

# GÜNEŞ ENERJİSİNİN AKTİF SİSTEMLERLE ISITMA AMAÇLI KULLANIMI

Gülden GÖKÇEN GÜNERHAN

Ege Üniversitesi, Güneş Enerjisi Enstitüsü

1968 yılında İzmir'de doğdu. 1990 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü. Termodinamik-Enerji Ana bilim Dalından Makina Mühendisi unvanı ile mezun oldu. Aynı yıl Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü, Enerji Teknolojisi Anabilim Dalında Yüksek Lisans öğrenimine başladı. 1992 yılında Prof. Dr. Gürbüz Atagündüz gözetiminde "Pasif Direkt Kazanç Yönteminde Zamana ve Yere Bağlı Sıcaklık Profilleri Üzerine Deneysel ve Teorik İncelemeler" isimli Yüksek Lisans tezini tamamlayarak "Yüksek Mühendis" unvanı aldı. Ardından Güneş Enerjisi Enstitüsü'nde doktora öğrenimine başladı. 1991 yılından itibaren de aynı enstitüde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır.

## ÖZET

Enerji sorununun önem kazandığı günümüzde yeni enerji kaynaklarına ve bunların kullanımına olanak sağlayan ısıtma sistemlerine yönelik çalışmalar hızla artmaktadır. Bu çalışmada, güneş enerjisinin aktif sistemlerle ısıtma amaçlı kullanımı konusu ele alınmıştır. Aktif ısıtma sisteminin tanımı, havalı ve sıvılı güneş kolektörlerinin hacim ısıtma sistemlerinde kullanımı, sistem elemanları, ısı pompaları gibi ısıtma sistemine yardımcı elemanlar, döşemeden ısıtma sistemine güneş enerjisinin kullanımı ve Türkiye'de güneş enerjisi ile ısıtma sistemlerinin kullanımı konuları ayrı ayrı açıklanmıştır.

## 1. GİRİŞ

1973 yılında ortaya çıkan enerji bunalımından sonra enerji konusu dünyada ve Türkiye'de büyük önem kazanmıştır (1). Ülkemizde toplam enerji tüketiminin sektörel dağılımında konut ve diğer hizmet binalarında tüketilen enerji 1992 yılı itibarıyla ortalama %30.23 civarındadır (2). Konutlarda kullanılan enerjinin %90'ının ısıtma amacıyla kullanıldığı göz önüne alınırsa yenilenebilir enerji kaynakları ve enerji tasarrufu konusunda ısıtmada kullanılan enerji öncelik kazanmaktadır (1). Son yıllarda yenilenebilir enerji kaynakları, çevre kirliliğini önlemeleri ve düşük işletme maliyetleri nedeniyle de konvansiyonel enerji kaynaklarına tercih edilmektedirler. Bunlardan hacim ısıtmasında en yaygın olarak kullanılanları güneş enerjisi ve jeotermal enerjidir.

Konut ısıtmasında ikinci önemli konu, istenilen oda içi ısıtma konfor koşullarının sağlanmasıdır. Enerjinin ekonomik kullanımı ve oda içi ısıtma konfor koşullarının sağlanmasında, uygulanan ısıtma sistemlerinin önemli ölçüde katkısı vardır (3).

Hacim ısıtma amacıyla kullanılan 4 tip konvansiyonel ısıtma sistemi vardır.

### 1- Ilık Hava Sistemleri:

Isı kaynağı olarak bir ısı depolama fırınına sahiptirler. Ilık hava, hava kanalları ile bir fan yardımıyla hacimlere dağıtılır.

### 2- Sıcak Sulu Isıtma Sistemleri:

Suyu ısıtmak için bir boylere ve ısıtılmış suyu hacimlere dağıtmak için dağıtım borularına sahiptirler. Hacim içerisinde ya radyatörler ya da radyan ısıtma panelleri kullanılır. Bazı sistemlerde su doğal taşınım ile dolaşır fakat çoğu sıcak su sisteminde zorlanmış taşınım geçerlidir.

### 3- Buharlı Isıtma Sistemleri:

Sıcak su sistemlerine benzer. Yakın geçmişte buharlı ısıtma sistemleri çok yaygın olarak kullanılmaktaydı, fakat günümüzde bu sistem diğer sistemlerle yer değiştirme durumundadır.

### 4- Elektrikli Isıtma:

Her hacimde ayrı ısıtma ünitesi kullanılır. Bunlar; radyan ısıtma panelleri, levha tipi ısıtıcılar veya zorlanmış hava ısıtıcıları olabilir.

İlk üç tip ısıtma sistemi ısı kaynağı açısından büyük bir çeşitliliğe sahiptir. Gaz, petrol, kömür yakıcıları, elektrik rezistans elemanları, ısı pompaları hatta odun yakıcılarının hepsi yaygın olarak kullanılan ısı kaynaklarıdır. Güneş kolektörleri de bu listeye eklenebilir (4).

Alternatif enerji kaynaklarının konut ısıtmasında kullanımı, halen kullanılmakta olan, konvansiyonel yöntemlerle ısıtılmış sıcak hava ve sıcak su sistemlerinin yanında, yeni ısıtma sistemlerinin (döşemeden ısıtma, tavandan

ısıtma, pasif ısıtma vb.) geliştirilmesine de olanak tanımaktadır. Bu ısıtma sistemleri konutların iyi yalıtılmaları, yönlendirilmeleri ve projelendirilmeleri durumunda başarılı sonuçlar vermektedir (5).

