düzgün olmalıdır.
2. Akış sırasında, hava geniş yüzeylere temas etmelidir.
3. Havanın kolektör içindeki akışı türbülanslı olmamalıdır.
4. Hava emici plakanın arkasından geçmeli, ölü hava hacmi emici plakanın ön yüzünde olmalıdır.
5. Kullanılan emici plaka malzemesi metal olmalıdır. Alüminyum ya da galvanizli sac iyi malzeme olabilir.

B. SIVI KOLLEKTÖRÜ EMİCİ PLAKASI

Isı taşıyıcı akışkan su kullanıldığında, emici plakaların maliyeti daha yüksek olmaktadır. Su kullanılarak çalışan, değişik tipte bir çok kolektör vardır. Su kullanılan kolektörlerde korozyon ve donma dikkate alınması gereken iki önemli husustur. Normal musluk suyu oldukça korozyon olduğundan korozyona karşı bazı tedbirler alınmalıdır. Herhangi bir metal belirli şartlar altında kullanılmalıdır.

Sistemde kullanılan suyun antifrizli olması donmayı, dolayısıyla donmadan meydana gelecek zararları önlerken, antifriz suya özgü problemleri de beraberinde getirir, antifrizli sisteme ek bazı maliyetler yükler. Antifrizli su kullanıldığında,

sistemde bir ısı değiştirgeci (eşanjör) kullanma zorunluluğu vardır. Böylece antifrizli su ile depolama suyun devresi birbirinden ayrılmış olur. Isı değiştirgeci kullanmak sistemin verimliliğini düşürür. Antifriz maddesi olarak kullanılan glikol, yüksek sıcaklıkta glikolik asit oluşturarak koroziif etki yapar.

Sıvılı kolektörlerde, ısı taşıyıcı akışkan olarak su dışında bazı akışkanlar da kullanılabilir. Suyun dışındaki akışkanlarda aranılacak bazı özellikler yüksek alevlenme ve kaynama noktası sıcaklığı, düşük donma sıcaklığı ve koroziif olmamasıdır.

Sıvılı kolektörlerde akış kanalları, emici plakanın tüm yüzeyini kapatmaz. Bu nedenle ısı, emici plakadan iletim yoluyla akış kanallarındaki sıvıya ulaşmak zorundadır. Borular emici plaka üzerine aralıklarla yerleştirilirler. Boruların arasında kalan emici plaka yüzeyleri borulara tutturulmuş kanatlar şeklinde görev yaparlar. Isı bu kanatlardan borulara, borulardan da içlerindeki sıvıya (genellikle su) aktarılır. Yüksek ısıl iletkenliği olan ve korozyondan etkilenmeyen bakır, iyi bir emici plaka malzemesidir. Pahalı oluşu dezavantajı sayılır.

Emici plaka üzerindeki boru aralıkları, kanat verimliliğine ve boru maliyetine bağlı faktördür. Emici plaka 0.5 mm kalınlığında bakır plakadan yapıldığında, aralarında 15 cm uzaklık bulunan 12.5 mm çapındaki borularla iyi bir termal iletkenlik sağlanabilir. Kanat verimliliği %97'ye kadar çıkabilir.

Sıvı kolektörlerinde, iyi termal iletkenlik sağlanabilmesi için, borular emici plakaya kaynak ya da lehimle tutturulmalıdır. Kaynak ve lehimleme, boru ile plaka arasında kontak direncini düşürür. Kelepçeli birleştirmelerden kaçınılmalıdır. Boru ile plakalar arasındaki hava tabakası nedeniyle kontak direnci oluşur ve ısı geçişini engeller. Boru ile emici plaka aynı malzemeden yapılmalıdır.

Havalı kolektörlerde olduğu gibi, değişik sıvı kolektörü dizaynında da mutlak verimliliği belirlemek zordur. Sıvı kolektörlerinin performansını etkileyecek birkaç önemli husus aşağıda belirtilmiştir:

1. Akışın dengelenmesi
2. Emici plaka ile ısı akış kanallarının entegrasyonu
3. Emici plakanın ön yüzünü düzgün yapmak
4. Korozyondan korunma
5. Konstrüksiyonun fazla kaynak işlemi gerektirmeyecek biçimde olması.

Emici plaka, güneş kolektörlerinin en önemli parçasıdır. Kolektör sisteminin verimliliği emici plakaya bağlıdır. İçinden geçen ısı taşıyıcı akışkanın akışına da bir direnç gösterir. İyi bir güneş kolektörü sadece güneş ışığını absorbe etmez, absorbe ettiği ısıнын en fazlasını ısıtıcı akışkana geçirir. Akışkanın akışına en az direnç gösterir.

III.6. GÜNEş İZLEYİCİLER VE VERİM

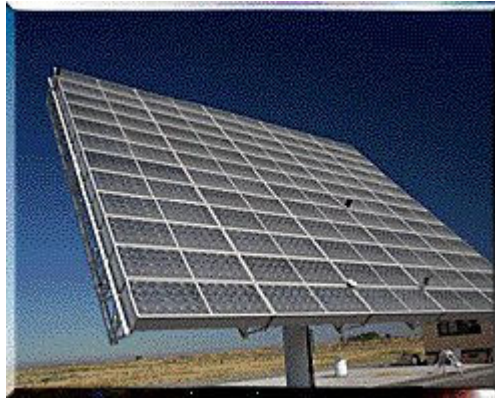
Kolektörün yerleştiriliş açısı verimi etkileyen bir unsurdur. Gelen güneş enerjisinin modül düzlemine dik olması istenir. Çünkü ancak bu durumda iken ışık en

az yansımayla hücre içerisine girer ve en yüksek verim elde edilir. Ancak güneş ışığı gün boyunca değişik açılarla geldiği için sabit olarak montaj edilen modüllerde bu sağlanamaz. Pratik olarak ideal açının tayini, içinde bulunan enleme göre yapılabilir. Buna göre kış için enlem $+15^{\circ}$, yaz için enlem -15° alınabilir. Ancak ortalama bir değer oluşturulması yönünden enlem açısı da tercih edilebilir.



Şekil 6

Güneşi izlemek için tek veya iki eksenle güneşi izleyen düzenekler kullanılır. Tek eksenle güneş izleyicileri, sadece yatay eksenle, yani doğudan batıya doğru güneşi takip etmektedir. Çift eksenli izleyicilerde ise hem yatay hem de düşey olarak güneş izlenir. Ancak bu tür sistemlerin maliyeti çok yüksek ve buna karşılık izleyicisiz sistemlere göre kazandırdığı enerji, % 10-25 dolaylarında olduğundan birçok uygulamada tercih edilmemektedir. İzleyici sistem kullanmak yerine modülleri belli bir eğimle güneşe yönlendirip, sadece yaz ve kış aylarında bu eğimi değiştirmek daha çok uygulanmaktadır.





Şekil 7 : Güney yönüne bakan bir kolektörde, farklı açılarda aylara göre belirlenmiş toplam ışıma değerindeki değişim.



Şekil 8 : Işıma şiddetindeki değişime paralel olarak yaz ve kış dönemlerindeki kolektör eğiminin ve bu eğimin verime olan etkisinin oransal gösterimi. Buna göre yazın % 20-40 arasındaki eğimle ışımayı tama yakın alırken aynı açı kışın % 45-65 arası bir eğimle ışımayı tam algılamaktadır.



Şekil 9 : Kolektörün güneye bakması güneşten en yüksek faydayı elde etmek açısından önemlidir. Güney yönünden olan sapmalar bu faydadan kısmi kayıplar oluşmasına neden olur. Ancak kuzey yönü kesinlikle tercih edilmemelidir.



Şekil 10 : Güneş ışınlarının güney ve kuzey yarımkürelerine geliş tarzı ve bunun kış ve yaz için konumunu göstermektedir.

Bir güneş kolektörünün verimi, yapısına da doğrudan bağlıdır. Kolektör tasarımının başlangıç noktasını, olabilecek tüm kolektör kayıplarının en aza indirgenmesi oluşturmaktadır.

Bir kolektöre gelen ışınımın faydalı enerji haline dönüşene kadar uğradığı kayıplar, iki ana başlık altında toplanır:

- **Yansıma kaybı:** Camın ve absorber plakanın özelliğine bağlıdır. Normal camda yansıma kaybı % 30, mat siyah boyalı yüzeylerde bu kayıp % 82'nin üzerindedir. Bu durumda toplam kazanç %12'de kalmaktadır.

- **Isı kaybı:** Konveksiyon, sıcak yüzey ışıması (radyasyon) ve iletim yolu ile oluşur.

Verimle ilgili kavramlar:

- **Verim derecesi η** : Kolektör üzerine düşen ışığın ne kadarının faydalı enerjiye çevrildiğini gösterir.
- **Sıcaklık farkı Δt** : Kolektörde taşınan akışkanın ortalama sıcaklığı ile dış ortam sıcaklığı arasındaki farktır. Bu farkın sıfır olması, dış hava sıcaklığının kolektörde taşınan suyun ortalama sıcaklığına eşit olduğunu gösterir ki bu da ısı kaybı yok demektir. Buna teorik olarak maksimum verim derecesi η_0 denir.

Maksimum verim derecesi η_0 : Kolektör ısı kaybı sıfır ise, yani akışkan ortalama sıcaklığı ile dış ortam sıcaklığı arası fark 0°C ise oluşur. Verimi etkileyen faktörler camın ışık geçirgenlik derecesi ile absorber plakanın yutma oranı bu durumdaki η verim noktasını oluşturur. Buna “optik verim” adı verilir.

III.7. ISI KAYBI ÖLÇÜSÜ

Lineer kayıp ($\mu_0 = \text{W/m}^2\text{K}$) : Yüzey alanı ile oluşan sıcaklık farkı belirleyici faktördür. Buna “k” değeri adı da verilebilir.

Üssel kayıp ($\mu_1 = \text{W/m}^2\text{K}$): Lineer kaybın üzerine bir de üssel kayıp oranı kavramı eklenir. Bu geçerli verim derecesi eğrisinden elde edilir ve ısımanın etkisi ile lineer olmayan bir ısı kaybı faktörü ortaya çıkar.

$$\mu_0 + \mu_1 = \text{kolektörün toplam ısı kaybı}$$

Işıma şiddeti (W/m^2): Birim alana düşen ışıma şiddeti tarafından oluşturulan enerjiyi belirler.

III.8. SEÇİCİ YÜZEY:

Seçici yüzey özelliği yutma (α absorpsiyon) ve yayma (ε emisivite) değerlerine bağlı olarak kazanılır. Literatür ve normlara göre yüzey tanımları:

- $0.00 < \varepsilon \leq 0.20$ ve $\alpha \geq 0.90$: seçici yüzey
- $0.20 < \varepsilon \leq 0.50$ ve $\alpha \geq 0.90$: yarı seçici yüzey
- $0.50 < \varepsilon \leq 1.00$ ve $\alpha \geq 0.90$: seçici olmayan yüzey

Seçici yüzey absorber plakanın güneş altındaki sıcaklığının $45-50^\circ\text{C}$ 'nin üzerine çıkması ile önem kazanır. Zira siyah boyalı yüzeylerde bu dereceye erişildiğinde siyah yüzey ışımasını denenen olay oluşur ve bu oluşum absorber plaka veriminin ilgili plaka sıcaklığında belirgin ölçüde düşmesine sebep olur.



Seçici yüzeyli plaka

III.9. BASINÇ KAYIPLARI

Kolektör basınç kayıpları seri bağlanan kolektörler için önemlidir. Konunun tekniği yönünden gerekmesi halinde en fazla 3 kolektör için seri bağlantı, fazla sayıda kolektör olması halinde en fazla 3'erli serilerden oluşan paralel bağlantılar uygulanabilir. (Şekil 11)'de sırası ile tekli kolektör, ikili seri ve üçlü seri bağlı kolektörlerdeki basınç kayıpları Pascal cinsinden kolektör debisine bağlı olarak gösterilmektedir.

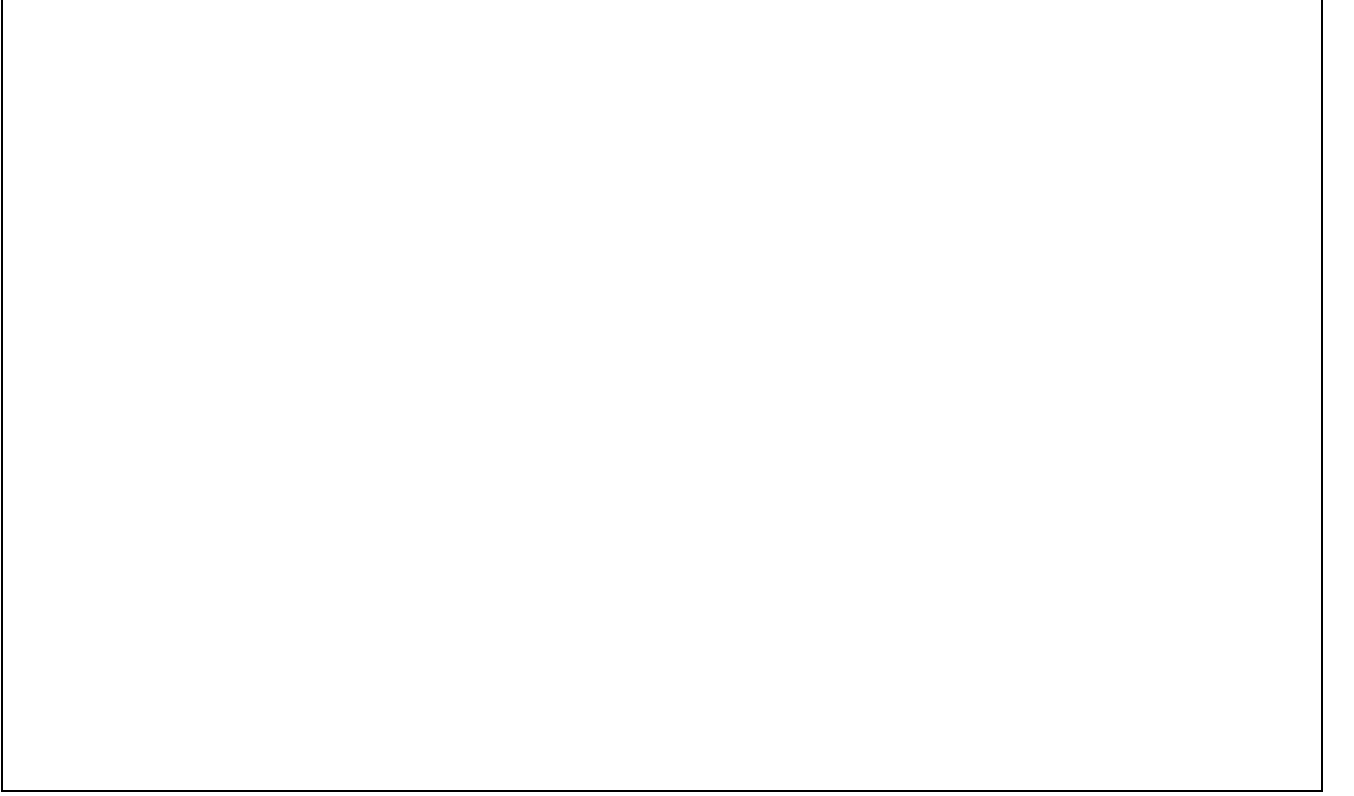
III.10. BAĞLANTI ŞEKİLLERİ

Kolektörlerin bağlantı şekilleri Şekil 12'de gösterilmiştir.

