

PASİF GÜNEŞ SİSTEMLERİ

Prof. Dr. A. Nilüfer EGRİCAN

1970 yılında İTÜ Makina F a kütlesi'nde n Yüksek Mühendis olarak mezun olduktan sonra, bir yıl aynı fakültede. Termodinamik Kürsüsü'nde asistan olarak çalıştı. Daha sonra ABD'de University of Maryland'da doktoru yaparak, 1977'de doktor unvanı aldı. Bir yıl, aynı üniversitede ders veren Prof. Dr. Nilüfer Eğrican, yurda döndükten sonra İTÜ Makina Fakültesi'nde göreve başladı. 1983'de doçent, 1988'de profesör oldu. Halen İTÜ Makina Fakültesi Termodinamik ve Isı Tekniği Anabilim Dalı'nda öğretim üyeliğini sürdürmekte ve Türbülanslı Doğal Taşınım, Absorpsiyonlu Soğutma Sistemleri, Pasif Sistemler, Isı Pompaları ve Termodinamiğin 2. Kanunu konularında çalışmalar yapmaktadır.

Ar .Gör. Y. Müh. Hüseyin ONBAŞIOĞLU

1990 yılında İTÜ Makina Fakültesi'ni bitirdi 1993 yılında aynı bölümde master derecesi aldı. Halen İTÜ Makina Fakültesi Termodinamik ve Isı Tekniği Anabilim Dalı'nda araştırma görevlisi olarak çalışmaktadır.

1. Pasif Sistemler

Pasif güneş sistemleri, hiçbir ilave enerjiye ihtiyaç -göstermeden, binanın kışın ısıtılmasını ve /veya yazın soğutulmasını, tamamen doğal yollarla sağlayan sistemlerdir. Birçok pasif ısıtma sistemleri, güneş ışınımı toplamak amacıyla güneşe bakan saydam yüzeylerden, ısı depolamak amacıyla da binanın kütlesinden faydalanırlar. Pasif soğutma sistemleri ise genellikle geceleri olmak üzere, bina bünyesinden ısı atabilmek için ısıtım ve buharlaşma yoluyla ısı transferinden faydalanır(lı).

Pasif sistemlerin başlıca avantajları şunlardır;

1. Çalışmaları doğal yollarla gerçekleştiğinden bakıma ihtiyaç duymazlar
2. Çalışma prensipleri basit ve anlaşılır niteliktedir.
3. Uygun çalışma şartları altında, maliyetleri aktif sistemlerinkinden daha düşük olabilir.
4. Birçok pasif dizaynlar estetik açıdan çekicidirler; bu yüzden, daha çok rağbet görebilirler,
5. Her koşulda çalışmaya devam ederler, arıza yapmazlar.

Tüm bunlara karşın, pasif sistemlerin başlıca dezavantajı ise güneş ışınımı toplama ve depolama fonksiyonlarının büyük ölçüde mimari tasarıma bağlı olmasıdır. Ayrıca, saydam yüzeyler, geceleri meydana gelen ısı kayıplarını azaltmak amacıyla yalıtılmadıkları takdirde pasif sistemin verimi düşük olur. Bununla birlikte, bu yalıtım yapıldığı takdirde iyi dizayn edilmiş bir pasif sistemin performansı, en iyi aktif sistemlerle rekabet edebilecek düzeyde olur.

2. Güneş Isıtma Oranı

Güneş ısıtma oranı, olarak binaya sağlanan toplam enerjinin, binanın ısıtılması için gerekli olan enerji miktarına oranı şeklinde tarif edilebilir. Bir pasif bina için bu oran ne kadar büyük ise o binanın ısıtması için harcanan enerjiden o oranda tasarruf ediliyor demektir. Bununla birlikte güneş ısıtma oranının yüksek bir değere sahip olmasında en etkili faktörlerden birisi de yalıtımdır.

3. Pasif Sistem Elemanları

i) Saydam Yüzeyler:

Saydam yüzeyler, pasif sistemlerin en önemli elemanlarından biridir. Bu elemanlarda aranan başlıca özellikler; yağmur ve rüzgara karşı dayanıklılık, güneş ışınımı için yüksek geçirgenlik, buna karşın ısı geçişine karşı yüksek direnç, uzun ömür ve muhtemel kazalara karşı yüksek mukavemet. Öte yandan, saydam yüzeyler, tozlanma ve benzeri kirlenmeler yüzünden geçirgenlikleri %20 kadar azalabileceğinden düzenli aralıklarla temizlenmeleri gerekmektedir (2).