## 2. GÜNEŞ ENERJİSİ İLE HACİM ISITMA SİSTEMLERİ

Binalarda güneş enerjisi uygulamalarında iki tür uygulama yaklaşımı vardır. Bunlar aktif ve pasif ısıtma sistemleridir. Aktif sistemde; güneş enerjisi toplayıcıları, depolama birimleri, enerji transfer mekanizmaları ve enerji dağıtım sistemleri (pompa, fan) kullanılır. Bu tip bir sistemde genelde bir veya birden fazla çalışma akışkanı, toplanan güneş enerjisinin transfer, depolama ve dağıtımında kullanılır. Çalışma akışkanları fan ve/veya pompa yardımıyla dolaştırılır (6).

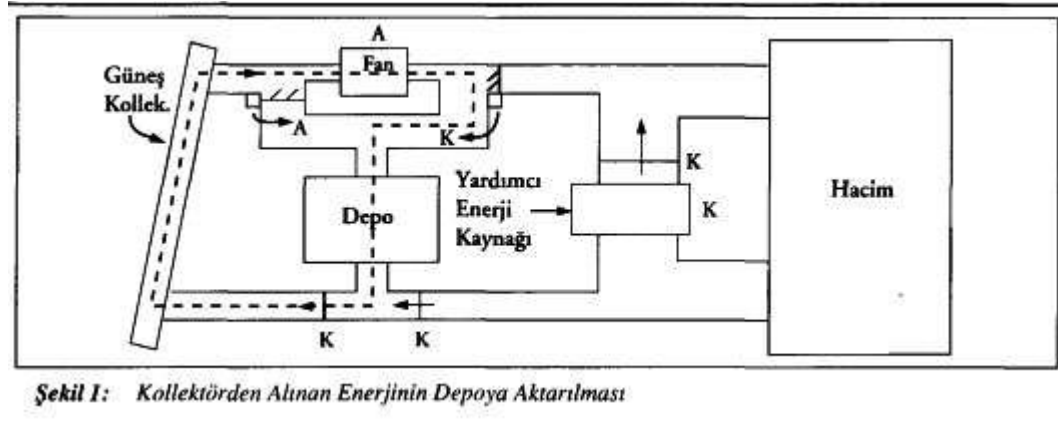
Genelde güneş enerjisi, hacim ısıtmasında ekonomik olarak toplamın %30-50'si kadar katkıda bulunabilir. Bugün ısı enerjisinin %60'ı, 100°C'nin altındaki sıcaklıklarda tüketilmektedir. Güneş enerjisi de genelde 100°C'nin altındaki sıcaklıklarda verimli ve etkin olabilmektedir. Özellikle yüksek enlem bölgelerinde kış aylarında sıcaklık gereksinimi arttığı, elde edilebilen enerji azaldığından ve güneş enerjisinin sürekli bir enerji kaynağı olmaması nedeniyle güneş enerjisi sistemlerini destek ısıtma sistemleriyle birleştirmek ve/veya depolama tesisatı eklemek zorunluluğu vardır (7).

Binaların güneş enerjisi sistemleriyle konforlu ısıtılması pek çok bakımdan su ısıtma sistemlerine benzer. Sistemdeki temel elemanlar; kollektör, depolama ünitesi, ısıtılacak binanın ısı yükü ve yardımcı enerji kaynağıdır. Dizayn, güneş enerjisi ve yardımcı enerjinin optimum kombinasyonu ile gerçekleştirilir.

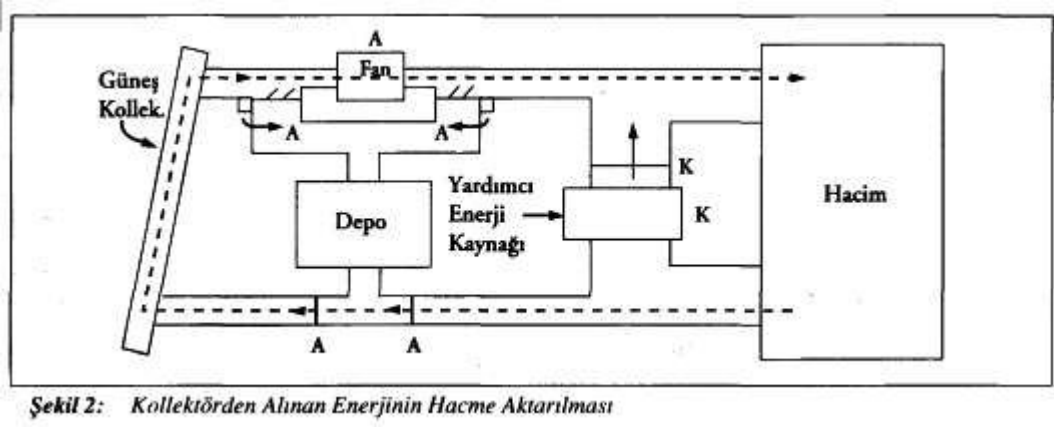
Aktif güneş enerjisi sistemlerinin amacı, bir akışkanı kollektör kullanarak ısıtmak, ihtiyaç oluncaya kadar ısıtılmış akışkanı depolama ünitesinde depolamak, bir kontrol mekanizması yardımıyla ısıtılacak hacimlere bu enerjiyi dağıtım ekipmanları aracılığı ile sağlamaktır (8).