Seri Bağlama: Bu bağlantı tarzında tüm kolektörlerde eşit debide su dolaşır; ancak yeterli miktarda taşıyabilmek için debi, kolektör sayısına bağlı olarak arttırılmalıdır. Bu durumda toplam direnç, tekil kolektör dirençlerine doğrudan bağlı bir halde eksponansiyel olarak artar. Bu sebeple, 2 ya da 3 tutucu plakadan (absorber) daha fazlasını seri bağlamak pek anlamlı olmaz.

Paralel Bağlama: Küçük ve orta büyüklükteki tesisler için uygundur. Bu sistemde tüm yutucu plakaların bağlandığı, biri aşağıdan dağıtmaya, diğeri yukarıdan toplamaya yarayan boru hattı mevcuttur. Akışkan debisinin tüm yutucu plakalarda eşit tarzda olması için dağıtma ve toplama borularının çapı büyük seçilmeli (düşük direnç için) ve ayrıca bu hattan kolektöre alınan branşmanlar, eşit uzunlukta ve yutucu plakaya çapraz bağlı olmalıdır. Bu durumda dikkat edilecek husus tüm kolektörlerin bağlantı noktalarının tüm kolektör tarlasında eşit uzunlukta olmasının sağlanmasıdır (Tichelman Sistemi). Ancak paralel bağlı plakalarda, orta plakalardaki debi her iki baştakine göre daha düşüktür. Bu sorun tüm paralel bağlı sistemlerde yaşanır. Genel olarak akışkan debisindeki bu farklılığı mümkün derece düşük tutmak için, dağıtım ve toplama hatlarındaki boru direncinin, branşmanlardaki dirence göre daha düşük olmasını sağlamak gereklidir.

Seri-Paralel Bağlama: Seri ve paralel bağlama sistemlerinden oluşan bir bileşke sistemidir. Büyük tesislerde kullanılması uygundur. Zira hem seri hem de paralel bağlamanın avantajlarını içerir. Seri bağlantıda mevcut her bir branşmandaki direnç o şekilde hesaplanabilir ki, dağıtım ve toplama borularındaki seri bağlantıda mevcut her bir branşmanın direncinin dağıtım ve toplama boru hatlarındaki dirençten daha büyük olacak şekilde hesaplanması mümkündür. Böylelikle bir taraftan eşit debi sağlanırken diğer tarafta kabul edilebilir bir direnç dengesi oluşturulabilir.



Şekil 12 : Kolektörün seri, paralel ve seri-paralel (birleşik) bağlantı şekilleri.

Seri-paralel birleşik bağlantısında ya da paralel bağlantıda tüm kolektör kayıpları eşitlenecek tarzda olmalıdır (Tichelman Sistemi).



Kolektörlerin arka arkaya bağlanması halinde kolektörler arası mesafenin kolektör eğimine, kolektör boyuna ve gölgeleme açısına göre belirlenmesini sağlayan grafik.

III.11. TOPLAYICI YÜZEY ALANI-DEPO HACMİ İLİŞKİSİ

Su ısıtıcısında depo hacmi, elde edilmek istenilen su sıcaklığına ve kullanma yerindeki toplam ısımanın yıllık ortalama şiddetine bağlı olarak belirlenmeli fakat, toplayıcı yüzey brüt alanının her metrekaresi için 40 litreden az olmamalıdır. Ayrıca, kullanma suyunun doğrudan doğruya toplayıcılarda dolaştırıldığı bir devreli cebri dolaşımli sistemlerde bu miktar 100 litreyi de geçmemelidir.

NOT-1. Toplayıcı yüzey alanı-depo hacmi ilişkisi için verilen değerler, sistem özelliklerine ve elde edilmek istenen su sıcaklığına bağlı olarak değişmekle birlikte genellikle kabul edilen standart rakamlar, normal hava şartlarında 60 °C su sıcaklığı için 50 l/m², 50 °C su sıcaklığı içinse 80 l/m²'dir.

Toplam ısıma yıllık ortalama şiddeti (W/m ²)	Toplayıcı yüzey brüt toplam alanı (m ²)	Depo hacmi (l)	Kütleli debi (kg/h)	Kullanıcı kişi sayısı
360 285 210	2 3 4	160	200	2-4
360 285 310	4 6 8	320	400	4-8

Şekil 13 : Toplam Işıma Yıllık Ortalama Şiddetine Göre Toplayıcı Yüzey Alanı-Depo Hacmi İlişkisi

NOT-2. Depo için 80 l/m^2 değeri bilhassa Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri için geçerlidir.

IV. BÖLÜM

GÜNEŞ ENERJİSİ İLE SU ISITMA YÖNTEMLERİ

Güneş enerjili sistemlerin en ekonomik ve en yaygın olanlarının başında sıcak su sistemleri gelir. Genellikle çatının güney yönüne konulan düz toplayıcılarla, yıllık sıcak su ihtiyacının %60-75'i güneş enerjisinden karşılanır. Sıcak su sistemlerinde güneş enerjisinden yaygın şekilde faydalanılmasının sebeplerinden bazıları aşağıda belirtilmiştir.

1. Sıcak su ihtiyacı için gerekli enerjinin yıl içinde aylara göre değişimi çok azdır. Başka bir deyişle kurulan tesisattan her ay yararlanılmaktadır.
2. Enerji ihtiyacının az (ısıtma ve soğutma sistemlerine göre) ve gerekli sıcaklığın düşük olması sebebiyle büyük toplayıcı yüzey alanına gerek duyulmaz. Dolayısıyla toplayıcıların yerleştirilmesi problem olmaz.
3. Sistemin yapılması, kolay, yardımcı elemanların az ve gerektiğinde belli bir süre, güneşin durumuna göre beklenebilir olması.

Güneş enerjili sıcak su ısıtıcıları çok değişik şekillerde yapılabilir. Basit su ısıtıcılarında toplama ve depolama aynı kap içinde yapılır. "Kendinden depolu sıcak su ısıtıcıları" diyebileceğimiz bu ısıtıcıların avantajı taşınabilir olmalarıdır.

IV.1. YÖNTEMLER

Güneş enerjili sıcak su sistemleri sirkülasyon şekline göre:

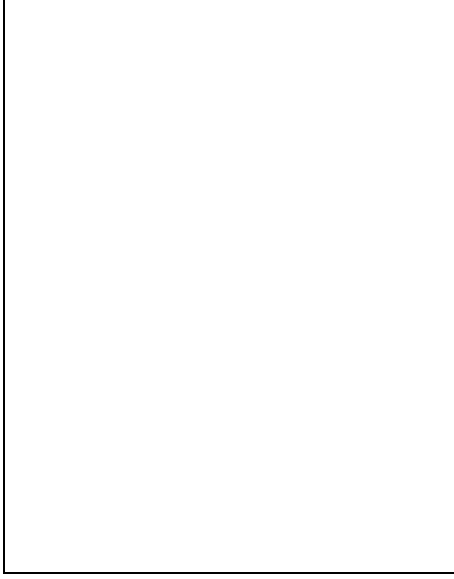
- Tabii Dolaşimli (Pompasız),
- Zorlanmış Dolaşimli

veya devre şekline göre:

- Kapalı Devreli,
- Açık Devreli olarak gruplandırılabilir.

a. Tabii Dolaşimli Sistemler

Sıcak su ihtiyacının çok olmadığı durumlarda, bilhassa konutlarda kullanımları yaygındır. Şekil 14'te tabii dolaşimli bir sistemin şeması görülmektedir. Tabii dolaşımın olabilmesi için deponun kolektör üst seviyesinde olması gerekmektedir.



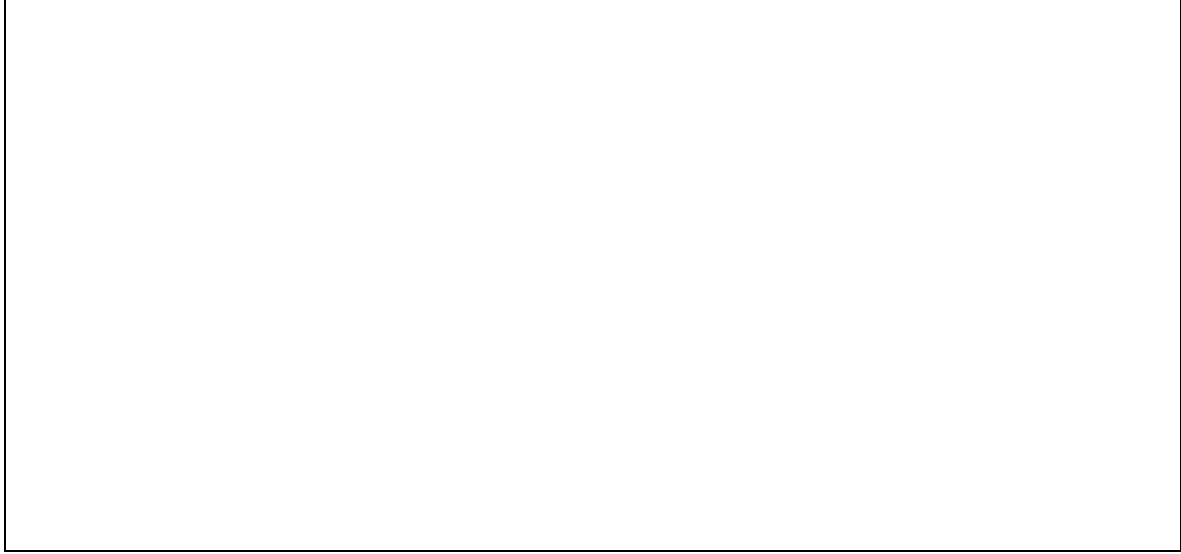
Şekil 14

Depolama tankı altı ile kolektör üst seviyesi arasındaki yükseklik 45 cm'den az olmamalıdır. Suyun sistemde dolaşımı kolektörde ısınan su ile daha soğuk olan deponun altındaki suyun özgül ağırlıkları arasındaki fark nedeniyle olur. Üzerine güneş düştüğünde kolektör içindeki su ısınarak genişir. Genleşen suyun özgül ağırlığı azalacağından yükselerek üstten depoya girer. Kolektörde ısınarak depoya giden suyun yerine deponun altındaki daha soğuk olan su gelir ve ısınarak, depoya gider. Kolektör güneş gördüğü sürece bu olay devam eder. Suyun bu şekildeki hareketine termosifon olayı deniğinden, bu şekilde çalışan sistemlere de termosifon sistemi denmektedir. Depodaki su ile kolektördeki su sıcaklıkları eşit oluncaya kadar dolaşım devam eder. Depolama tankı kolektör üst seviyesinde olduğundan geceleri ve güneşsiz gündüzleri suyun ters sirkülasyonu da söz konusu olmaz, bu şekilde depodaki suyun soğuması kendiliğinden önlenir. Güneşli bir günde kolektörde dolaşacak su miktarı 40-60 lt/m² h değeriinde olabilir. Boru tesisatının mümkün olduğu kadar az dirsekli, dirseklerin geniş kavisli, boruların depoya doğru yükselen eğimli olması sistemin çalışmasını olumlu yönde etkileyen faktörlerdir. Borularda hava toplanması önlenir. Sürtünme dirençlerini azaltmak için boruların çapı en az 20 mm (3/4") olmalıdır.

Tabii dolaşımli sistemde suyun, sistemde dolaşımını sağlayan basınç değeri Şekil 15 yardımıyla açıklanmaya çalışılmıştır. Şekilde görüldüğü gibi kolektörden depolama tankına giden sıcak su borusu ile depolama tankından kolektöre gelen soğuk su borusunun yüksekliği "H" ile gösterilmiştir. Bu iki borudaki sıcak ve soğuk suyun statik basınçları ($P_{s1}-P_{s0}$) aşağıdaki eşitliklerle belirlenebilir.

$$P_{s1} = H \cdot d_{s1}$$

$$P_{s0} = H \cdot d_{s0}$$



Şekil 15

(d_{s1}) ve (d_{s0}) sırasıyla sıcak ve soğuk suyun özgül ağırlıklarıdır. Soğuk suyun özgül ağırlığı (d_{s0}), sıcak suyun özgül ağırlığından (d_{s1}) büyük olduğundan, soğuk suyun statik basıncı (P_{s0}), sıcak suyun statik basıncından (P_{s1}) daha fazladır. Soğuk ve sıcak su basınçları farkına etken basınç (P_e) denirse;

$$P_e = P_{s0} - P_{s1} = H \cdot d_0 - H \cdot d_{s1} = h \cdot (d_{s0} - d_{s1}) \text{ kg/m}^2 \text{ ya da mmSS olur.}$$

$$P_e = h \cdot (d_{s0} - d_{s1}) \text{ kg/m}^2, \text{ mmSS}$$

P_e : Suyu sistemde devrettiren etken basınç ($\text{kg/m}^2 - \text{mmSS}$)

H : Sıcak ve soğuk su borularının yüksekliği (m)

d_{s0} : Soğuk suyun özgül ağırlığı (kg/m^3)

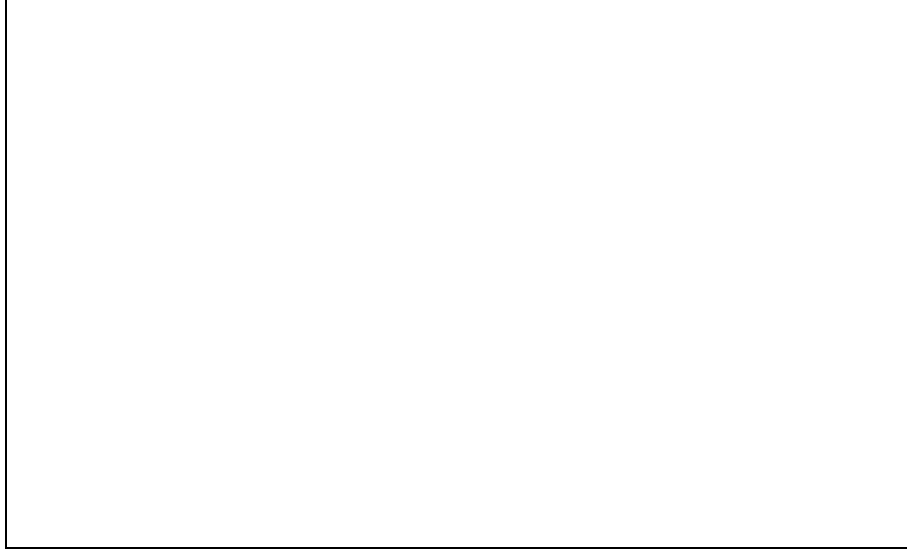
d_{s1} : Sıcak suyun özgül ağırlığı (kg/m^3)

Eşitlikten görüldüğü gibi, dolaşımı sağlayan etken basınç (P_e), kollektör ile depolama tankı arasındaki yükseklik (H) ile depolama tankına giden ve gelen su sıcaklıkları, dolayısıyla özgül ağırlıkları, arasındaki farka bağlıdır. Yükseklik ve su sıcaklıkları arasındaki fark arttıkça, suyu sistemde devrettiren etken basınç (P_e) artacak ve sistemin çalışması daha sağlıklı olacaktır.