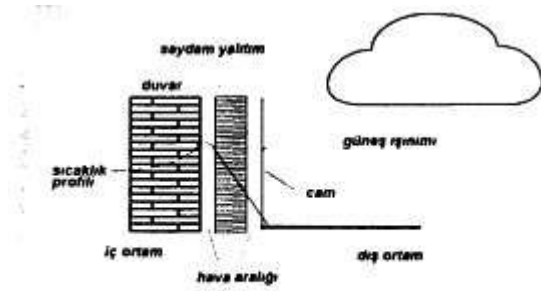
Saydam yüzey olarak cam veya plastik malzeme kullanılabilir. Bu iki malzemenin birbirlerine göre avantajları ve dezavantajları vardır. Örneğin, plastik malzemenin taşınması ve montajı daha kolaydır. Taşıma ve montaj esnasında olası bir kazada cam kadar kolay kırılarak tehlike yaratmaz. Buna karşın, ömrü cama kıyasla daha kısadır. Çünkü pastikler güneşten gelen ultraviyole ışınlarından ve ısı gerilmelerden etkilenirler; bu yüzden geçirgenlikleri zamanla azalır. Fakat, son zamanlarda geliştirilen plastik malzemelerde bu tür problemler büyük ölçüde aşılmıştır. Binalarda cam uygulamalardaki diğer bir husus ise camlı bölümün taban seviyesine kadar inmemesidir. Fakat, böyle bir durum ortaya çıktığı takdirde cam cidar kalınlığı ile cam yüzey alanı arasındaki oran belirli bir değeri sağlamalıdır (Tablo I) .

Tablo1. Tabana yakın yerlerde kullanılan camların yüzey alanlarına göre emniyet kalınlıkları [2].

Cam yüzey alanı (m ²)	Minimum kalınlık (mm)
0.2	3
0.5	4
0.8	5
2.5	6

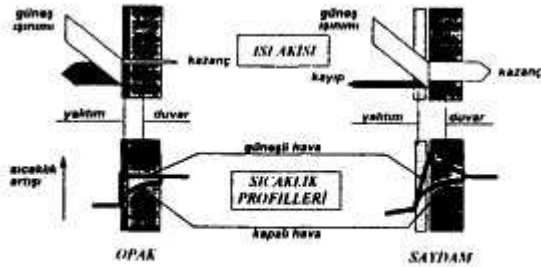
Avrupa da uzun süreden beri saydam yüzeyler konusunda yapılan çalışmalar sonucu çift cam teknolojisi geliştirilmiştir. Örneğin bunlardan bir tanesinde iki cam arası özel bir jel ile doldurulmakta ve bu jel, düşük sıcaklıklarda saydamlığını korumakta, fakat yüksek sıcaklıklarda (30 °C ve üzeri) süt beyazı bir renge bürünmekte, bu sayede güneş ışınlarını tamamen yansıtılmaktadır. Bir diğer örnekte, iki cam arası 'İnert Kripton Gazı' ile doldurularak camlı bölümün güneş ışınlarına karşı geçirgen, fakat ısı geçişine karşı oldukça yalıtkan olması sağlanmıştır.

Daha farklı bir dizaynda ise cam yüzeyleri özel bir plastik malzeme ile kaplanarak TIM (Transparent Insulating Materials) 'Saydam Yalıtım Malzemeleri' adı verilen saydam fakat ısı geçişine karşı oldukça yalıtkan malzemeler geliştirilmiştir. (Şekil 1) (2) Bu malzemelerin toplam ısı geçiş katsayısı, U, I W/m² K'den düşük buna karşın ışık geçirgenliği %70'den yüksektir (3).



Şekil 1. Saydam yalıtım malzemesinin genel çalışma prensibi

Konvansiyonel yalıtım malzemeleri, ısı geçişine karşı dirençli olmaları yanında güneş ışınımını geçirmeyen malzemelerdir. Öte yandan, saydam yalıtım malzemeleri, bir diyod gibi davranarak ısı ışınımına karşı yalıtkan, fakat güneş ışınımına karşı geçirgen olmaktadır. (Şekil 2) Bu sayede, hem güneş enerjisinden büyük ölçüde faydalanılmakta hem de dışarıya ısı kaybı önlenmektedir. Böylece, ısınmak amacıyla kullanılan fosil yakıtlardan önemli miktarda tasarruf edilmekte ve ayrıca çevre kirliliği de azaltılmış olmaktadır.