Enerjinin sistemden çıkış şekline bağlı olarak güneşli sistemlerde 4 basit çalışma şekli kullanılabilir. Şekil 1-4 arasında havalı bir ısıtma sistemi örnek alınarak bu 4 çalışma şekli gösterilmiştir.

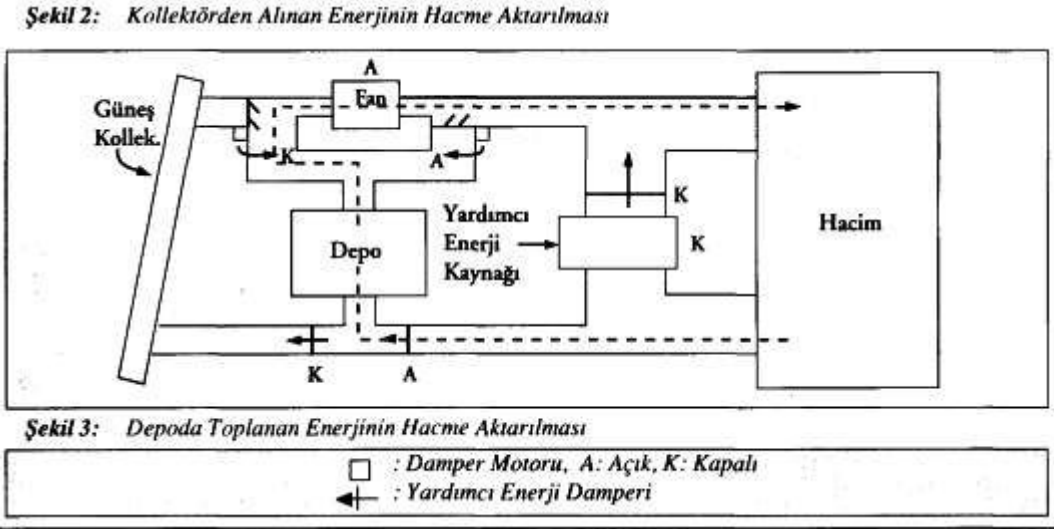
1- Eğer güneş enerjisi var ve binanın da ısıya ihtiyacı yoksa, kollektörden olan enerji kazancı depoda toplanır (Şekil 1).



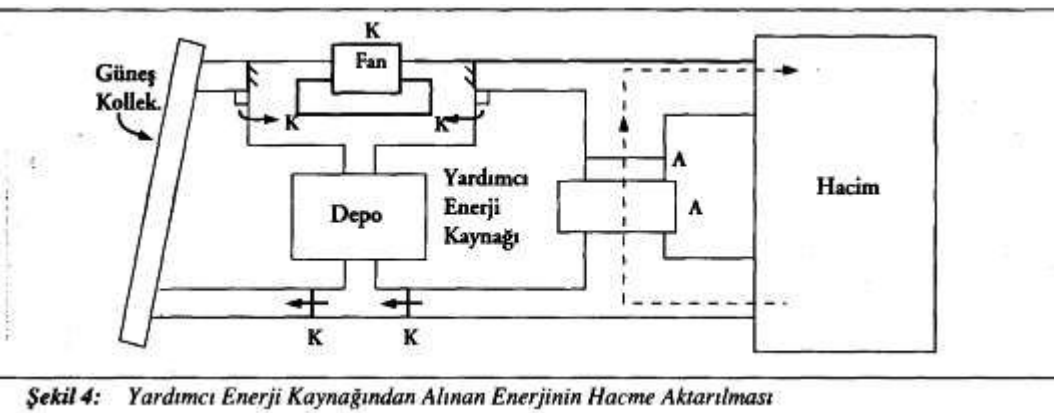
2- Eğer güneş enerjisi var ve binanın da ısıya ihtiyacı varsa, kollektörden olan enerji kazancı binanın ihtiyacını karşılamada kullanılır (Şekil 2).



3- Eğer güneş enerjisi yok, binanın ısıya ihtiyacı var ve depolama ünitesinde enerji depolanmış ise depolanan enerji binanın ihtiyacını karşılamada kullanılır (Şekil 3).



4- Eğer güneş enerjisi yok, binanın ısıya ihtiyacı var ve depolama ünitesinde enerji tükenmiş ise yardımcı enerji binanın ihtiyacını karşılamada kullanılır (Şekil 4).



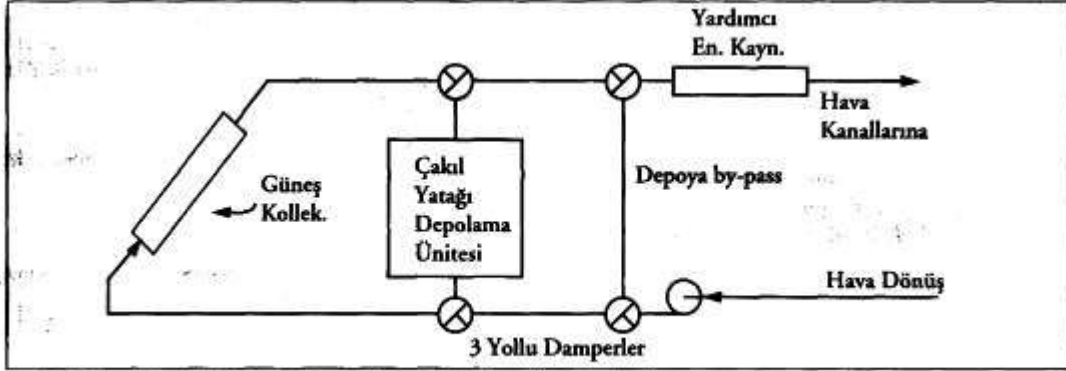
Depolama ünitesi tamamen ısıtılmış, binanın ısıya ihtiyacı yok ve kolektör gece gök radyasyonuna maruz ya da gündüz güneş yok ve çevre sıcaklığı kolektör ve depo sıcaklığından düşükse sistem ters çalışır bu kez enerji

kaybeder. Bunu önlemek için, ısıya ihtiyaç olmadığı zamanlarda devreye girecek bir sıcak su sağlama ünitesi eklenebilir.