Etken basınç, suyu sistemde kolayca devrettirebilmelidir. Depodaki su ısındıkça, dönüş ve gidiş borularındaki su özgül ağırlıkları farkı azalacağından, dolaşım kuvvetinin değeri de düşecektir. Dolaşım kuvvetinin en düşük değerinde bile su sistemde devredebilmelidir.

Suyun sistemde dolaşımı sırasında, dolaşım kuvveti boru sürtünme dirençleri ile bağlantı parçalarının dirençleri toplamını yenebilmelidir. Aksi takdirde sistem çalışmaz. Bu bakımdan, boru tesisinin dirençleri azaltacak şekilde yapılması son derece önemlidir. Mümkün olduğu kadar az bağlantı parçası kullanmak ve yatay boru uzunluklarını azaltmak sistemin daha rahat çalışmasını sağlar.

Tabii dolaşımlı güneşli su ısıtıcısının depolama tankını çatı arasına, kolektörünü de çatıya, balkon ya da duvara yapılacak bir destek üzerine koymak mümkündür. Bunlar mümkün değilse sistem binanın yakınına, güneş görebilecek ve çeşitli etkilere korunabilecek zemine yerleştirilebilir.

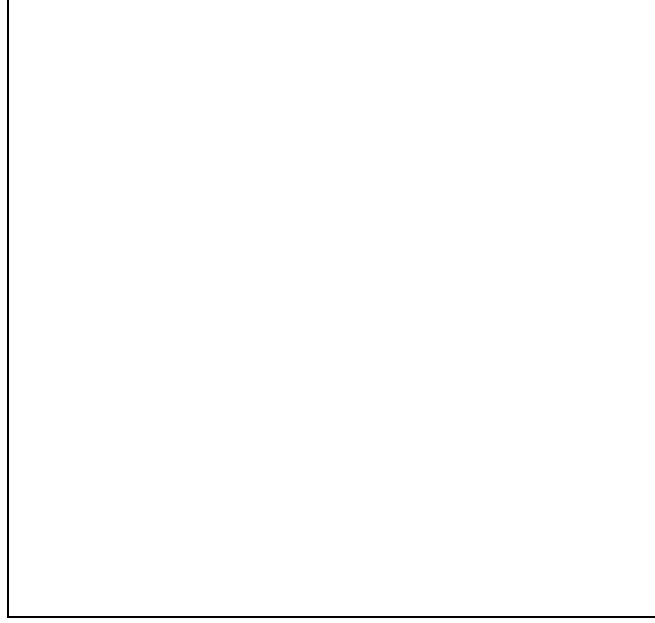


Şekil 16

Güneşsiz gündüzleri ve geceleri sistemden sürekli sıcak su alınması isteniyorsa, sıcak su çıkışı üzerine ek ısıtıcı konabilir. Gerek güneşli ısıtıcıdan gerekse ek ısıtıcıdan gelen sıcak su, bir karıştırma vanası ile ılıştırılabilir. Sistemin soğuk kış günlerinde donmasını önlemek için kolektörlerin alt seviyesine bir boşaltma vanası konulmalıdır.

Şekil 17’de görülen tabii dolaşım sistem şehir suyu basıncının etkisinde değildir. Soğuk su, önce üstte bulunan bir besleme deposuna gelir ve oradan sisteme geçer. Besleme deposu flatörlü olup suyu otomatik olarak keser. Bu besleme deposu, sistem çalışırken genleşen suyu da alarak sistemin güvenliğini de sağlamış olur. Ancak bu sistemin kendinden daha alt seviyede bulunan kullanma yerlerine su verebileceği hatırlanmalıdır. Sistem çatıya yerleştirilmelidir.

Tabii dolaşım sistemleri genellikle direkt ısıtım olarak yapılırlar. Kolektörde ısıtılıp depoya giden su kullanıldığından, bütün sisteme yeniden soğuk şebeke suyu gelir. Yeniden gelen su, kolektörde kireçlenmeye neden olur. Bu da kolektörleri sağırlaştırarak verimlerini düşürür. Bu sakıncaları gidermek için sistem endirekt yapılabilir. Şekil 17’de görüldüğü gibi, kolektörde hep aynı su devreder. Kolektörlerde alınan ısı, depolama tankı içinde bulunan ısı değiştiricide, kullanılacak suya geçer. Isısını burada bırakan su tekrar ısıtılmak üzere kolektörlere gider. Kolektör devresinde genleşen su besleme deposuna giderek sistemin güvenliği sağlanır.



Şekil 17

b. Pompalı (Zorlanmış Dolaşım) Sistemler

Bütün pompalı sistemlerin dört ana elemanı vardır.

1. Kolektör
2. Depolama tankı
3. Kontrol sistemi
4. Sirkülasyon pompası

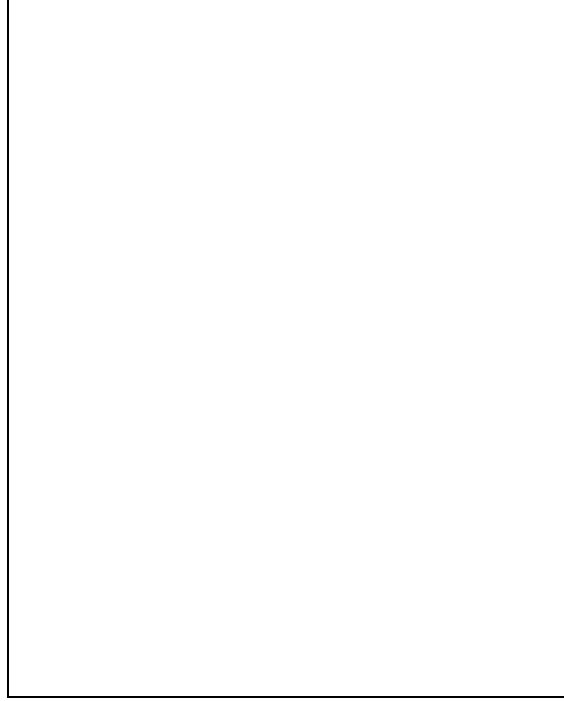
Kolektörde su bünyesine geçen enerji pompalanarak depolama tankına aktarılır. Pompanın çalıştırılıp durdurulması diferansiyel termostat yardımıyla olur. Diferansiyel termostatın uçlarından birisi kolektör çıkışına, diğeri deponun altına bağlanmıştır. Kolektördeki su sıcaklığı ile depodaki su sıcaklığı arasındaki fark, belirlenen değeri bulduğunda pompa çalışır. Depolama tankı ile kolektörlerdeki su sıcaklığı arasındaki farkın büyük olması, suyun kolektörde ısınmış olduğunu gösterir. Kolektörde ısınan su, diferansiyel termostat yardımıyla çalıştırılan pompa ile depolama tankına iletilir. Güneşsiz gündüzleri ya da geceleri depolama tankındaki su ile kolektördeki su sıcaklığı arasındaki fark azalacağından, hatta eşit olacağından, diferansiyel termostat pompayı durdurur. Böylece depodaki sıcak suyun kolektörlerde ve sistemin diğer kısımlarında soğuması önlenir.

Pompalı sistemler, direkt ve endirekt ısıtılmalı olarak iki grupta incelenebilir.

c. Direkt Isıtılmalı Sistem

Direkt ısıtılmalı sistem ılıman iklimlerde, yıldaki donma günü sayısı (sıcaklığın 0°C' nin altında olması) 45'in altında olan yerlerde daha verimli ve uygun

olmaktadır. Şekil18' de tek tanklı, basit bir direkt ısıtılmalı sistem görülmektedir. Depolama tankı hem güneş enerjisi ile ısıtılan hem de elektrikli ya da bir başka enerji kaynaklı sıcak suyu depolama görevini yapabilir.



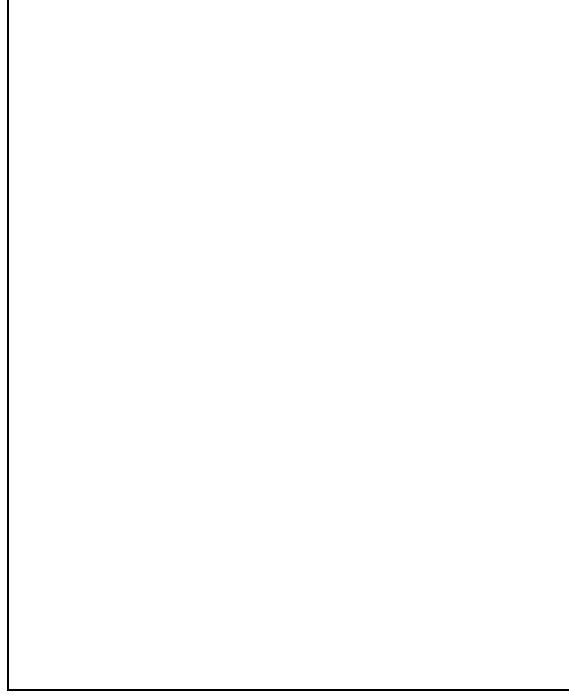
Şekil 18

Tankın üste yakın bir yerine ek bir elektrikli ısıtıcı yerleştirilmiştir. Elektrikli ısıtıcı, depolama tankındaki su sıcaklığını termostat ile ayar edilen noktada tutar. Güneşli sistem su sıcaklığını atar noktasına (kullanma sıcaklığına) kadar yükseltmezse elektrikli ısıtıcı devreye girerek su sıcaklığını ayar noktasına yükseltir. Elektrikli ısıtıcının devrede kalış süresi güneşli sistemden sağlanan su sıcaklığına bağlıdır. Güneşli sistem tek başına ayar noktası sıcaklığını sağlayabilir. Bu durumda elektrikli ısıtıcı devreye girmez.

Sistemin donmasını önlemek için sıcak tank suyunun geceleri kolektörlerde dolaşımı sağlanabilir. Kolektördeki su sıcaklığı 1-15°C'ye düştüğünde pompayı devreye sokacak bir sıcaklık hissedici bu amaçla kullanılabilir. Dönüş borusu üzerine bir çek valf konularak, güneşin olmadığı zamanlarda kolektörde soğuyan suyun depolama tankına dönüşü engellenmelidir. Çek valf olmazsa kolektörde soğuyan su ile depodaki sıcak su tabii sirkülasyonla ters yönde sirküle ederek depoda ısınmış olan su tekrar soğuyabilir. Pek güvenli olmaması, çek valf yerine selonoid valf kullanılmasını gerektirebilir. Selonoid valf pompa devresine bağlanarak, pompa çalıştığı sürece devreyi açık, çalışmadığında ise kapalı tutar.

Şekil 19'da aynı prensibe göre çalışan iki tanklı bir sistem görülmektedir. Tanklardan birisi güneşli ısıtmaya ait olup, diğeri ise ek ısıtma içindir. Ek ısıtma tankı, evde sıcak su elde etmek için kullanılan basınçlı bir termosifon olabilir. Güneşli ısıtmaya ait olma tank, kullanma sıcak su kapasitesine denk olmalıdır. Ek ısıtma tankı ise, sıcak su depolayacağından daha küçük hacimde olabilir. Sıcak su ihtiyacı olduğunda güneşli sistemdeki sıcak su ek ısıtma tankından geçip

kullanma yerlerine gidecektir. Güneşli sistemden gelen sıcak suyun sıcaklığı yeterli değilse, ek ısıtma tankında yeterli sıcaklığa yükseltilebilir.



Şekil 19

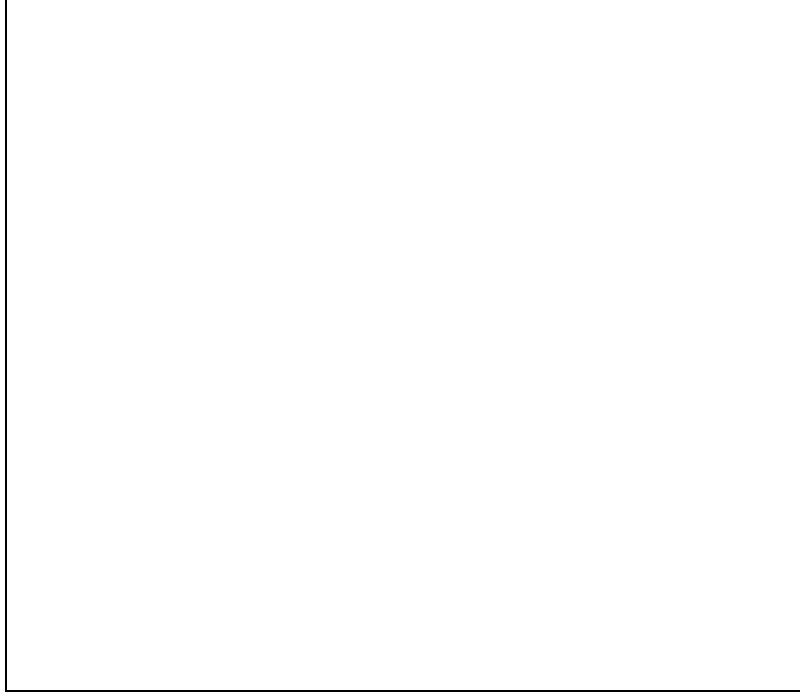
d. Endirekt Isıtmalı Sistem

Endirekt ısıtmalı sistemlerde depolama tankı içinde bir ısı değiştirici vardır. Kolektörde ısıtılan su, depolama tankındaki bu ısı değiştiriciden geçerken depodaki suyu ısıtır ve soğumuş olarak tekrar kolektöre gider. Isı değiştirici Şekil 20’de olabileceği gibi iki silindir arasında kalan bir su cebi şeklinde olabilir. Tankın dış yüzeyinde kaynak edilmiş ya da lehimlenmiş bakır borularda bir ısı değiştirici görevi yapabilir. Şekil 21’deki gibi bir ısı değiştirici tankın içindeki kadar verimli değildir. Isının tank içindeki suya geçebilmesi için, birincisi bakır boru, ikincisi de tank gövdesi olmak üzere iki engeli aşması gerekir.