Şekil 2. Saydam ve opak malzemelerin fonksiyonlarının karşılaştırılması.

Saydam yalıtım malzemeleri iki ana gruba ayrılmışlardır;

1. Absorber yüzeye dik kaplamalar

2. Kuvasi - homojen yapı

1. Absorber yüzeye dik kaplamalar:

Bu yapıdaki malzemelerde saydam yalıtım, ışınım emici yüzeye dik olarak yerleştirilmiştir (Şekil 3). Örneğin, paralel levhalar, petek yapı ve kılcal yapılar: Bunlar, en çok kullanılan yalıtım malzemeleridir. En önemli avantajları; emici yüzeyden dışarıya yansıyan ışınımın tekrar emici yüzeye doğru yönlendirilmesidir. Bunlar arasında uygulamada en yaygın olarak kullanılan malzemeler, kılcal ve petek yapıya sahip malzemelerdir. Kılcal yapılar 1 mm ile 3 mm civarında çap büyüklüklerine sahip silindirik borulardan ibarettir. Petek yapı ise yaklaşık olarak kareye benzer kesitlere sahip birçok kanalın yan yana gelmesinden oluşmuştur. Her iki malzeme de üst sınır sayılan 15cm kalınlığa kadar üretilebilir, fakat yapılan çalışmalardan elde edilen sonuca göre optimum kalınlık 10 cm olarak tespit edilmiştir (3).

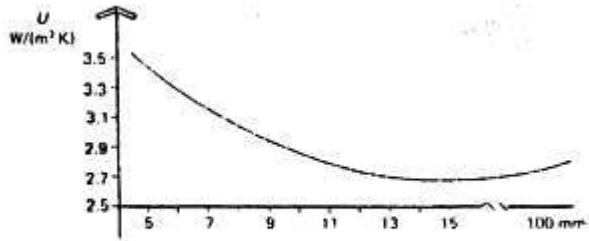
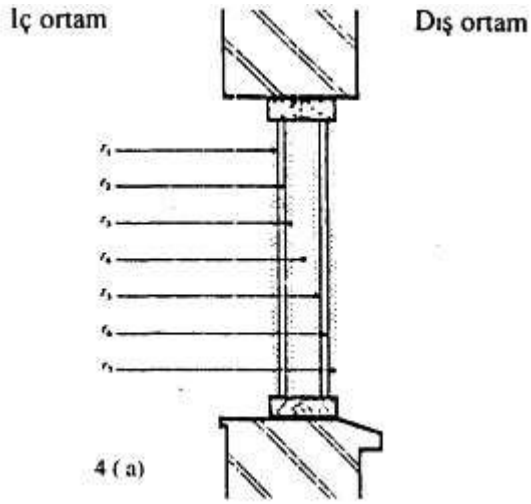
2 . Kuvasi -Homojen yapı:

Bu yapıdaki malzemelerde iki levha arası, iletkenliği düşük homojen bir malzeme ile doldurulmuştur. Kuvasi - homojen yapının iki tipi Fiber-glas ve Aerojeldir. Bu iki tip malzemedan Silika-Aerojel daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Silika-aerojel, 10 mm kalınlıkta mikro-gözeneklere sahip bir malzemedir Bu malzemenin en önemli dezavantajı kırılğan ve suya karşı hassas olmasıdır.



Şekil 3. Günümüzde kullanılan saydam yalıtım malzemelerinin gruplandırılması

Çift cam uygulamaları, ısı kaybını önlemek ve ses yalıtımını sağlamak amacıyla yapılmaktadır. Ses yalıtımı için geniş bir aralık gerektiği (örneğin 100 mm kadar) halde ısı yalıtımı için 15-25mm'lik bir aralık daha uygundur. Çift camlarda ısı yalıtımının yüksek bir değere sahip olması büyük oranda iki cam arasında kalan durgun havanın ısı direncinin yüksek olmasına bağlıdır. Buna göre iki cam arasındaki mesafe için optimum bir değer tespit edilmelidir. Bu aralık çok dar olduğu takdirde iletimle ısı kaybı artacak ayrıca ses yalıtımı sağlanamayacaktır. Aralık çok geniş olduğu takdirde ise arada bulunan havanın doğal sirkülasyonu artacak, böylece taşınım ile ısı kaybı da artacaktır. (Şekil 4b) (2).