Güneş enerjili ısıtma sistemleri ve ekipmanlarının dizaynı, gelişimi, üretimi, satışı ve montajı 1970'ten beri giderek gelişen bir endüstri oluşturmuştur (8).

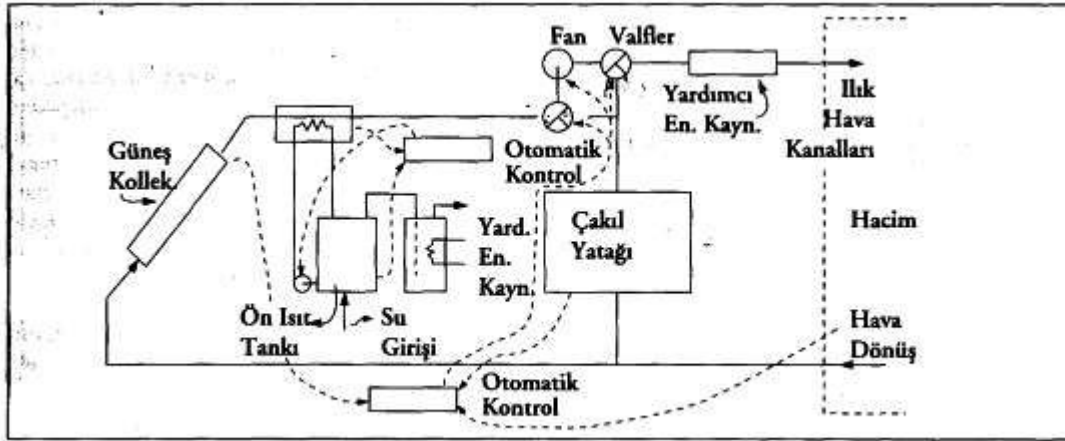
### 3. HAVA AKIŞKANLI DÜZLEMSEL GÜNEŞ KOLLEKTÖRLERİ İLE HACİM ISITMA

Şekil 5'te ısı transferi akışkanı olarak hava kullanılan, çakıl yatağı depolama ünitesi ve yardımcı ısıtıcıya sahip basit bir güneşli ısıtma sistemi şematik olarak verilmiştir. Damper pozisyonlarına göre çeşitli işletme koşulları oluşturulabilir. Gerekli ısı yükü kollektörlerden karşılanamazsa yardımcı ısıtıcı devreye girer ve sistemle kombine çalışır. Bu sistem konfigürasyonunda kollektöre ve depolama ünitesine by-pass yapılabilir.



Şekil 5: Basit Bir Havalı Isıtma Sisteminin Şematik Gösterimi

Hava ısıtmalı kollektör sistemi için daha detaylı bir şema Şekil 6'da verilmiştir. Tablo 1'de ise bu tip ısıtma sistemlerinin dizayn parametreleri verilmiştir.



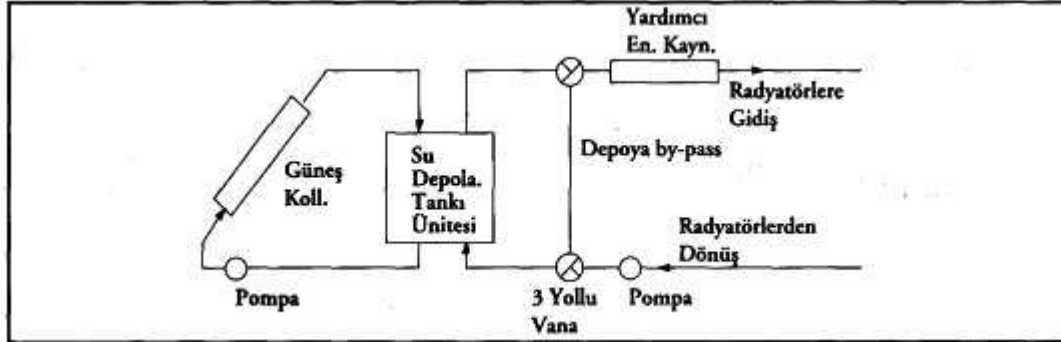
Şekil 6: Isı Transfer Akışkanı Olarak Hava Kullanılan Bir Güneşli Isıtma Sisteminin Detaylı Gösterimi

<b>Tablo 1: Güneşli Hava Isıtımlı Sistemler İçin Tipik Dizayn Parametreleri</b>	
Kollektör Hava Akış Hızı	5-20 lt/m <sup>2</sup> s
Kollektör Eğimi	( $\Phi$ +15) $\pm$ 15 °
Kollektör Yüzey Azimut Açısı	0 $\pm$ 15 °
Depo Kapasitesi	0.15-0.35 m <sup>3</sup> çakıl/m <sup>2</sup>
Çakıl Boyutları	0.01-0.03 m
Akış Doğrult. Yatak Uzunluğu	1.25-2.5 m
Basınç Düşümleri:	
Çakıl Yatağı	55 Pa min.
Kollektörler	50-200 Pa
Kanallar	10 Pa
Çakıl Yatağına Havanın Max. Giriş Hızı (50 Pa Basınç Düşümünde)	4 m/s
Su Ön Isıtma Tank Kapasitesi	1.5xKonv. Su Isıt.