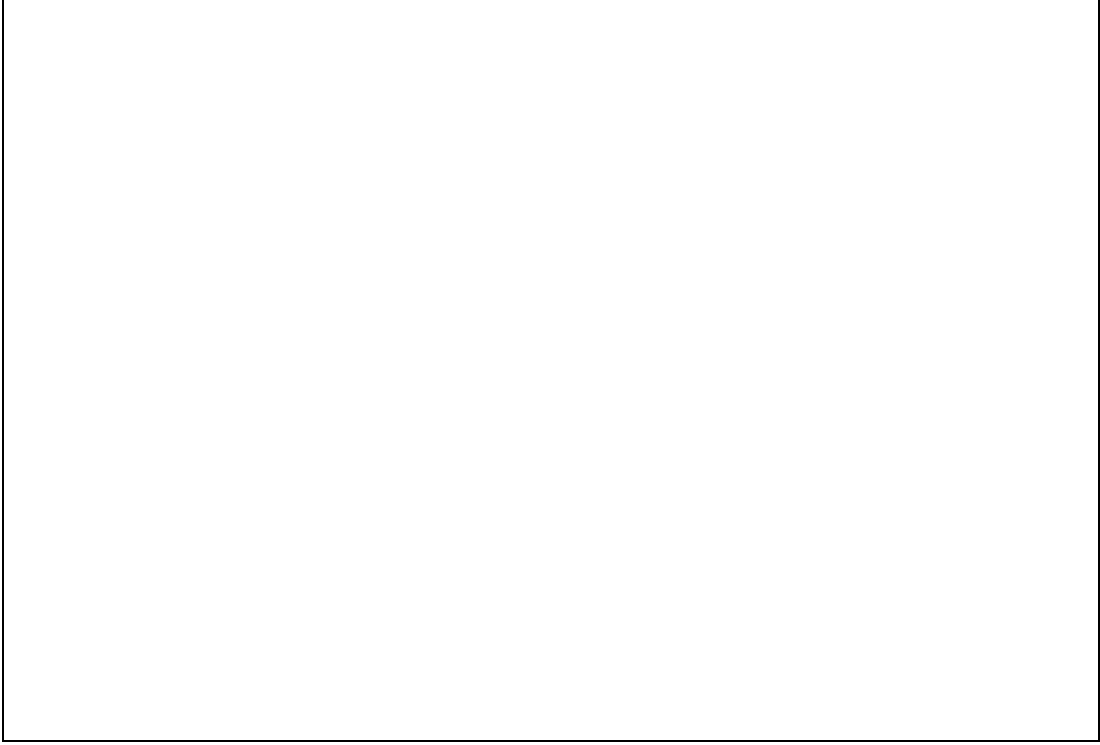
Şekil 20

Donmaya karşı, kolektör devresindeki su antifrizli ise, ısı değiştiricinin yapımında çok titiz davranmak gerekir. Antifrizli suyun, depolama tankı içinde, kullanma sıcak suyuyla karışması ciddi sağlık problemlerine neden olabilir.



Şekil 21

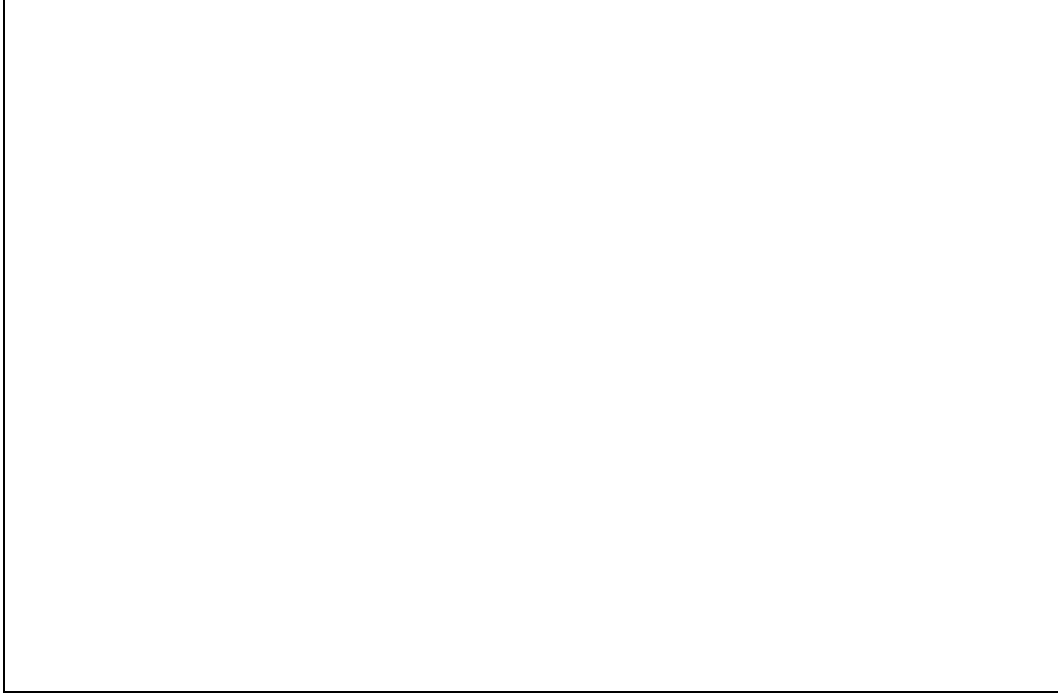
Güneşli su ısıtma sistemlerinin hepsinde, donma önemli bir problemdir. Donma daha çok kolektörde olacağından, kolektör devresinde antifrizli su bulunur. Antifrizli suyun, daha önce belirtildiği gibi, karışma halinde sağlık bakımından sakıncaları vardır. Kolektör devresinde antifriz kullanılmayan bir sistemin şeması şekil 23'te görölmektedir. Şekil 22'de göröldüğü gibi sirkülasyon pompası çalışmadığı zaman kolektör devresindeki su seviyesi düşmektedir.



Şekil 22

Böylece, kolektör devresindeki su donmayacağı gibi, sağlık bakımından bir sakınca da oluşmayacaktır. Depolama tankında ek ısıtma da yapılmaktadır. Pompanın çalışması, kolektöre güneş ışığı düştüğünde, termostat yardımıyla olmaktadır. Kolektör su seviyesine bir hava purjörü konarak suyun dolum yüksekliğine inmesi kolaylaştırılır. Sistem atmosferik şartlara açık olduğundan, kolektör devresindeki boruların paslanmaz malzemeden olması doğru olur. Şekil 23'te çift pompalı endirekt ısıtma sistemi görülmektedir. Kolektör devresi glikol-su karışımı olabilir.

Don tehlikesinin önüne geçilmesinde bir başka çözümde havalı ısı değiştirici kullanmak olabilir.

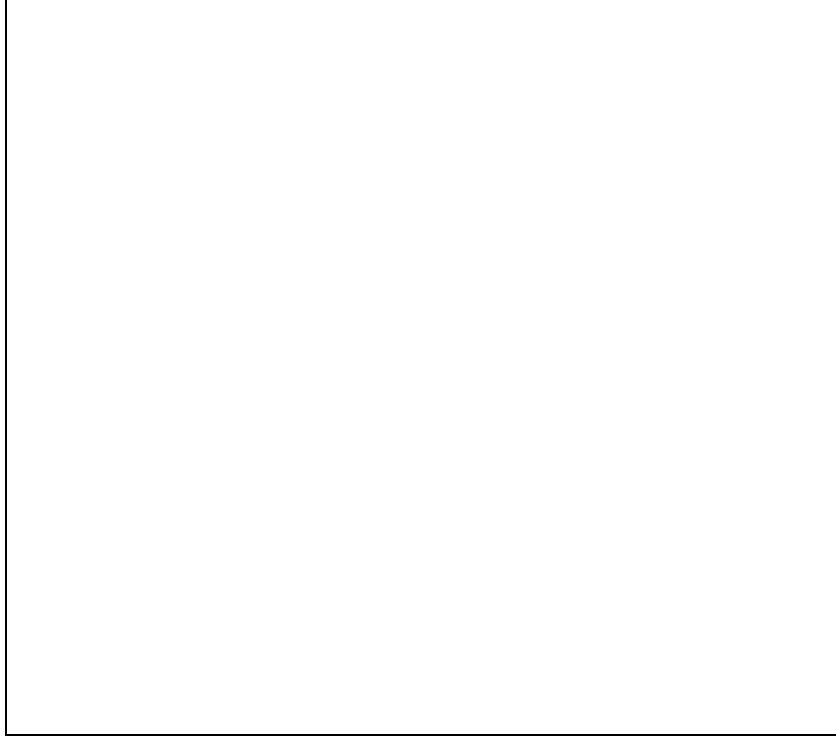


Şekil 23

Hava-su ısı değiştiricili bir sistemin şeması şekil 24'te g r lmektedir. Kolektörde elde edilen sıcak hava, ısı değiştiricide, ısısını suya vererek su ısıtılmış olur. Havayı kolektör devresinde sirküle ettirecek bir vantilatör ve suyun depolama tankı-ısı değiştirici arasında dolaşımını sağlayacak bir pompa gerekli olduğundan, sistemin maliyeti yüksektir.

Merkezi ısıtma sıcak su tesisatı ile birlikte çalışan güneşli sıcak su hazırlama tesisatına ait detaylı bir bağlantı şeması şekil 25'te verilmiştir. Depolama tankındaki kullanma sıcak suyu, bağımsız olarak, hem güneş enerjisi ile hem de kazanla ısıtılabilceği gibi iki sistem birbirlerini takviye de edebilirler. Güneş enerjisinin yetersiz olduğu durumlarda kazandan sağlanan sıcak su, depolama tankındaki suyu, ayar noktası sıcaklığına otomatik olarak yükseltir. Kazan suyunu, depolama tankındaki ısı değiştiriciden sirküle ettirecek pompa, ayar noktası sıcaklığını temin edecek bir termostattan kumanda almaktadır.

Kolektör devresinin güvenliğini sağlamak için açık ya da kapalı genleşme deposu kullanılabilir. Şekil 25'te açık genleşme deposu kullanıldığı g r lmektedir.



Şekil 24



Şekil 25

- | | |
|--|------------------------------|
| 1. Açık genleşme deposu | 2. Havalı |
| 3. Güneş kollektörü | 4. Termometre |
| 5. Kapama vanası | 6.Çekvalf |
| 7. Güneşli devre pompası | 8. Kontrol kutusu |
| 9. Hidrometre | 10. Termostat |
| 11. Kazanla sıcak su elde etme devresi | 12. Manometre bağlama vanası |
| 13. Boşalmalı kapama devresi | 14. Brülör |
| 15. Yaylı emniyet ventili | 16. Isıtma devresi pompası |
| 17. Isıtıcı | 18. Dört yollu vana |
| 19. Kapalı genleşme deposu | 20. Boşaltma vanası |

e. Güneşli Isıtma Sistemi Pompası

Güneşli ısıtma sistemlerinde kullanılan pompanın iki karakteristiği belirlenmelidir. Bunlar:

- Pompanın Debisi: Pompanın debisi kolektörlerin 1 m² yüzeyinden saatte 60-80 litre suyu devrettirecek kapasitede seçilebilir.
- Pompanın gücü: Pompanın gücünü etkileyen başlıca faktörler:

-Kolektörlerle depolama tankı arasındaki yükseklik (m)
-Pompanın debisi (lt/sn)
-Kritik devredeki kolektör, boru ve bağlantı elemanlarındaki sürtünme kayıpları (mmSS).