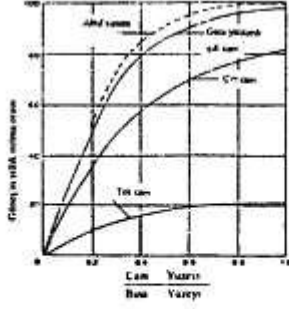


4 (b)

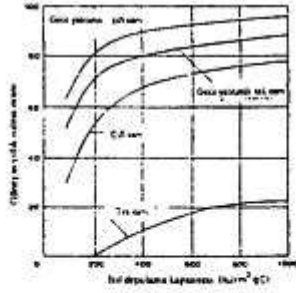
Şekil 4. Çift cam uygulaması

ii) Yalıtkan Örtüler ve Panjurlar

Yüksek yalıtım özelliğine sahip, gündüzleri güneş ışınlarının girişini engellemeyecek, gecelen ise dışarıya ısı kaybını önleyecek şekilde binanın iç veya dış tarafına yerleştirilmiş elemanlardır. Mevcut olan birçok çeşit arasından tasarıma en uygun olanı seçilip kullanıldığı takdirde ısı kaybı %30 oranında azaltılabilir. Şekil 5 (a) ve (b)'de tek cam, çift cam ve gece yalıtımı kullanılmasının etkileri açıkça görülmektedir. Buradan da görülebileceği gibi çift cam üzerine yapılan yalıtım tek cam üzerine yapılan yalıtıma göre daha az etkili olmaktadır (2) .



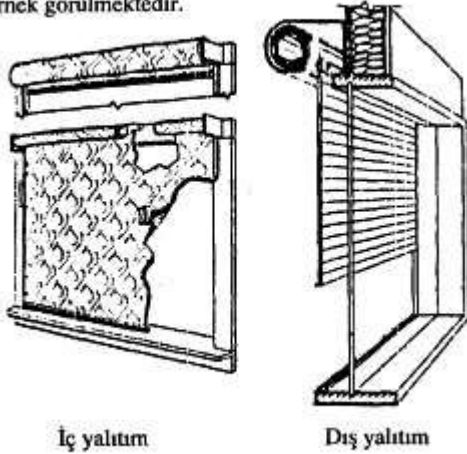
5 (a)



5 (b)

Şekil 5. Isı depolama kapasitesinin ve pencere alanının pasif ısıtma ömrüne etkisi [4]

Şekil 6'da ise içeriden ve dışarıdan yalıtıma ait birer örnek görülmektedir.



İç yalıtım

Dış yalıtım

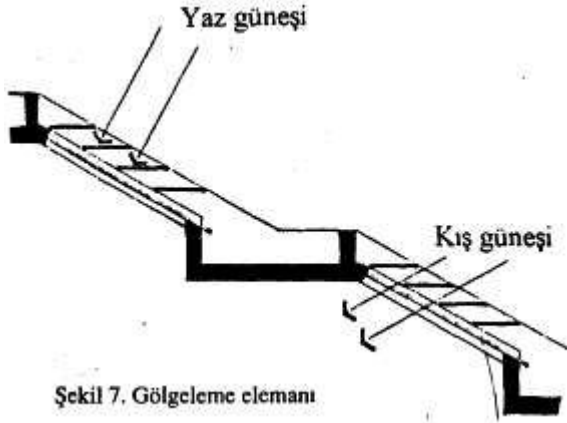
Şekil 6. İç ve dış yalıtım sistemleri.

iii) Gölgeleme

Kışın güneş ışınlarının içeriye girmesine müsaade edecek, yazın ise ışınların içeriye girmesini ve güneşin parlaklığını engelleyecek şekilde geliş açılı da göz önüne alınarak monte edilen elemanlardır (Şekil 7).

Fakat, amaç güneşin parlaklığından kaçınmak ise gölgeleme elemanını içeriden monte etmekte fayda vardır.