Hava ısıtım sistemlerinin sivil sistemlere göre avantajları; kollektörlerdeki donma ve kaynama problemlerinin ortadan kalkması ve korozyon problemlerinin azalmasıdır. Dezavantajları ise sistem dikkatli dizayn edilmezse akışkan pompalama harcamaları yükselir, büyük depolama hacmi gerektirir ve sistemde dolaşan havayı geri toplamak zordur. Hava ısıtım sistemlerinin kontrolü zor olduğu için kollektörlerden ve kanallardan sızan ısınmış hava, sistemden önemli bir enerji kaybına neden olur (8).

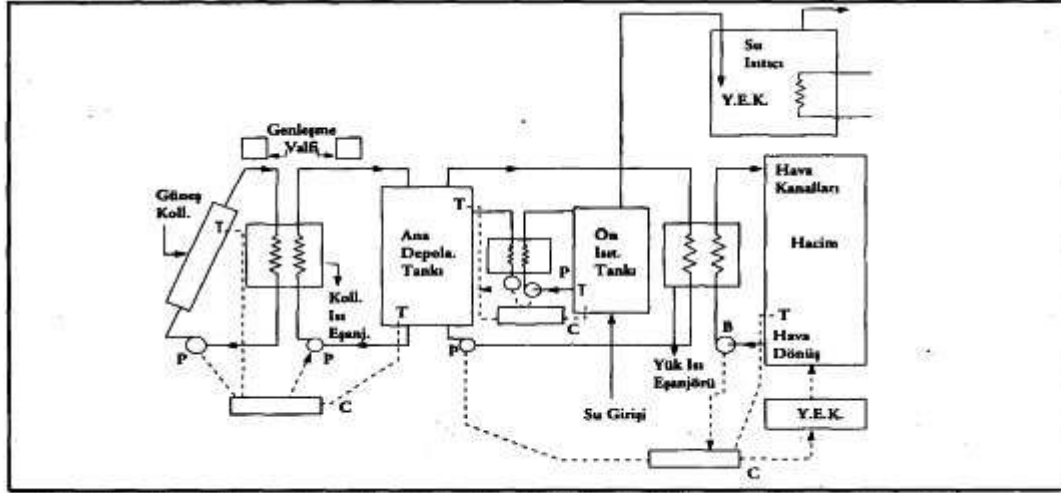
#### 4. SİVİLİ DÜZLEMSEL GÜNEŞ KOLLEKTÖRLERİ İLE HACİM ISITMA

Şekil 7'de su depolama tankı ve yardımcı enerji kaynağına sahip basit bir su ısıtım sistemi şematik olarak verilmiştir. Bu sistem, bir yandan sistemin depolama bölümü-güneş kollektörü kısmı ile depo-yardımcı ısıtıcı-yük bölümlerinin bağımsız kontrolüne izin verirken, diğer yandan sıcak su hazırlama sistemlerinde olduğu gibi kollektörde ısıtılan su depoda toplanırken aynı anda binanın ısı yükü için depodan sıcak su çekilebilir.



Şekil 7: Basit Bir Sıvı Isıtma Sisteminin Şematik Gösterimi

Sıvı esaslı bu sistemin daha detaylı bir şeması Şekil 8'de verilmiştir. Şekilde görülen kollektör ısı değiştirgeci, kollektör ile depolama tankı arasında gösterilmiştir. Bu, kollektör hattında antifiriz kullanımına izin verir. Genleşme valileri, yüksek sıcaklıklarda kollektörden fazla enerjinin atılması için kullanılır. Yük ısı değiştirgeci ise, enerjiyi tanktan alıp ısıtılacak hacme verir. Bu tip sistemler için dizayn parametreleri Tablo 2'de verilmiştir.



Şekil 8: Güneşli Sıvı Isıtılmalı Bir Sistemin Detaylı Gösterimi. P:Pompa , C: Otomatik Kontrol, T: Sıcaklık Sensörü, B: Fan, Y.E.K.: Yardımcı Enerji Kaynağı

Tablo 2: Güneşli Sıvı Isıtılmalı Sistemler için Tipik Dizayn Parametreleri	
Kollektör Akış Hızı	0.010-0.020 kg/m <sup>2</sup> s
Kollektör Eğimi	( $\Phi + 15^\circ$ ) $\pm 15^\circ$
Kollektör Yüzey Azimut Açısı	0 $\pm 15^\circ$
Kollektör Isı Değiştirgeci	$F_R/F_{R0} > 0.9$
Depo Kapasitesi	50-100 lt/m <sup>2</sup>
Yük Isı Değiştirgeci	$1 < \frac{1}{UA} \frac{C_{min}}{h} < 5$
Su Ön Isıtma Tank Kapasitesi	1.5xKonv. Isıt. Kap.

Şekilde görülen yük ısı değiştirgeci, büyük sıcaklık düşümlerinden ya da tank ve kollektör sıcaklıklarının büyük miktarda artışından korunmak için uygun şekilde dizayn edilmelidir.

Sivili sistemlerin avantajı, yüksek FR (Kollektör verim faktörü), küçük depo hacmidir.