Bu faktörlere bağlı olarak pompanın gücü aşağıdaki eşitlikten bulunur:

$$N = P * V / \eta \text{ (Watt)}$$

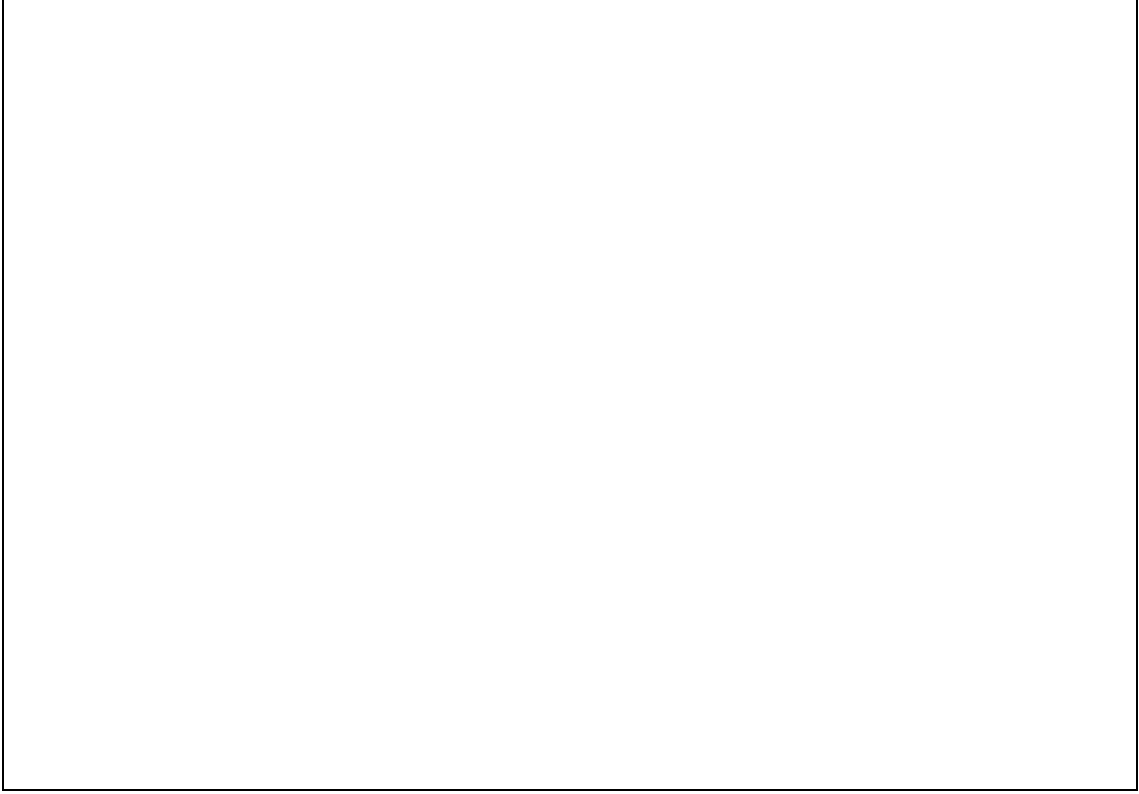
N:Pompanın Gücü (Watt)

P:Toplam Basınç (Yükseklikten+Sürtünmeden oluşan basınç kayıpları)

V:Pompa Debisi

η :Pompa Verimi (% 70-80 alınabilir)

Güneşli sistemlerde, pompanın çalışması kolektör yüzey sıcaklığına bağlıdır. Pompanın çalışmasına ilişkin diyagram Şekil 26'da görülmektedir. Geceleri ve güneşin etkisinin olmadığı gündüzleri, kolektör yüzey sıcaklığı, depolama tankındaki su sıcaklığından daha düşüktür. Bu durumda pompa çalışmaz. Güneş gördüğünde, kolektör yüzey sıcaklığı yükselir ve pompa çalışır.(1 noktası). Pompa çalışır çalışmaz kolektör yüzey sıcaklığı ani bir düşme gösterir. (2 noktası). 2 noktasındaki kolektör yüzey sıcaklığı ile depolama tankındaki su sıcaklığı farkı, pompanın durma sıcaklık fark aralığından (ΔT_{off}) büyük olduğundan pompa durmaz. Bu noktadan sonra kolektör emici plaka sıcaklığı ve depolama tankı su sıcaklığı birlikte yükselirler.



Şekil 26 : Kolektör emici plaka sıcaklığı ve depolama tankı su sıcaklığına bağlı olarak güneşli sistemlerinin pompasının çalışması

Güneş etkisini kaybetmeye başladığında (saat 18:00), kolektör yüzey sıcaklığı 3 noktasına düşer ve pompa bu sıcaklıkta durur. Pompa durduğunda kolektör yüzey sıcaklığı ani bir yükselme ile 4 noktasına ulaşır. Bu nokta ile depolama tankı su sıcaklığı arasındaki fark çalışma fark aralığından (ΔT_{on}) küçük olduğundan pompa çalışmaz. 4 noktasından sonra kolektör yüzey sıcaklığı sürekli düşer ve pompa devre dışı kalır.

f. Ana Boruların Çapları

Ana boru çaplarının hesabında temel alınacak başlıca faktörler borulardan geçecek su debisi (lt/sn), boru sürtünme kayıp katsayısı (yaklaşık 0.025) ve borulardaki basınç kaybı (mmSS)'dir. Bu faktörler dikkate alınarak, ana boruların çapları aşağıdaki eşitlikten yaklaşık olarak bulunabilir.

$$d = 60 * (10^{-3})^{0,4} * (V_p)^{0,4}$$

Formülde; d:Ana boruların çapı (mm)

V_p :Pompa debisi (m^3/sn)

IV.2. GÜNEŞLE ISITMA SİSTEMLERİ

1. Eğer güneşle ısıtma düşünülüyorsa, binanın ısı yalıtımı şarttır.

2. Mertebe olarak 150 m² bir evin güneşle ısıtılması için 40 m² düz güneş kolektörü alanına ihtiyaç vardır.
3. Enerjinin depolanması için yine aynı örnekte 40 m³ su alabilen bir depo gerekir. Bu tankta su sıcaklığının yükselmesi halinde, açarak suyu drenaja veren bir emniyet vanası bulunmalıdır.
4. Isıtmada ısıtıcı olarak konvektör veya döşemeden ısıtma panelleri kullanılır.
5. Güneş kolektörü devresinde dolaşan suya antifriz katılmalıdır.
6. Fosil yakıtların ve elektriğin fiyatları devamlı arttığından, güneşle ısıtma gelecekte giderek daha popüler olacaktır. Çok soğuk havalarda güneşle ısıtma sistemi konvensiyonel bir ısıtma sistemiyle takviye edilmelidir.

IV.3. GÜNEŞ ENERJİSİNİN AVANTAJLARI

- Bol ve tükenmeyen tek enerji kaynağı.
- Duman, karbon monoksit, kükürt ve radyasyon atığı içermeyen temiz enerji.
- Enerjiye gereksinim duyulan her yerde kullanılabilir.
- Yurtdışına bağımlı olmadığı için ekonomik ve politik krizlerden etkilenmez.
- İşletme masrafları çok azdır.
- Çeşitli uygulamalar için farklı çözümler üretmek mümkündür. (Kazan destekli veya desteksiz sıcak kullanım suyu üretimi, ısıtma sistemine destek verme, enerji depolama, güneş pilleri).

IV.4. GÜNEŞ ENERJİSİNİN DEZAVANTAJLARI

- Sürekli bir enerji kaynağı olmadığından depolama gerekmektedir. İmkanlar sınırlıdır.
- Işınıma bağlı olarak kolektör yüzey gereksinimi bölgesel olarak artmaktadır. Birim düzleme gelen güneş ısı az olduğundan büyük yüzeylere ihtiyaç duyulur.
- Kolektörlerin gölgelenmemesi gerekmektedir.
- Kaliteli, otomatik kontrollü ve yüksek verimli sistemlerde ilk yatırım maliyeti yüksektir.
- Enerji gereksinimi olduğu zamanlarda ışınlam azdır veya hiç yoktur.

Günümüzde özellikle petrol fiyatlarının çok hızla artması güneş enerjisini gittikçe cazip kılmakta ve güneş enerjisinden yararlanan sistemlerin sayısı her geçen gün artmaktadır.

Enerji üretimi ve tüketimi günümüzde milletlerin refah seviyesini de gösteren bir ölçü olmuştur. Ekonomik gelişme enerji tüketimiyle orantılı değişmektedir.

IV.5. BOYLERDE ARANILAN ÖZELLİKLER

- Yüksek verim elde edilebilmesi için termosifon prensibi ile çalışılmalıdır. Boyler hacmi içinde ısınan su yoğunluk farkı sayesinde boylerin üst tarafına çıkar ve yukarıdan aşağı kademeli bir ısınma sağlanır.
- Termosifon prensibi ile kısa sürede kullanım sıcak suyu hazırlayabilecek iç dizayna ve serpantin yapısına sahip olmalıdır.
- Tüm boyler hacminin ölü bölge kalmadan kullanılması gerekir.

- Montajı kolay yapılabilmelidir.
- Sirkülasyon hattı için yer bırakılmış olmalıdır.
- Kolay temizlenebilir yapıda alt veya yan tarafında temizleme için flanş bulunmalıdır.
- Sıcak bölgelerde (ısıtma için tesisat gereksinimi olmayan) soğuk günlerde boylere destek amaçlı elektrikli ısıtıcı eklemesi yapılabilmeli.
- Hijyen özelliği duoçlean yapı ile (su ile temas eden yüzeylerin çift kat camthermoglasür ile kaplanması) tam olarak sağlanmış olmalıdır. Bu yapı klor ve diğer korozif etkilere dayanıklı ve bakteri üremesine uygun ortam yaratmayacak kadar düzgün ve girintisiz-çıkıntısız olmalıdır.
- Sıcak suyun toplandığı üst tarafta daha fazla olmak üzere boyler etrafında yeterli kalınlıkta izolasyon yapılmalıdır.
- Yeterli ısınım olmadığında, kazandan beslenen destek amaçlı ikinci bir serpantin bulunmalıdır.
- Tüm ihtiyaçlara cevap verebilecek şekilde kompakt tipleri bulunmalıdır.
- Soğuk şebeke su girişi ve sıcak kullanım suyu çıkışı boyler içinde minimum türbülans yaratacak şekilde olmalıdır.

IV.6. KONTROL PANELİNDE ARANILAN ÖZELLİKLER

- Otomatik kontrol imkanı sağlanmalıdır.
- Sistemde kullanılacak pompa düşük enerji ile ve sessiz çalışmalıdır.
- Panel verim azalmasına karşı izole edilmiş olmalıdır.
- Uzaktan kumanda mümkün olmalıdır.
- Otomatik veya manuel çalışma seçenekleri olmalı, arıza halinde ikaz sinyali verebilmelidir.
- Elektrik kesilmelerinde kapalı devre sistemi, donma veya buharlaşmaya karşı emniyete alınabilmelidir.
- Kompakt bir yapıya sahip olmalı, duvara monte edilebilmeli, modüler yapısı ile artan kolektör ihtiyacına pompa ve geri toplama kabı ekleyerek cevap verebilmelidir.
- Sistem verileri (kolektör, boyler sıcaklıkları, kolektör doluluk oranı, pompa çalışma kapasitesi, sistem çalışma süresi) kontrol paneli üzerinde bulunan kumanda ekranında görülebilmelidir.
- Pompalı kapalı devre sistemden kaynaklanan direnci yenebilecek kapasitede ve su/hava beraber sirküle edebilecek şekilde dişli tip olmalıdır. Isınım ve ihtiyaca bağlı olarak kademeli çalışma özelliğine sahip olmalıdır.
- Tesisatta bulunan ısıtma sisteminden destek alabilecek veya ısıtma sistemine destek verecek şekilde sistemin kontrol paneli ile veri alışverişi yapabilecek ve uyumlu biçimde çalışabilecek yapıda olmalıdır.

IV.7. GÜNEŞ ENERJİ SİSTEMLERİNDE ARANILAN ÖZELLİKLER

a. Kapalı Devreli Sistem

Açık sistemler hijyen başta olmak üzere buharlaşma, donma, kireçlenme ve buna bağlı çap daralması, korozyon, kısa ömür, enerji kaybı, verim düşümü, düşük konfor gibi dezavantajlara sahiptirler.

b. Pompalı (Zorlanmış Dolaşım) Sistem

Doğal dolaşımli sistemlerde akışkan hareketi yoğunluk farkı ile gerçekleştiğinden borular için sürtünme ve dinamik kayıplar çok iyi hesaplanmalıdır. Minimum 25 mm'den büyük çaplarda çalışılmalıdır, depo mesafelerine dikkat edilmelidir. Otomatik kontrol yapılmaz, soğuk mevsimlerde devreden çıkarılmalıdır. Pompalı sistemlerde ise projelendirme kolaydır. Boyler çatıda bulunmak zorunda değildir. Otomatik kontrol sayesinde yüksek konfor ve verim elde edilebilir, sistem yaz kış çalışabilir.

c. Sıcak Su Deposu (Boyer) Ayrık Sistem

Kendinden depolu veya ayrık depolu sistemlerde çatı üzerine depo yerleştirilmesi tercih edilmemeli, depo (boyler) kazan dairesine yerleştirilmelidir. Çatı üzeri uygulamaları yeterli izolasyon yapılmadığından enerji kaybı (gündüz depolanan enerji tekrar kaybedilmektedir), korozyon (meteorolojik şartlar, nem vb.), bakım zorluğu, çatı kirliliği, çatıya aşırı yük gibi nedenlerden dolayı yapılmamalıdır. Boyler seçimi yaparken termosifon tipinde, yüksek verimli, kullanım sıcak suyu hazırlama süresi kısa ve hijyen şartlarını sağlayacak cam kaplı yapıda olmalıdır.

d. Kapalı Devrede Şebeke Suyu Kullanımı

Kapalı devrede katkı maddesi ve/veya donma önleyici antifriz madde kullanımı boru tesisatından boylere herhangi bir kaçak, sızma durumunda kullanım suyunda zehirleyici etki gösterebilmektedir.

e. Otomatik Kontrol Özelliği

Pompalı kapalı devre sistemlerde ise otomatik kontrol sayesinde kolektörde çok yüksek veya boylerde istenen su sıcaklığı sağlanırsa kolektörler boşaltılmakta ve pompa devreden çıkmaktadır. Sistemin ışıma ve enerji gereksinimine bağlı çeşitli devirlerde çalışabilecek pompa mantığı sayesinde enerji kayıpları (ısı, pompa vb.) en az seviyeye indirilir. Otomatik kontrol ile yıllık kullanım sıcak su ihtiyacının %90'ı güneş enerjisi ile sağlanabilmektedir. Kontrol sistemi güneş enerjisi destekli bir ısıtma sistemiyle uyumlu çalışabilmelidir.

IV.8. OTOMATİK KONTROL

Zorlanmış dolaşımli sıcak su sistemlerinde, pompaya kumanda için, genellikle diferansiyel termostat kullanılır. Diferansiyel termostatin duyarlı elemanlarından birisi toplayıcı çıkışına, birisi de sıcak su deposuna yerleştirilerek akışkanın toplayıcıdan çıkış sıcaklığı ile depodaki su sıcaklığı arasındaki farka (ΔT) göre pompa çalıştırılır veya susturulur. Genel olarak, akışkanın toplayıcıdan çıkış sıcaklığı ile depodaki su sıcaklığı arasındaki fark 10°C (ΔT_c) olduğu zaman pompa çalıştırılır ve $1,5-2,0^{\circ}\text{C}$ (ΔT_d) olduğu zaman durdurulur. (ΔT_c) değeri küçük seçildiği zaman stabilite problemi ortaya çıkar. Pompa çok kısa süreler içerisinde çalışır, durur ve yeniden çalışır. Büyük seçilirse, toplayıcı sıcaklığı artacağından ısı kaybı fazla olur ve faydalanılan ısıtım miktarı azalır.

Akışkanın toplayıcıya giriş sıcaklığı (yaklaşık depo sıcaklığı) ile akışkanın toplayıcıdan çıkış sıcaklığı arasındaki fark, akışkanın debisi ile değiştiğinden, (ΔT_c)

ve (ΔT_d) değerlerinin seçiminde akışkanın debisi göz önüne alınmalı ve büyük debilerde ($\Delta T_ç$) ve (ΔT_d) sıcaklık farkları küçültülmelidir.