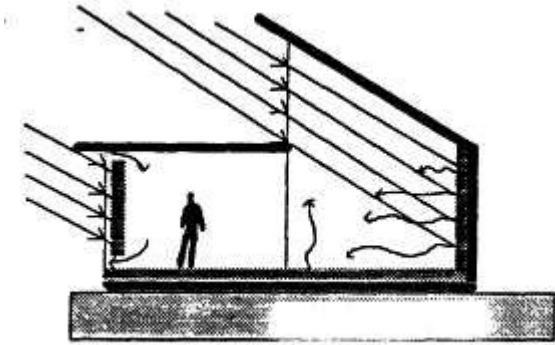
Çünkü gelen güneş ışınımı bu eleman tarafından absorbe edilecek ve depolanan ısı bir süre sonra oda içine verilecektir. Bunun sağlanabilmesi için de bu elemanların koyu renklerde seçilmesi gerekmektedir.



Şekil 7. Gölgeleme elemanı

iv) Isıl Depolama Elemanı

Binanın mimarisine uygun olarak tabanda, dış veya iç duvarda veya tavanda masif olarak inşa edilmiş elemandır. Bu elemanlar, yoğun güneş ışınımı bulunan saatlerde bir miktar ısı depolamakla bir yandan ortamda aşırı sıcaklık artışını engellemekte diğer yandan ise depolanan enerjiyi, geceleri ortama verip ısı denge sağlanmaktadır (Şekil 8).



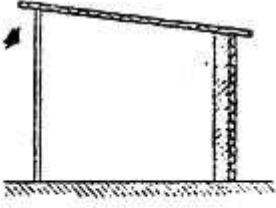
Şekil 8 Pasif sistemde ısı depolaması

4. Pasif Sistem Tipleri

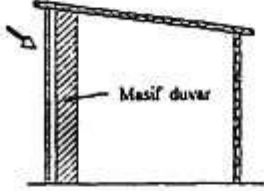
Pasif güneş sistemleri, genel olarak 6 gruba ayrılabilirler (4)

- (i) Direk Kazanımlı
- (ii) Sera Isıtmalı
- (iii) Konveksiyon kanallı
- (iv) Trombe/Su Duvarlı
- (v) Çatı Havuzlu
- (vi) Çatı kollektörlü

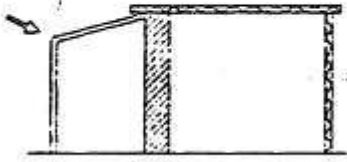
Şekil 9, 10 ve 11'de bunlardan üçü şematik olarak görülebilir.



Şekil 9 . Direk Kazanımlı Sistem.



Şekil 10. Trombe duvarlı sistem.

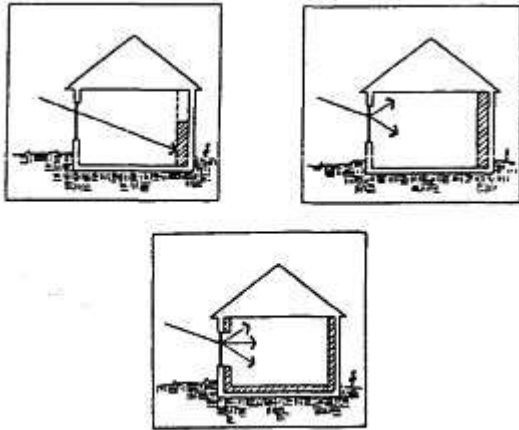


Şekil 11. Sera ısıtmalı sistem.

(i) Direk kazanımlı Sistemler

Direk güneş ışınımı kazanımlı sistemler, dünyada en yaygın olarak kullanılan pasif sistemlerdir. Çünkü direk kazanımlı sistem temelde basit bir pencereden ibarettir. Dolayısı ile maliyetleri diğer sistemlere göre daha düşüktür.

Bu sistemlerde, güneş ışınımı pencereden geçerek içeriye girer ve direk olarak tavana veya masif bir duvar üzerine düşer. Şekil 12 'de masif duvarın yerleştirilme tarzı ile ilgili üç alternatif dizayn görülebilir. Döşemede veya duvar olarak bulunan masif kütle güneş ışınımı sayesinde ısınarak sıcaklığı artar ve bunun sonucu olarak doğal taşımınla ortama ısı verir.



Şekil 12. Pencereye göre masif duvarın konumu.