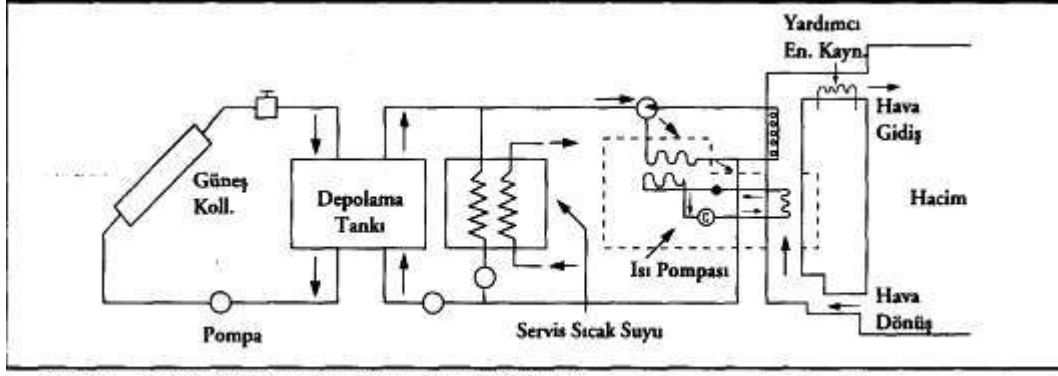
Sistemde su kullanılması problemler oluşturur. Kollektörlerin donma sorunu vardır. Güneşli ısıtma sistemlerinde kullanılan sıvılar, sistemi diğer konvansiyonel sistemlere göre daha düşük sıcaklıklarda çalıştıracığından daha büyük ısıtma yüzeylerine ihtiyaç doğar. Bahar aylarında güneşli ısıtıcılar yüksek sıcaklıklarda çalışır. Basınç artışı ve kaynamaya sebebiyet vermemek ve korozyon problemlerini önlemek için enerjiyi kısmak gerekir (8).

## 5. GÜNEŞ ENERJİSİ-ISI POMPASI SİSTEMLERİ

Isı pompaları, mekanik enerjiyi ısı enerjisine çeviren sistemlerdir ve elektrikle ısıtmaya nazaran 3-6 misli daha iyidirler. Çevre kirliliğine neden olmamaları, aynı tesisatla hem ısıtma hem soğutma yapabilmeleri ve endüstriyel uygulamalarda kullanılabilmeleri gibi özellikleri nedeniyle son yıllarda üzerinde yoğun çalışmalar yapılan bir konu haline gelmişlerdir (9). Elektrik kaynaklı ısı pompalı ısıtma sistemleri, elektrikli ısıtıcılar ve pahalı yakıtlara bir alternatif olarak geniş bir ilgi uyandırmıştır. İki avantajı vardır. Birincisi, COP (Isıtma kapasitesi/Elektrik girdisi) bütün ısıtma sistemlerinden büyüktür; diğeri, yazın air condition sistemi olarak kullanılabilirler. Enerji kaynağı olarak hava ve su kullanılabilir (8).

Soğuk kış aylarında buharlaşma sıcaklığının, evaporatörü havalı olan sistemlerde şebeke suyu sıcaklığından düşük olması, yoğuşma sıcaklığının da elden geldiğince yüksek tutulması gerekliliği nedeniyle yoğuşma ve buharlaşma sıcaklıkları arasındaki fark büyür, bu yüzden kompresör daha sık devreye girer ki bu daha fazla elektrik enerjisi harcamak demektir. Bu nedenle, buharlaşma sıcaklığının başka bir kaynak yardımıyla yükseltilmesi gerekir ki, bu iş için en uygun kaynak güneş enerjisidir (1).

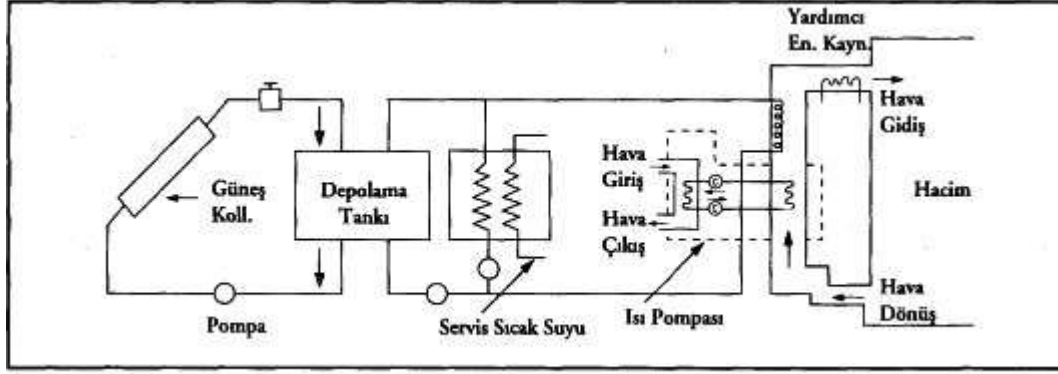
Güneş enerjisinin yetmediği anlarda devreye girecek yardımcı ısıtma sistemlerinden biri de ısı pompasıdır. Yüksek buharlaşma sıcaklıklarında ısı pompasının performansı iyidir. Güneş enerjisi sistemlerinden sağlanan enerji ile ısı pompasının evaporatör kısmı oluşturulur. Bu "seri sistem"lere bir örnek Şekil 9'da verilmiştir.