IV.9. GENLEŞME DEPOSU

İki devreli su ısıtıcılarında, ısı toplama kapalı devresi sistemde meydana gelebilecek en düşük ve en yüksek sıcaklıklar arasındaki fark, bu sıcaklıklardaki sistem basınçları, ısı taşıyıcı akışkanın hacimce genleşme katsayısı ve ısı toplama devresinin hacmi göz önünde bulundurularak uygun büyüklük ve tipte bir genleşme deposu ile donatılmalıdır. Genleşme deposu, en yüksek çalışma sıcaklığında (hatta en yüksek durgun durum sıcaklığında) meydana gelecek akışkan hacimce genleşmesini karşılayabilecek ve sistem soğukken gerekli olan en düşük basıncı da sağlayabilecek şekilde tasarımılandırılmalıdır.

Genleşme deposu ayrıca, devredeki basınç tahliye vanasının, sistemin dayanabileceği basınçlarda açılmasına imkan vermeyecek şekilde tasarımılandırılmalıdır.

Açık genleşme deposunun hacmi aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$\Delta V = a \cdot V \cdot \Delta T_{\max}$$

ΔV : Genleşme deposunun hacmi (l),

a: Isı taşıyıcı akışkanın hacimce genleşme katsayısı (l/ °C),

V: Hacimce genleşmesi göz önüne alınan kapalı devrenin hacmi,

$\Delta T_{\max}$: Hacimce genleşmesi göz önüne alınan devrede oluşan en yüksek ve en alçak sıcaklıklar arasındaki fark (l/ °C)'tır.

Özel ısı taşıyıcı akışkanlar kullanıldığında, akışkanın genleşmesi ile ilgili parametreler, akışkan imalatçısı tarafından verilmelidir.

Açık genleşme depolarında, atmosferle depo arasında, tıkanması mümkün olmayan (en az 20 mm iç çapında) bir havalandırma veya taşıma borusu aracılığı ile irtibat kurulmalıdır.

Isı taşıyıcı akışkanın glikol-su karışımı olması durumunda galvanizlenmiş malzemelerden yapılmış genleşme depoları kullanılmalıdır.

IV.10. DEPONUN YERİ

Su ısıtıcısında depo, sistemin ve kurulacağı yerin özellikleri göz önünde bulundurularak, en uygun yere yerleştirilecek şekilde tasarımılandırılmalıdır.

a. Bina İçine Yerleştirme Kriterleri

Cebri dolaşımlı sistemlerde, bina içinde uygun bir yer bulunması durumunda, deponun buraya yerleştirilmesi tercih edilmelidir. Depo yerleştirildikten ve yalıtıldıktan sonra, dış cıdarları ile duvarlar arasında, serbestçe dolaşılmasını sağlamak amacıyla çepeçevre en az 75 cm mesafe bulunmalıdır. Depo çok büyükse açılması mecburi

olan (TS 712) adam deliğinden rahatça girilip çıkılabilecek bir biçimde yerleştirilmelidir.

NOT- Eski yapılarda, bina içine yerleştirilmesi düşünülen depo bina içine sokulma kolaylıkları göz önünde bulundurularak bir tek büyük tank yerine, birkaç küçük tank şeklinde de tasarımılandırılabilir. (TS 458)

b. Bina Dışına Yerleştirme Kriterleri

Bina dışına yerleştirme, genellikle deponun daha iyi yalıtımını ve çevreden zarar görmemesi için koruyucu ek tedbirler alınmasını gerektirmekle beraber, tabii dolaşım su ısıtıcılarında, deponun daima toplayıcı yüzeyden daha yüksekte olması mecburiyetinin olması bulunmasından dolayı hemen hemen yegane çözüm olmaktadır.

Tabii dolaşım su ısıtıcılarında depo, toplayıcı yüzey ile depo arasında ters dolaşım oluşmasını önlemek amacıyla tabanı en az toplayıcı yüzeyin en üst kenarı ile aynı yükseklikte bulunacak biçimde yerleştirilmelidir.

NOT- İmkan varsa, ters dolaşımı tamamen önlemek ve tabii dolaşımın itici gücünü arttırmak amacıyla depo, tabanı toplayıcı yüzeyin en üst kenarından en az 60 cm daha yüksekte bulunacak şekilde yerleştirilmelidir.

IV.11. YALITIM

Su ısıtıcısı için yalıtım malzemesi cinsi ve kalınlığı aşağıdaki kriterler dikkate alınarak seçilmelidir:

- Isı iletim katsayısı (Şekil 27'ye göre),
- Temin imkanları,
- Dayanıklılık,
- İşlenme kolaylığı,
- Ulaşılması ihtimali bulunan en yüksek akışkan sıcaklığı(Şekil 27'ye göre),
- Mor ötesi ışınlara dayanıklılık,
- Su geçirgenliği,
- Yanma dayanımı.

Yalıtkanın Cinsi	Isı İletim Katsayısı (W/m°C)	Dayanabileceği En Yüksek Sıcaklık (°C)
Kalsiyum Silikat	0,055 95 °C'de	650
Hücreli Elastomer	0,036 25 °C'de	105
Hücreli Cam Elyafı	0,050 25 °C'de	485
Selüloz	0,039-0,050	
Fiberglas	0,036 25 °C	455
Levha Fiberglas	0,032 25 °C	345
İzosiyanürat	0,024 25 °C	120
Cam Yünü	0,036 20 °C	500
Stropor	0,035 20 °C	80
Poliüretan	0,028 20 °C	100

Şekil 27 : Çeşitli Yalıtkanların Isı İletim Katsayıları İle Dayanabilecekleri En Yüksek Sıcaklıklar

Cam yünü, stropor ve poliüretan ısı iletim katsayılarının küçüklüğü ve hafifliği sebebi ile en çok tercih edilen toplayıcı yalıtım malzemelerindendir.

Cam yünü yüksek sıcaklıklara dayanıklı olduğundan, yüksek sıcaklıklara çıkılan toplayıcılarda, stropor veya poliüretan üzerine (toplayıcı levhası tarafına) cam yünü konulur. Yalıtım malzemesi ile toplayıcı levhası arasında bir hava boşluğu bırakılması ve yalıtım malzemesinin üzeri ışınlım yansıtma oranı büyük olan alüminyum folyo ile kaplanması durumunda ısı kaybı daha az olur ve bu durumda yalıtım malzemesi yüksek sıcaklığa çıkmaz.

Yalıtım malzemesi kalınlığı, yutucu yüzey sıcaklığı ile, çevre sıcaklığı arasındaki farka bağlı olarak seçilir. Yüksek sıcaklıklara çıkılan toplayıcılarda, yalıtım kalınlığı artırılmalı ve yalıtım malzemesinin toplam ısı geçiş katsayısı $0,5 \text{ W/m}^2 \text{ K (C)}$ ' den küçük olmalıdır. Buna göre, yalıtım malzemesinin ısı iletim katsayısı $k_y \text{ W/m K}$ ve kalınlığı $L_y \text{ (m)}$ olmak üzere $(k_y/L_y) < 0,5$ yazılabilir ki cam yünü ve stropor için $L_y > 7$ cm olmaktadır. Yalıtım malzemesinin kalınlığı arttıkça ısı geçiş katsayısı küçülür, fakat toplayıcı kalınlığı, ağırlığı ve fiyatı artar.

IV.12. DONMA

Çevre sıcaklığının aşırı düşmesi durumunda su ısıtıcısını donmaya karşı korumak için koruma derecesi ve karmaşıklığı birbirinden farklı tedbirlerden sistem tasarımına uygun düşenleri alınmalıdır.

1. Boşalma
2. Depoda biriken ısıyı, ters dolaşımla toplayıcılara iletme
3. Donmayan ısı taşıyıcı akışkan kullanma

V. BÖLÜM

SİSTEM

V.1. SU İLE ISIL ENERJİ DEPOLANMASI

Hissedilir ısı depolanmasında en yaygın kullanılan maddelerden birisi sudur. Su ile hissedilir ısı depolanmasının çok sayıda avantajı vardır.

- Su, ucuzdur ve kolay temin edilebilir.
- Toksitlenme ve alevlenme özelliği yoktur.
- Fiziksel, kimyasal ve termodinamik özellikleri iyi bilinmektedir.
- Enerji depolanmasında faydalanılırken aynı zamanda enerji toplayıcı akışkan olarak ta kullanılabilir.
- Isı depolama özelliği iyidir. (hacimsel özgül ısı büyük)
- Isıtma ve soğutma sistemleri için gerekli sıcaklık aralığında kararlı bir sıvı buhar dengesine sahiptir.
- Isı geçişi ve akışkan dinamiği iyi bilinmektedir.
- Korozyon etkisini azaltan inhibitör teknolojisi gelişmiştir.

Suyun, hissedilir ısı depolanmasındaki bu avantajlarının yanında bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Donduğu zaman genişlediğinden, donmaya karşı tedbirler alınmalıdır. Korozyon yapıcı özelliğinden dolayı depo içerisine inhibitör ilave edilmelidir. Ayrıca, suyun erime, kaynama sıcaklıkları arasındaki fark küçüktür. Yüksek sıcaklıklarda enerji depolaması yapmak ta zordur.

Depodaki suyun sıcaklığının değişimi, depodaki suyun ısı kapasitesi ile depoya gelen, depodan çekilen ve kayıp olan ısı miktarlarına bağlıdır. Pratikte, depodan çevresine ısı kaybı sürekli olmasına (depo sıcaklığı çevre sıcaklığına inene kadar) rağmen, depodan çekilen ve toplayıcıdan gelen enerji miktarları günün saatlerine göre kesintilidir. Toplayıcıdan depoya verilen enerji aynı anda olduğu gibi farklı saatlerde de olabilir veya kayıp enerji dışında enerji girişi ve çıkışı olmayabilir.

Depo içindeki suyun sıcaklığı da her noktada aynı değildir. Üst ve alt kısımları arasında sıcaklık gradyeni vardır. Depo sıcaklığının üniform olması için karıştırılması gerekir.

V.2. ISI TAŞIYICI AKIŞKAN

İki devreli su ısıtıcılarında, toplayıcılarda biriken ısı enerjisini, bir ısı değiştiricisi yardımıyla kullanma suyuna aktarmak için aşağıda verilen ısı taşıyıcı akışkanlardan, sistem tasarımına uygun olanı kullanılmalıdır:

- Su
- İnhibitörlü Su
- Su+Glikol Karışımları (Antifrizli Su)
- Silikon Yağları
- Hidrokarbonlar
- Parafinli veya Madeni Yağlar
- Su+Gliserin Karışımları (Antifrizli Su)
- Hava
- Flüorokarbonlar (Freonlar)

İnhibitör: Düşük yoğunluklarda, konsantrasyonlarda kullanıldıklarında korozyonu geciktirebilen kimyasal maddelerin genel adıdır.

Isı taşıyıcı akışkan seçilirken, sistemin ısı verimine yapacağı etki kadar, temasta bulunduğu sistem elemanları ile arasındaki kimyasal ve mekanik etkileşmeler de dikkate alınmalıdır. Bu etkileşmeler göz ardı edildiği takdirde, sistem güvenliği ve insan sağlığı açılarından problemlerle karşılaşılabilir. Bilhassa hem kullanma suyu, hem de ısı taşıyıcı akışkanla temas halinde bulunan ısı değiştiricisi yüzeylerinde meydana gelebilecek etkileşmeler çok önemli olabileceğinden gerekli tedbirler alınmalıdır.

Bu gibi problemleri tamamen ortadan kaldırmak veya en aza indirmek için, kullanılan ısı taşıyıcı akışkanların kimyasal yapısı (pH, zehirlilik, zamanla bozuşma derecesi, ömür vb.) ve çeşitli devre elemanlarının mekanik dayanımı çok iyi bilinmelidir.

Çok nadir bazı haller hariç, ısı taşıyıcı akışkanın içilebilir olmayacağı ve ısı aktarma işlemi sırasında, kullanma suyunu kirletme ihtimalinin daima mevcut olduğu; ayrıca, kapalı sistemlerde kullanılan ve zehirli olmayan, hatta içilebilir olan akışkanların bile, ya madeni borulara, lehimli veya kaynaklı ek yerlerine, lastik contalara vb. temas ede ede zamanla, ya da devrede daha önce zehirli bir akışkan kullanılmış olması sebebiyle hemen kirlenebileceği de dikkate alınmalıdır.

Kapalı devre sistemlerde kullanılan akışkanın özellikleri toplayıcı verimine ve sistemin boyutlarına tesir eder. Genel olarak düz toplayıcılarda dolaştırılan akışkanın, a) Donma sıcaklığı düşük ($\cong -40^{\circ}\text{C}$) kaynama sıcaklığı yüksek ($\cong 200^{\circ}\text{C}$), b) Donma ve kaynama sıcaklıkları aralığında kimyasal kararlı, c) Özgül ısı ve ısı iletim katsayısı yüksek, viskozitesi düşük, ç) Yanma ve parlama sıcaklığı yüksek, d) Korozyif değil, e) Zehirleyici ve kokulu değil, f) Yüksek sıcaklıklarda doyma basıncı düşük, g) Ucuz ve kolay temin edilebilir olmalıdır.

Güneş enerjili sıcak su hazırlama sistemlerinde su; kolaylıkla bulunabilen, ucuz, özgül ısı yüksek, viskozitesi düşük bir akışkandır ve özelliklerinin uygun olması nedeniyle en yaygın kullanılan ısı transfer akışkanıdır. Ancak donma ve kaynama sıcaklıkları düşük olduğu gibi korozyonda yapabilir. Fakat inhibitör ilaveli antifriz kullanılarak korozyon önlenabilir ve donma sıcaklığı düşürülebilir. Kullanılan akışkan ve malzemeye göre uygun inhibitör seçilmelidir. Bu sorun yeni sistem tasarımlar veya antifriz çözeltilerinin kullanımıyla aşılabilmektedir. Antifriz çözeltisi olarak, genellikle ağırlıkça %50 glikol su karışımı kullanılır. Genellikle, alüminyum toplayıcılarda mineral, sentetik veya silikon yağlar kullanılmaktadır. Güneş enerjisi uygulamaları için antifrogen N 52%, antifrogen L 52%, thermogen 1693 (Şekil 28) geliştirilen çalışma akışkanlarıdır.