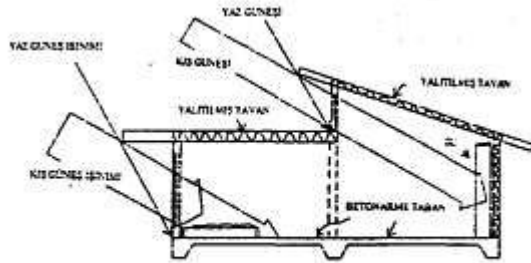
Güneş ışınlarının içeriye girmesine olanak veren (saydam) yüzeyler dikkatlice dizayn edilmediği takdirde kazanılan enerjinin büyük bir bölümü (özellikle geceleri) kayıp edilebilir. Bunu önlemek ve gece kayıplarını minimize edebilmek için (pencerenin) Güneye bakacak şekilde yerleştirilmesi, çift cam kullanılması ve en önemlisi, geceleri pencerenin yalıtılması faydalı olacaktır. Bu sayede sistemin verimi iyileştirilmiş olur (5).

Kuzey yarı kürede, kış aylarında, güneşin alçak pozisyonda bulunması (zenit açısının büyük olması) sebebiyle mekana daha fazla ışınım girebilmekte ve iç kısımlara daha rahat ulaşmaktadır. Yaz aylarında ise (zenit açısının küçük olmasından dolayı) dizayn sırasında çatılara ve pencerelerin üst kısımlarına özel olarak yerleştirilmiş aksesuarlar (çıkıntılar) sayesinde ışınımın büyük bir kısmının içeri girmesi engellenmektedir. Bu sayede aşırı ısınma tehlikesi ortadan kaldırılmış olmaktadır (Şekil 13).

Direk kazanımlı sistemlerde geceleri de ısıtma yapabilmek ve gün boyunca, ortamdaki, rahatsız edici sıcaklık dalgalanmalarını önlemek amacıyla, ısı depolama yapılabilir. Isıl depolama için kullanılan en yaygın elemanlar ise duvarlardır. Bu depolama yönteminin sağlıklı bir şekilde çalışması için duvar malzemeleri dikkatli seçilmelidir. Bina içinde homojen bir sıcaklık dağılımı elde edebilmek için duvarlardaki ısı geçişi ve sıcaklık dağılımları iyice analiz edilmelidir.

Birçok olumlu taraflarına rağmen, bu sistemlerin bazı dezavantajları da mevcuttur; Saydam malzeme olarak genellikle düz cam kullanıldığından mekan içinde yaşayanlar direk güneş ışınımından ve aşırı ışıktan rahatsız olabilirler. Ayrıca direk güneş ışığına maruz kalan mobilyalarda solma ve bozulma görülebilir.

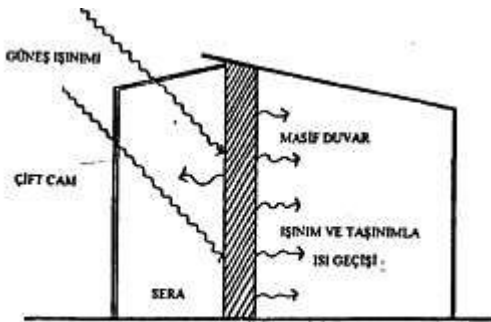
Diğer bir husus ise içeriye yüksek miktarda ışınım girdiği halde soğuk kış günlerinde pencere camının sıcaklığı oda sıcaklığının oldukça altına düşebilir ve mekan sakinlerinin ışınlama ısı kaybetmelerine sebep olabilir.



Şekil 13 Direk Kazanımlı pasif sistem.

(ii) Sera Isıtmalı Sistemler.

Basit olarak Güney duvarının önü camla kaplanmış kapalı bir hacimden ibarettir. Seralar iki yönlü kullanılabilirler. Bir yandan binanın pasif ısıtması sağlanıp diğer yandan sera içinde bitki yetiştirilebilir. Sera, ışınım toplayıcı görevi yanında binaya bitişik olarak duran sıcak bir hacim olması sayesinde binadan ısı kaybını azaltan bir yalıtım görevi de görmektedir. Bu tip dizaynlarda özellikle dikkat edilmesi gerekli husus; Yaz aylarında seranın aşırı ısınmasının önlenmesidir. Şekil 14'de bu sisteme ait bir örnek görülmektedir.