Şekil 9: Seri Bağlı Güneş Enerjisi-Isı Pompası Sistemi

Bu sistem, depo sıcaklığı yeterince yüksek olduğunda, binaya depodan direkt olarak enerji sağlanabilecek şekilde dizayn edilmiştir. Sistemde su-hava çiftli ısı pompası kullanılmıştır.

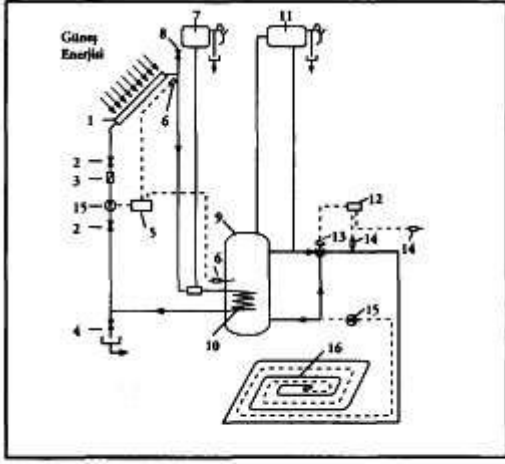
Şekil 10'da ise bir "paralel sistem" görülmektedir. Burada hava-hava ısı pompası kullanılmıştır. Bu sistem, konvansiyonel yardımcı enerjinin kullanıldığı bir ısıtma sistemine benzemektedir. Isı pompası, yardımcı ısıtıcı yerine kullanılmıştır (8).



Şekil 10: Paralel Bağlı Güneş Enerjisi-Isı Pompası Sistemi

## 6. DÖŞEMEDEN ISITMA SİSTEMİ

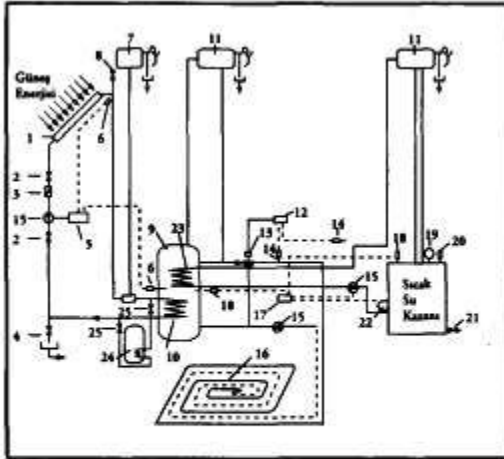
Döşemeden ısıtma sistemi, döşeme içine yerleştirilmiş ve içinden sıcak su geçen serpantin şeklindeki ısıtıcılar aracılığıyla uygulanan bir ısıtma şeklidir. Bu sistemin de, diğer sistemlere göre daha düşük hacim sıcaklığı ve çalışma akışkanı sıcaklıkları kullanıldığı için güneş enerjisi kullanımına uygundur (3). Döşemeden ısıtma sisteminde güneş enerjisi toplayıcıları ile belirli büyüklüklerde bir sıcak su deposunda su hazırlanır. Aynı anda ikinci bir dolaşım pompası aracılığı ile döşemeden ısıtma sistemine sıcak su gönderilir (Şekil 11). Direkt güneş enerjisi ile döşemeden ısıtma sistemi yanında, güneş enerjisine yardımcı ısıtma sistemleri de kullanılabilir.



**Şekil 11:** Güneş Kollektörlerinin Isı Kaynağı Olarak Kullanıldığı Döşmeden Isıtma Sisteminin Şematik Gösterimi

### Güneş Enerjisi Toplayıcıları+Sıcak Su Kazanlı Döşmeden Isıtma:

Bu sistemde güneş enerjisinin yetersiz olduğu zamanlarda sıcak su kazanı devreye girerek sistemin kesintisiz çalışmasını sağlar (Şekil 12).



**Şekil 12:** Güneş Kollektörleri+Sıcak Su Kazanı Kullanılan Döşmeden Isıtma Sisteminin Şematik Gösterimi (Sisteme Sıcak Su Hazırlama Birimi de Eklenm.)

### Güneş Enerjisi Toplayıcıları+Pasif Isıtma Teknikleri:

Güneşli günlerde pasif ısıtma tekniklerinin kullanımı ile, gündüzleri güneş enerjisi toplayıcıları ile sıcak su deposundaki enerji miktarı üst seviyelere ulaştırılır. Depolanan enerji geceleri ya da bulutlu günlerde enerji sağlanmasında kullanılır (5),

Güneş enerjisi sistemi ile çalışan mekanik tahrikli ısı pompasının döşmeden ısıtma sisteminde kullanımı Şekil 13'te verilmiştir. Isı pompasının buharlaştırıcı kısmı, yazın soğutmada kullanılırken yoğuşturucu kısmından da sıcak su elde edilir (10).



<b>DONANIMLAR</b>	
1- Güneş Kolektörü	14- Sıcaklık Duyar Eleman
2- Kapama Vanası	15- Dolaşım Pompası
3- Çek Valf	16- Döşemeden Isıtma Sistem Boruları
4- Boşaltma Vanası	17- Brülör Kontrol
5- Diferansiyel Termostat	18- Sıcaklık Duyar Eleman
6- Sıcaklık Duyar Eleman	19- Hidrometre
7- Genleşme Deposu (Toplayıcı Devresi)	20- Termometre
8- Havalık	21- Sıcak Su Kazanı Doldurma Vanası
9- Sıcak Su Deposu	22- Brülör
10- Isı Eşanjörü (Toplayıcı Devresi)	23- Yardımcı Isı Eşanjörü
11- Genleşme Deposu (Sıcak Su Deposu)	24- Sıcak Su Hazırlama Deposu (Kullanım için)
12- Üç Yollu Vana Kontrol Ünitesi	25- Sıcak Su Hazırlama Devresi Açma-Kapama Vanaları.
13- Üç Yollu Vana	

## 7. TÜRKİYE'DE AKTİF SİSTEMLERLE HACİM ISITMA UYGULAMALARI

Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyeli ve faydalanabilecek yerler göz önüne alınırsa, komşu ülkelere göre güneş enerjisi uygulamalarının çok az olduğu söylenebilir, tik yatırım maliyetlerinin yüksek olması ve devlet tarafından desteklenmemesi kullanıcı sayısını arttırmamaktadır.