Şekil 28 : Transfer Akışkanı Thermogen 1693'ün Bazı Özellikleri

Yoğunluk (20°C)	1,060-1,070 g/cm ³
kinematik Viskozite (20°C)	11-14 mm ² /s
PH	8,5-9,5
Özgül ısı (20°C) (180°C)	2,1 kJ/kgK 2,9 kJ/kgK
Genleşme Katsayısı (20°C)	$8 \cdot 10^{-4} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$
Buhar basıncı (20°C) (100°C) (150°C)	<0,1 mbar 1 mbar 10 mbar
Isı iletkenlik katsayısı	0,16-0,17 W/mK
Kullanım Aralığı	(-10°C)-((+160°C)

V.3. GÜNEŞ ENERJİSİ SİSTEMLERİNDE RASTLANILAN KOROZYON TİPLERİ

Korozyon Tipi	Özellikleri
Yaygın Korozyon	Metal yüzeylerin her tarafına yayılır ve malzemeyi hemen her yerinden eşit miktarda

	inceltir.
Delik Korozyonu	Mevzii olarak meydana gelir. Çok ince delikler oluşturarak, akışkan sızmalarına sebep olur.
Çatlak Korozyonu	Birbirine bağlanan iki borunun birleşme yerinde veya gevşek bir contanın altında meydana gelen sınırlı sıvı akışı neticesinde borularda ortaya çıkar.
Galvanik Korozyon	Akışkanın yolu üzerinde bulunan farklı iki metalin elektriksel teması sonucu meydana gelir.

V.4. ISI TAŞIYICI AKIŞKAN SEVİYESİNİN KONTROLÜ

İki devreli su ısıtıcıları, ısı toplama kapalı devrelerindeki ısı aktarma akışkanının yeterli seviyede olup olmadığının kolayca kontrol edilebilmesi ve eksik olması durumunda gerekli ilavenin yapılabilmesi için gerekli teçhizatı içerecek şekilde tasarımılandırılmalıdır.

V.5. İŞLETMEDE AKIŞKAN DEBİSİ

Cebri dolaşimli su ısıtıcılarında ısı taşıyıcı akışkanın kütleli debisi, en yüksek ısı verimi sağlayabilmek için, montaj yerindeki toplam güneş ışınması şiddetine ve ısı taşıyıcı olarak kullanılan akışkanın cinsine bağlı olarak 40 kg/m²h-120 kg/m²h (1,011 kg/m²s-0,033 kg/m²s) arasında seçilmelidir.

V.6. MONTAJ

- Güneş enerjisi panelleri güneye bakacak şekilde monte edilmelidir. Panellerin eğimi bulunulan enlem derecesi $\pm 15^\circ$ olmalıdır. Bu limitlerin dışındaki montajlar, sistemin verimini düşürür.
- Kapalı devre sistemlerde, sistemdeki havanın alınması, sistemin doldurulması ya da boşaltılması için gerekli elemanlar (otomatik purjör vb.) kullanılmalıdır.
- 40 metreden fazla düz olarak devam eden bağlantılarda, boru genişlemelerinin yol açacağı gerilme ve hasarları önleyecek şekilde genişlemeli bağlantı kullanılmalıdır.
- Çatıda montaj için açılmış olan delikler (saplama yuvaları vb.) yağmura karşı izole edilmelidir.
- Sistemde bulunan tüm borular ısı kayıplarına karşı izole edilmelidir. Boyler-kolektör arası uzun boru hatları, ısı kayıplarını arttıracığından 40 metrenin üzerindeki bağlantılarda standarttan daha kalın izolasyon kullanılmalıdır. İzolasyon fittinglerde ve boru taşıyıcılarında kesilmemelidir.
- Depolama tankı, pompa gibi sistem elemanları zaman zaman bakım gerektirebileceğinden, ulaşımı kolay noktalara monte edilmelidir.
- Çatı üstü montaj yapılırken çatının kolektörlerden gelecek ilave yükleri taşıyıp taşıyamayacağı dikkatle incelenmelidir.
- Sistem, çalışma basıncının 1,5 katı kadar bir basınçla 1 saat boyunca test edilmelidir.

- Sistemde kullanılacak farklı metaller arası korozyonun önlenmesi için uygun bir inhibitör kullanılmalıdır.

V.7. SİSTEMİN DEVREYE ALINMASINDA DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR

- Sistem suyu doldurulduktan sonra kısa bir süre sirkülasyon pompası çalıştırılarak suyun birkaç kez devri sağlanır. Sonra su tamamen boşaltılır. Bu, sistemin tümünü, varsa imalat kirlerinden arındırılması ve sistemin daha sağlıklı işlemesi yönünden önemlidir.
- Yeniden su dolumu yapılır. Bu yapılırken basıncın normalden 1-1.5 bar yüksek olmasına dikkat edilmelidir. Su tam anlamı ile dolunca kolektör bölgesinden ve boylerden hava alma işlemi yapılır ve sistem devreye alınır.
- Sisteme gelişigüzel pH ayarlayıcılar ve diğer katkı maddeleri ilave edilmemelidir. Normal şartlar altında bir sistemin sağlıklı çalışması için pH değerinin 6.5-8 arasında olması gereklidir.
- Güneş enerjisi sistemi kuruluş esaslarının belirlendiği standartlara, genel kurallara, montaj kılavuzunda, teknik kataloglarda belirtilen kullanım şartlarına uyularak işin ehli kişilerce kurulmalı ve devreye alınmalıdır.

V.8. KOLEKTÖR SEÇİMİ

Seçilen Kolektör: "SOLARTEK"

"SOLARTEK"

Güneş kolektörü kavramını aşan sadece ışıkla çalışabilen bir kolektördür. Solartek; yeni nesil güneş kolektörleri ve sisteminin başarılı bir örneği. Güneş ışığının sıcaklık etkisi yerine ışığın ısıya dönüşme boyutunda enerji üretebilen, bu nedenle karlı bölgelerden sıcak bölgelere kadar uzanan geniş bir yelpazede kullanabilecek bir kolektör. Tüm proje kurumları tarafından başarılı bulunan, kalite, verimlilik ve güvenilirlik esaslarına dayanan Solartek, çevreyi korumakta ve kullanıcıya önemli bir tasarruf sağlamaktadır.

Yeni nesil kolektör Solartek ile

- Sıcak su
- Isıtma sisteminin takviyesi
- Havuz ısıtma sistemi takviyesi mümkündür.

SOLARTEK TEKNİK ÖZELLİKLERİ

KASA

Düşük silisyumlu alüminyum

Boy : 2037 mm

Eni : 1034 mm

Yükseklik : 121 mm

Brüt alan : 2.106 m²

Net ağırlık : 41 kg

CAM TABAKA

Düşük demirli temperli özel cam

Kalınlık : 3 mm

Gecirgenlik : %92

SEÇİCİ ÖZELLİKLİ YUTUCU PLAKA

Nikel pigmentasyonlu Al₂O₃ kaplı seçici yüzeye sahip

ekstrüzyon yüksek vasıflı alüminyum plaka

Plaka kalınlığı : 1.25 mm

Su kanallarındaki et kalınlığı : (min) 2.1 mm

Absorbsiyon (güneş ısınımını yutma oranı) : %(92±2)

Emesivite (geri ısı yansıtma oranı) : %(15±2)

İZOLASYON

Yankar : 24 mm Poliüretan (40 kg/m²yo*unlukta)

+ alüminyum folyo

: 0.4 mm göbçü alüminyum + 40 mm poliüretan

Alt : sert köpük + 25 mm kaya yünü + alüminyum folyo

V.9. ÖZELLİKLER

Tasarımda ve Üretimde Mükemmellik

Özel Dokulu Cam

Solartek'te kullanılan cam özel bir yapıya ve dokuya sahiptir. Işığı %92 gibi yüksek bir değerle (Normal bir camın 1.4 katı fazla) geçirmektedir. Ayrıca güneş ışığının değişik açılardan gelmesi halinde emici yüzeye uygun açıda ışığı yansıtabilecek ve kayıpları azaltacak özelliklere sahiptir.

Seçici Yüzeyli Plaka

Solartek, ışığı ısı enerjisine dönüştürür. Özel elektrolitik kaplama tekniği ile yüzeye ışını emme ve geri yansıtma özelliği kazandırılmıştır. Böylece ışınların ısı enerjisi verebildiği 0,2-2 µmm dalga boyu aralığındaki %92 gibi yüksek bir oranda emilmesi sağlanmış ve emilen ışığın geri yansıtması da %85 oranında önlenerek

yansıma kayıpları minimum seviyeye indirilmiştir. Bu da siyah boyalı plakalara göre en az 4 kat verim artışı demektir.

Özel Aksesuar İle Kolay Montaj

Solartek kasası kolay çatı akuplesi yapılabilecek şekilde tasarlanmış, yağmur suyunun sızma sorununu ortadan kaldıran bir yapıya kavuşturulmuştur. Her tip çatıya, her tip montaja uygun özel aksesuarlar geliştirilmiş ve üretilmiştir.

Az Su İle Hızlı Su Isıtma

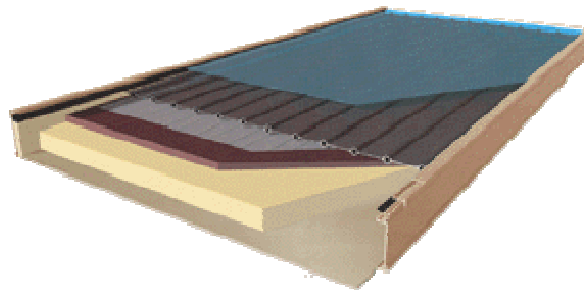
Solartek ' te ısı transferini sağlayan su hacmi 3,2 lt gibi düşük bir hacimde tutulmuş ve böylece hızlı bir ısı iletimi ile rejime girişi süratlendirilmiştir. Bu yapı kullanıcıya kısa sürede sıcak su elde etme konforu sağlar.

Isı Kaçağını Önleyen Kasa

Solartek için özel olarak tasarlanan ve Feniş Alüminyum Tesislerinde üretilerek Fentek Tesislerinde şekillendirilen kasa sayesinde iç kısım ile dış ortam arasında ısı kayıpları önlenmiştir. Yalıtımında sıcak ortam yalıtımına uygun olarak Kaya Yünü ve poliüretan levha kullanılmıştır. Emici plakanın alt bölgesi alüminyum folyo ile kaplanmış ve böylece ısı yansıması sağlanarak verim daha da artmıştır. Ayrıca Solartek kasası her türlü iç genleşmeyi sönmüleyecek yapıda tasarlanmış, üretiminde seri bağlanma, imkan tanıyan özel bir fittings kullanılmıştır. Kullanılan tüm yalıtım malzemeleri FKCW içermemektedir.

Güvenli Bir Sistem

Solartek imalinde kullanılan absorbe plakalarda ve özel kasasında kaynak kullanılmamıştır. Böylece kaynak dikişi nedeniyle oluşabilecek tüm sorunlardan arındırılmıştır. Solartek; tüm hava koşullarına, kar, rüzgar yüküne ayrıca dolu ve yağmura karşı tam emniyetlidir.(250 kg / m² yükte bir sorun yaratmaz). Her iklim koşulunda ve su şartında güvenli kullanım için özel olarak geliştirilen Antikor 11 sıvısı ile korozyon tehlikesi önlenmiş, donma riski ortadan kaldırılmıştır.



UV Işınlara EPDM Fitol

Dış etkenlere karşı tam bir yalıtım sağlanabilmesi amacıyla üretiminde UV

ışınlarına dayanıklı EPDM Fitol kullanılmış bu sayede mükemmel bir sızdırmazlık sağlanmıştır.

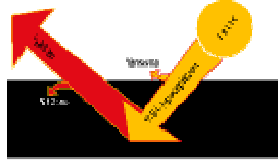
Her İklimde Kullanım İmkânı

Türkiye' de güneş kolektörleri daha çok Güney ve Batı Bölgelerimizde kullanılmaktadır. SOLARTEK ' in yüksek verim, hızlı ısıtma ve güvenli kullanım avantajları bu yeni nesil kolektörlerin her bölgede kullanılmasını imkân tanımaktadır.

Çok Amaçlı Kullanım

Bugüne kadar yalnız su ısıtma amacı ile üretilen kolektörler yerine SOLARTEK yüksek derecelere kadar su ısıtılabilir avantajının yanında kalorifer ön ısıtması ve soğutma içinde kullanılabilir.

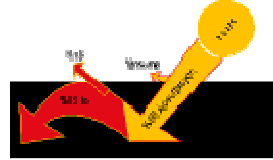
Yılda 1500 saat güneş alan bir bölgede " SOLARTEK" ile sağlanacak sıcak su enerji kazancı %50- %60



Siyah yüzeyli kolektör.