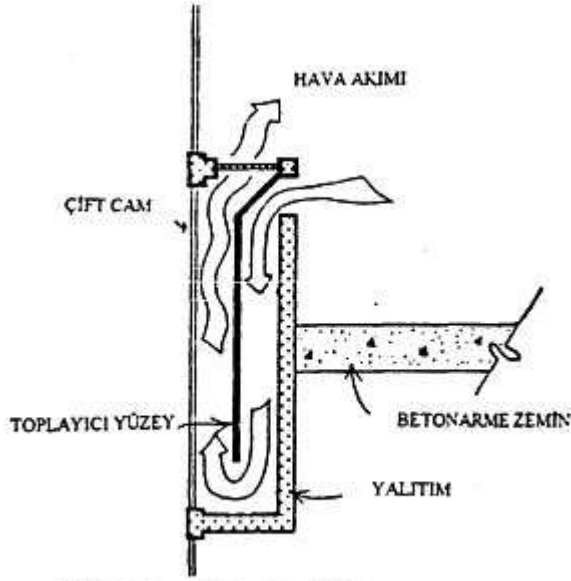


Şekil 14. Seralı pasif sistem

(iii) Konveksiyon Kanallı Sistem

Şekil 15 'den de görülebileceği gibi bu sistemlerde soğuk ve sıcak hava bir perdenin iki yanında akmaktadır. Genellikle ısı depolayıcı herhangi bir eleman bulunmaz; bu yüzden, daha çok gündüzleri ısıtma ihtiyacı gösteren

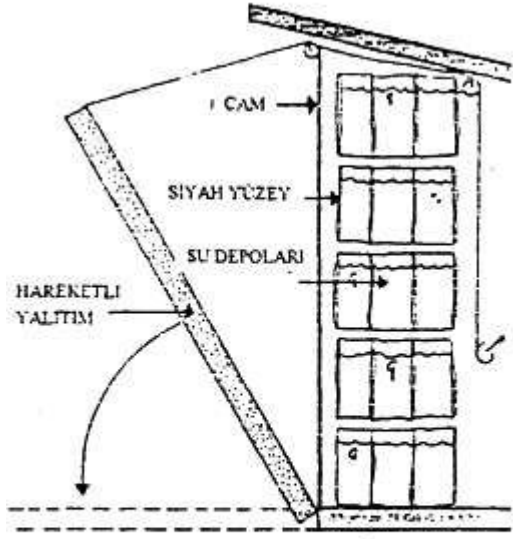
ofis tipi işyeri binaları için uygundur. Bazı uygulamalarda, bu sistem binanın doğu tarafına yerleştirilerek sabahları binanın erken saatlerde ısıtılması sağlanmaktadır.



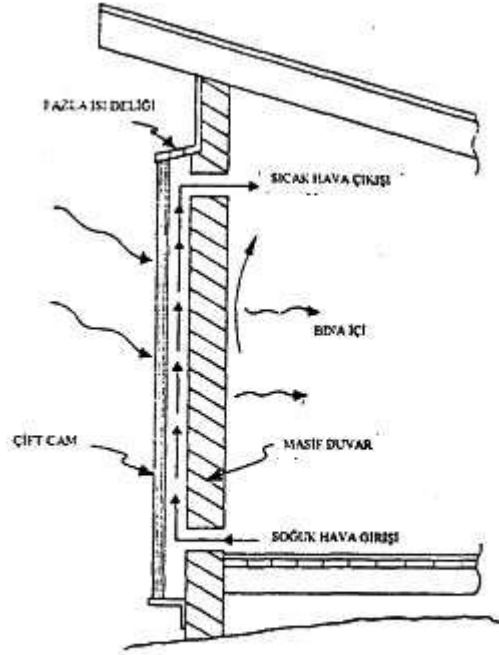
Şekil 15. Konveksiyon kanallı sistem

(iv) Trombe/Su Duvarları

Binanın, Güneye bakan ve masif olarak inşa edilmiş veya su depolarından oluşturulmuş duvarlardır. Dış tarafı, yüzeyle arasında belirli bir boşluk kalacak şekilde tek veya çift cam (vana saydam plastik malzeme) ile örtülmüştür. Duvar yüzeyine güneş ışınımı geldiği zaman duvar ısınır ve dolayısıyla camla duvar arasında bulunan havanın da ısınmasını sağlar Böylece sıcak hava yükselerek duvarın üst kısmındaki ventilasyon deliklerinden oda içerisine girer. Cam-duvar boşluğunu terk eden havanın yerini, odadan gelen ve duvarın alt kısmında bulunan deliklerden geçerek aralığa giren soğuk hava doldurur. Şekil 16 ve Şekil 17 'de bu duvara ait iki örnek görülebilir.



Şekil 16. Su Depolu Duvar



Şekil 17. Trombe Duvarı.