Türkiye'de hacim ısıtma sistemlerinin, yaygın olarak kullanılan sıcak su hazırlama sistemleri gibi ekonomik olduğu söylenemez. Türkiye'deki mekanların ısıtılması, Avrupa ülkelerinde olduğu gibi sıcak sulu sistemlerle yapılmaktadır. Bu tür bir sistemde, çalışma sıcaklığı 90/70°C olduğundan güneş enerjisinden yararlanmak çok zordur. Güneş enerjisinden ısıtma sistemlerinde yararlanabilmek için, çalışma sıcaklıklarının düşürülmesi gerekir. Bu da radyatör yüzeyini ve maliyeti artırır. Radyatörlü sıcak sulu hacim ısıtma sistemleri güneş enerjili ısıtma sistemleri için uygun değildir. Bu nedenlerle, güneş enerjili ısıtma sistemleri havalı ya da sıcak sulu panel ısıtmalı olmalıdır. Havalı ısıtma sistemleri Türkiye'de yeni gelişmektedir. Diğer yandan, ısıtma ihtiyacının olduğu aylarda güneş ışınımı şiddetinin düşük olması ve sürekli olmaması ilave ısıtma sistemini zorunlu kıldığından ilk yatırım maliyeti çok fazla olmaktadır.

Güneş enerjisi ile ısıtmada, geri ödeme süresi 20 yıldan fazladır. Kısaca belirtmek gerekirse, ülkemizdeki ısıtma sistemleri için güneş enerjisi henüz ekonomik değildir. Döşemeden ısıtma sistemi kullanılması, yeterli yalıtımın sağlanması, pencere oranının küçültülmesi ve çift cam kullanılması halinde ısıtma sistemlerinde de güneş enerjisi ekonomik olabilir (11).

## 8. SONUÇ

Güneş enerjisi, tek başına bir hacmin ısı ihtiyacının ancak %30-50'sini karşılayabilmektedir. Bu nedenle bir yardımcı enerji kaynağına ihtiyaç vardır.

Güneş enerjisinden yararlanma yüzdesini arttıracak ısıtma sistemlerinin geliştirilmesi ve enerji tasarrufu imkanlarının artırılması ile güneş enerjili hacim ısıtma sistemlerinin kullanımı da verimli ve ekonomik olacaktır.

## KAYNAKÇA

- 1- GÜNEŞ, M., SİVRİOĞLU, M., "Güneş Enerjisiyle Desteklenmiş Isı Pompalarının, Klasik Isıtma Sistemleriyle İlk Yatırım ve İşletme Giderleri Açısından Karşılaştırılması", Isı Bilimi ve Tekniği Dergisi, C:9, S:2,1986.
- 2- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Enerji Raporları, 1992.
- 3- GÖKÇEN, G., "Güneş Enerjisi ile Tabandan Isıtma Sistemi", Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü Dergisi, C.1, S.3,1991.
- 4- FISK, M.J., ANDERSON, H.C.W., Introduction To Solar Technology, Part 5, Addison-Wesley Publ. Co., 1982.
- 5- ÖZBALTA, N., GÜNGÖR, A., "Güneş Enerjisi Destekli Döşemeden Isıtmanın İzmir Koşullarında Tasarımı", Türkiye 5. Enerji Kongresi, Teknik Oturum Tebliğleri-2, Ekim 1990, Ankara.
- 6- GÜNGÖR, A., "Binaların Doğal Isıtma ve Soğutulması için Güneş Enerjili Pasif Sistemlerin Kullanımı ", Tesisat Mühendisliği Dergisi, TMMOB Mak. Müh. Odası, C.1, S.3, Temmuz 1993.
- 7- KILIÇ, J., (Çeviren), "Güneş Enerjisi", Birleşmiş Milletler Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Konulu Konferans'ın (1981) Hazırlık Komitesine Sunulan Raporun Çevirisi.
- 8- DUFFIE, J.A., BECKMAN, W.A., Solar Engineering of Thermal Processes, John Wiley&Sons, USA,1980.
- 9- YAMAN KARADENİZ, R., "Güneş Enerjisi Kaynaklı Isı Pompası için Geliştirilen Teorik Analiz Modeli", Isı Bilimi

ve Tekniği Dergisi, C.9, s.2,1986.

10- KILKIŞ, B., "Güneş Enerjisi ile Çalışan Absorbsiyonlu Isı Pompası ile Panel Soğutmada Enerji ve Yatırım Tasarrufu, 7. Enerji ve Enerji Tasarruf Semineri, TÜYAP, Ocak 1990.

11- KILIÇ, A., "Güneş Enerjisi ve Uygulamaları", Tesisat Mühendisliği Dergisi, TMMOB Mak. Müh. Odası, C.1, S.3, Temmuz 1993.