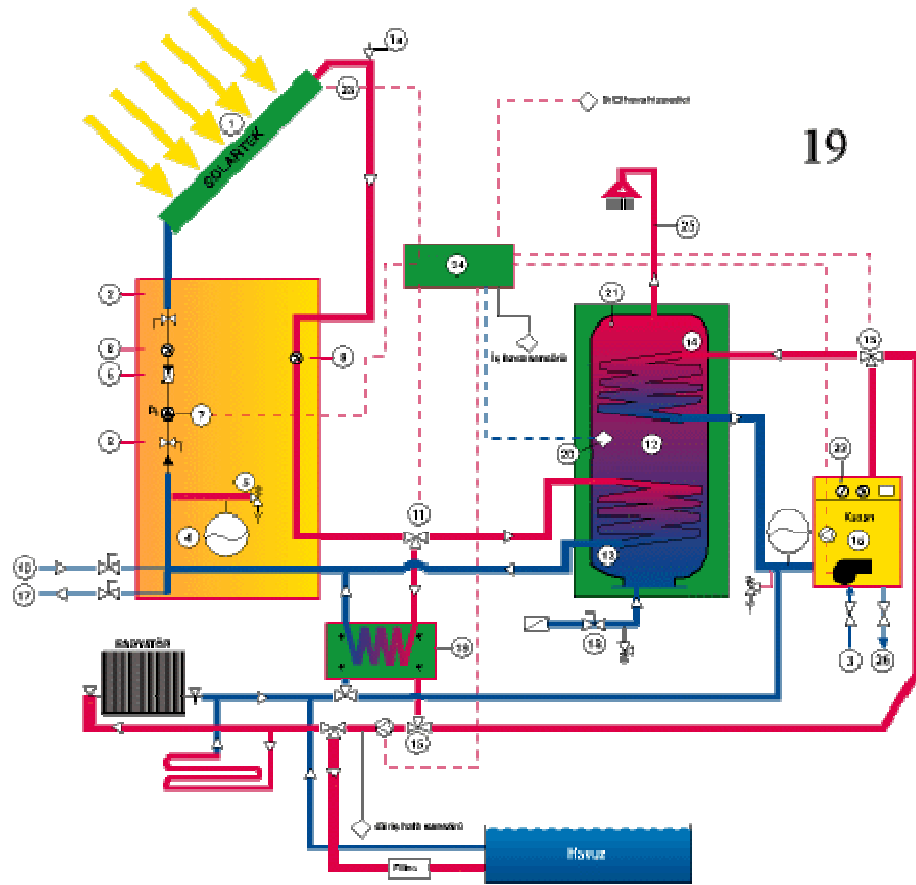


Seçici yüzeyli plaka



SOLARTEK

V.10. MONTAJ ŞEMASI



- | | | |
|---------------------------------------|--|------------------------------------|
| 1-Kollektör | 11-Üç yollu vana | 20- Boiler sıcaklık ölçeri |
| 1a-Otomatik hava alma purjörü | 12-Boiler | 21-Maksimum boiler sıcaklık ölçeri |
| 2-Paket tesisat donanımı | 13-Kollektör hattı eşanjörü | 22-Maksimum kazan sıcaklık ölçeri |
| 3-Sistem doldurma musluğu | 14-Kazan hattı eşanjörü (Gerektiğinde takviye için) | 23-Kollektör sıcaklık sensörü |
| 4-Genleşme tankı | 15-Üç yollu vana | 24-SLC 2000 sistem kontrol paneli |
| 5-Emniyet ventili | 16-Kazan | 25-Kullanım suyu |
| 6-Çek valf | 17-Kollektör sistemi boşaltma musluğu | 26-Kazan sistemi boşaltma musluğu |
| 7-Pompa | 18-Şebeke su girişi | |
| 8-Termometre | 19-Paket eşanjör ısıtma sisteminin kollektör ile takviyesi için. | |
| 9-Vanalar | | |
| 10-Kollektör sistemi doldurma musluğu | | |

VI. BÖLÜM

GÜNEŞLİ SU ISITICILARININ TASARIMI

Edirne’de 84 kişilik 21 dairenin su ihtiyacını tüm yıl karşılayacak sistemin hesabı. Sıcak su sıcaklığı, güneşli su ısıtıcılarda sistem verimi su sıcaklığına çok bağlıdır. Konutlarda genelde banyoda 40°C ve mutfakta 60°C sıcaklıkta su kullanılır. Dolayısıyla enerji tasarrufu açısından güneşle su ısıtmada kullanım suyu tasarım sıcaklığını yaklaşık 45°C almak uygun olmaktadır.

1. Binada 21 daire bulunmaktadır. Her dairede yaşayan kişi sayısı 4 olarak alınırsa toplam 84 kişi olmaktadır.
2. Sistem: Zorlanmış dolaşimli kapalı devre. (tüm yıl çalışacak)
3. Projenin yapıldığı il : Edirne
4. Edirne’nin enlem derecesi 41° 40’ (Tablo 1-Tablo 5)
5. Toplayıcı eğim açısı S = 37° (Tablo 3)
6. Kolektörün bulunduğu yer : Çatı
7. En yakın meteoroloji istasyonu : Edirne
8. Deklinasyon açısı (d):
 $d = 23,45 * \sin (360 * (365 + 284) / 365) = -23,09$
9. Güneş yüksekli açısı (y):
 $\sin y = \cos d * \cos e * \cos h + \sin d * \sin e$
 $h = 45^\circ$ (öğleden sonra saat 3:00 için saat açısı)
 e : enlem derecesi 41° 40’=41,6°
 $\sin y = \cos (-23,09) * \cos (41,6) * \cos (45) + \sin (-23,09) * \sin (41,6)$
 $\sin y = 0,22603676$
 $y = 13,06385087^\circ$
10. Azimut açısı (a_g)
 $\cos (a_g) = (\cos d * \sin e * \cos h - \sin d * \cos e) / \cos y$
 $\cos (a_g) = (\cos (-23,09) * \sin (41,6) * \cos (45) - \sin (-23,09) * \cos (41,6)) / \cos (13,06385087)$
 $\cos (a_g) = 0,744392409$
 $(a_g) = 41,89306202^\circ$ güneybatı yönünde
11. Toplayıcı azimut açısının düzeltme faktörü $A_1 = 0,922285714$ (Tablo 4)
12. Edirne’nin bütün yıl için : Yatay yüzeye gelen toplam güneş ışınlamı ortalaması
 $Q_{tyatay} = 2745 \text{ kcal/m}^2\text{gün}$ (Tablo 1)
13. Sıcak su hazırlanması için gereken ısı :

$$Q_d = M_w * C * \Delta t, \quad \Delta t = (T_w - T_F)$$

M_w : Isıtılacak su miktarı (kişi * günlük kişi başına sıcak su tüketimi)

$$M_w = 84 * 50 = 4200 \text{ lt/gün} = 4200 \text{ kg/gün}$$

C : Suyun özgül ısısı = 1 kcal/kg°C

T_w : Erişilmesi istenen su sıcaklığı 45°C

T_F : Tüm yıl için, şebeke suyu sıcaklığı (1 m derinlikte toprak sıcaklığı olarak alınır.)

$$T_F = 15,9^\circ\text{C} \text{ (Tablo 5)}$$

Toplam ısıtılacak su miktarı:

$$Q_d = M_w * C * (T_w - T_F) \text{ kcal/gün}$$

$$Q_d = 4200 \text{ kg/gün} * 1 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C} * (45^\circ\text{C} - 15,9^\circ\text{C})$$

$$Q_d = 122.220 \text{ kcal/gün}$$

14. Eğik toplayıcı yüzey için dönüşüm faktörü :

$$R = \cos(\psi - S) / \cos\psi$$

$$\psi = 41^\circ 40' \quad S = 37^\circ \quad R = 1,334 \text{ (Tablo 2)}$$

15. Eğik toplayıcı yüzeyine gelen ısıtım ortalaması Q_k 'yı bulalım.

$$Q_k = Q_{\text{tyatay}} * R * A_1$$

$$Q_k = 2745 \text{ kcal/m}^2\text{gün} * 1,334 * 0,922285714$$

$$Q_k = 3377,253497 \text{ kcal/m}^2\text{gün}$$

16. En uygun toplayıcı verimi $\eta_k = 0,75$ (%95 absorbasyonlu cam, TÜBİTAK M.A.M. rapor no: EN9804-1)

17. Toplayıcı dışında sistemin ortalama verimi $\eta_m = 0,65$ (Tüm yıl için "Solartek")

18. Yararlı ısı Q_N 'i bulalım, $Q_k = 3377,253497 \text{ kcal/m}^2\text{gün}$, $\eta_k = 0,75$, $\eta_m = 0,65$

$$Q_N = Q_k * \eta_k * \eta_m = 3377,253497 \text{ kcal/m}^2\text{gün} * 0,75 * 0,65 = 1646,41108 \text{ kcal/m}^2\text{gün}$$

19. Gerekli toplayıcı (kolektör) alanı A_k 'yı hesaplayalım,

$$Q_d = 122.220 \text{ kcal/gün} \quad Q_N = 1646,41108 \text{ kcal/m}^2\text{gün}$$

$$A_k = Q_d / Q_N = 122.220 \text{ kcal/gün} / 1646,41108 \text{ kcal/m}^2\text{gün} = 74,23419431 \text{ m}^2$$

20. Kolektör sayısını bulalım,

K.S. : Kolektör Sayısı

K.Y.A. : Kolektör yüzey alanı (2037mm*1034 mm)

$$KS = A_k / K.Y.A. = 74,23419431 \text{ m}^2 / 2,106258 \text{ m}^2 = 35,24458747 \approx 36 \text{ adet kolektör}$$

21. Sıcak su deposu hacmi:

$$V = B_1 * A_k \quad B_1 = 0,06 \text{ alınabilir.}$$

$$V = 0,06 * 74,23419431 = 4,454051659 \text{ m}^3 = 4454,051659 \text{ lt} \approx 4500 \text{ lt}$$

22. Pompa debisinin ve gücünün hesaplanması:

a) Pompanın Debisi: Pompanın debisi kolektörlerin 1 m^2 yüzeyinden saatte 60-80 lt suyu devrettirecek kapasitede seçilebilir.

b) Pompanın Gücü: Pompanın gücünü etkileyen başlıca faktörler;

- Kolektörlerle depolama tankı arasındaki yükseklik (m),
- Pompanın debisi (lt/sn)
- Kritik devredeki kolektör, boru ve bağlantı elemanlarındaki sürtünme kayıpları (mSS)

Bu faktörlere bağlı olarak pompanın gücü aşağıdaki eşitlikten bulunur.

$$N = \frac{H_m \times Q_p \times g}{\eta} \text{ Watt}$$

N : Pompanın gücü (watt)

H_m : Toplam manometrik yükseklik (mSS)

Toplam manometrik yükseklik, depolama tankı ile kritik devredeki kolektör arasındaki yükseklik ve sürtünme kayıplarının toplamıdır. Kritik devredeki sürtünme kayıpları toplam yüksekliğin %10-15'i alınabilir.

Q_p : Pompa debisi (lt/sn)

g : Yerçekimi ivmesi

η : Pompa verimi (%70-80 alınabilir.)

Kolektörlerin Yüzey Alanı: 74,23419431 m²

Pompa Debisi(Q_p) = 80 * 74,23419431 = 5938,735545 lt/h = 5938,735545 / 3600 = 1,65 lt/sn

Toplam manometrik yükseklik (H_m) = 15 + (15*0,15) = 17,25 mSS

(boru sürtünme dirençleri toplam yüksekliğin %15'i alınmıştır.)

Bu değerlere göre pompanın gücü (N):

$$N = \frac{H_m \times Q_p \times g}{\eta} = \frac{17,25 \times 1,65 \times 9,81}{0,70} = 398,88 \text{ Watt}$$

Uygulamada 400 Watt alınabilir.

23. Ana boruların çapları (d):

$$d = 60 * Q_p^{0.4} = 60 * (1,65)^{0.4} = 73,3 \text{ mm} \sim 74 \text{ mm}$$

d = 74 mm (3") alınmıştır.

24. Depolama Tankı Hacmi:

$$V_{de} = \frac{M (t_k - t_s)}{(t_u - t_k) + (t_k - t_s)} \text{ litre}$$

V_{de} : Depolama tankının hacmi (litre)

M : (t_k) sıcaklığında kullanma sıcak suyu ihtiyacı (lt/gün)

t_k : Kullanma suyu sıcaklığı (°C)

t_s : Şebeke suyu sıcaklığı (°C)

t_u : Suyun depolama tankında yükseldiği üst sıcaklık (°C). Bu sıcaklık 70°C kabul edilebilir.

M : 4200 kg/gün = 4200 litre/gün

$t_k : 45^\circ\text{C}$

$t_s : 15,9^\circ\text{C}$

$t_u : 70^\circ\text{C}$

$$V_{de} = \frac{4200 (45-15,9)}{(70-45)+(45-15,9)} = 2259,149723 \approx 2260 \text{ litre}$$

25. Toplayıcı Yerleştirilmesi:

Büyük sistemlerde, belli bir yüzeye yerleştirilen toplayıcıların birbirini gölgelememeleri için, eğimlerine bağlı olarak aralarında belli bir mesafe bırakılmalıdır. Toplayıcıların eğimi S ve uzunluğu L_t ise birbirini gölgelememesi için aralarındaki mesafe;

$$b \geq \frac{\sin (\gamma_{\min} + s) L_t}{\sin \gamma_{\min}} \text{ olmalıdır.}$$

Sıcak su sistemleri için senenin ortalama günü esas alınır.

$$\gamma_{\min} = (\pi / 2) - e$$

e : Enlem derecesi (Edirne için $41^\circ 40'$)

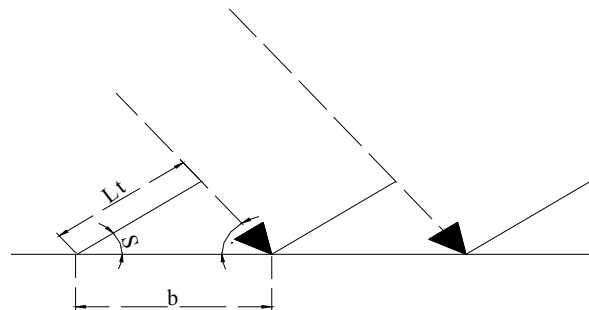
Buradan;

$$b = \sin [(\pi / 2) - e + S] L_t / \sin e = \cos (e - S) L_t / \sin e$$

$$b = \cos (41^\circ 40' - 37^\circ) 2,037 / \sin (41^\circ 40')$$

$$b = 3,053940651 \text{ m}$$

$$\gamma_{\min} = (\pi / 2) - e = (90^\circ - 41^\circ 40') = 48^\circ 20'$$



$$L_t = 2,037 \quad b = 3,054 \quad \gamma_{\min} = 48,3 \quad S = 37$$

26. Sistemde kolektörler, büyük tesis olduğu için Seri-Paralel Bağlantı yapılmıştır.

27. Sistemde ısı taşıyıcı akışkan olarak İnhibitörlü Su kullanılmaktadır.

28. Sıcak su deposu:

Tipi: Silindirik

Malzeme: Paslanmaz çelik sac

Depo Hacmi: 4454,051659 lt

Uygulamada Depo Hacmi 4500 lt seçilebilir.

Yalıtım: 8 cm cam yünü (Standartlarda 80 mm'den az yalıtım istenmemektedir)

29. Boyler Seçimi:

Boyer seçimi günlük sıcak su tüketimine göre aşağıdaki ampirik formül ile yapılabilir:

Boyer Kapasitesi (lt) = Günlük sıcak su tüketimi * (istenilen su sıcaklığı / 60)

Boyer Kapasitesi (lt) = 4200 lt/gün * (45° / 60°)

Boyer Kapasitesi (lt) = 3150 lt / gün

Uygulamada Boyler Kapasitesi 4000 lt/gün seçilebilir.

30. Genleşme Tankı Seçimi:

Kapalı genleşme tankı hacmi kolektör başına 1.5 litre olarak seçilebilir.

Kolektör sayısı 36 olduğuna göre

Kapalı genleşme tankı hacmi : 36 * 1.5 litre = 54 litre

Uygulamada Genleşme Tankı 80 lt seçilebilir.

Not: Isıtma tesisatlarında açık genleşme depoları hem yerleşme problemi, hem de işletmedeki problemler nedeniyle yerini kapalı genleşme depolarına bırakmaktadırlar. Kapalı genleşme depoları kazan dairelerinde bulunur. Bu durum hem sürekli kontrol edilebilmeyi, hem de donmayı önler.