Su, diğer yapı malzemelerinden yaklaşık iki kat daha fazla ısı kapasiteye sahip olduğundan betonarme duvarla aynı hacme sahip içi su dolu metal kaplar daha fazla ısı absorbe edebilir. Buna ilaveten, su dolu kaplar içinde meydana gelen sirkülasyon nedeniyle sıcak yüzeyden soğuk yüzeye ısı transferi artacağından ışınlam alan yüzeyin aşırı derecede ısınması sonucu dışarıya olan ısı kaybı azalacaktır.

Bu tür duvarlarda ısı performansının iyileştirilmesi için dikkat edilmesi gerekli en önemli husus gece yalıtımıdır.

(v) Çatı Havuzları

İki amaçla kullanılmaktadırlar. Yazın çatıdan olan ısı kazancını önlemekte, kışın ise bir ısı deposu görevi görerek binanın ısıtımını sağlamaktadır. Bu sistemler daha çok, kara iklimine sahip bölgelerde verimli olarak çalışmaktadırlar (Şekil 18).



Şekil 18. Çatı Havuzlu sistem

(vi) Çatı Kolektörleri

Çatının en çok güneş gören alanı saydam malzemeden yapıp, buradan içeriye giren ışınlar sayesinde mekanın ısıtılması sağlanmaktadır. Diğer dizaynlara göre maliyeti oldukça düşüktür.

5. Pasif Sistem Dizaynı

Pasif güneş sistemi dizaynı, genel anlamda, binaların iklim şartlarına uygun şekilde dizayn edilmesi demektir. Pasif güneş sistemi dizaynında temel hedef, binanın güneş enerjisinden maksimum şekilde faydalanması ve ısı kaybının minimum düzeyde tutulmasıdır. Bu yüzden sistemin kurulması düşünülen bölgenin meteorolojik şartları ve coğrafi yapısı dikkatlice değerlendirilmelidir.

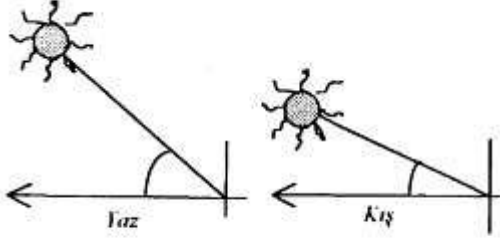
Örneğin, Kuzey Avrupa'da binaların birbirlerine oldukça yakın konumlarda bulunmalarının yanında bu bölgede güneş ışınlarının yatay düzlemle yaptığı açı oldukça dardır. Bu yüzden, bu bölgede gölgelenme önemli bir sorun arz etmektedir.

Pasif olarak ısıtılacak bir binanın dizaynında öncelikle şu noktaya dikkat edilmesi gereklidir.

- (i) Binaya giren güneş ışınlarının miktarını artırmak amacıyla saydam yüzey alanı artırılması
- (ii) Aşırı ısıtma veya aşırı güneş parlamasından kaçınılması,
- (iii) Saydam yüzeylerden dışarıya olan ısı kaybının önlenmesi,
- (iv) Binada biriken ısı enerjisinin homojen olarak dağıtımı,
- (v) Güneş ışınımı olmadığı zamanlarda kullanılmak üzere ısı depolanması.

Birçok saydam yüzey, yüzeyin normali ile 60° açı ile gelen güneş ışınlarına karşı geçirgenliği oldukça yüksektir. Bu açı büyüdükçe geçirgenlik azalmakta ve malzeme cinsine bağlı olarak ışınım yansıtılmaktadır.

Yaz aylarında güneş geliş açısı büyük olduğundan ışınımın önemli bir kısmı yansıtılmaktadır (Şekil 19 a). Kış aylarında ise açı küçük olduğundan ışınımın büyük kısmı kolayca geçebilecektir. (Şekil 19 b)



Şekil 19. Yaz ve kış aylarında güneşin durumu

KAYNAKLAR

1. Jan. F. Kreider ve Frank Kreith, Solar Energy Handbook, Mc Graw Hill, (1981).
2. John Litter ve Randall Thomas; Design With Energy, Cambridge University Press, (1983)
3. Jersch Leslie F., Transparent Insulation Technology, ETSU-OPET, (1993)
4. Onbaşıoğlu Hüseyin, Yüksek Lisans Tezi, Pasif Sistemlerde Masif Duvarın Isıl Analizi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 1993
5. I. Richard Williams, Passive Solar Heating, Ann Arbor, (1983).