

BİNALARDA PASİF VE AKTİF GÜNEŞ SİSTEMLERİNİN İNCELENMESİ*

¹Arş. Gör. Rüya KILIÇ DEMİRCAN, ² Doç. Dr. Arzuhan Burcu GÜLTEKİN

¹ Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü.

² Ankara Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Gayrimenkul Geliştirme ve Yönetimi Bölümü.

Özet

Dünyada nüfus artışı ve endüstrileşme sürecine bağlı olarak her sektörde gereksinim duyulan enerji miktarı gün geçtikçe artmaktadır. İnşaat sektöründe artan enerji talebini karşılamak için günümüzde yenilenemeyen fosil kaynaklı kömür, petrol, doğalgaz gibi sınırlı rezervleri olan kaynaklar sıklıkla kullanılmakta, böylece çevre kirliliği tehlikeli boyutlara ulaşmaktadır. İnşaat sektöründe çevre kirliliğini önlemek için sürdürülebilir, düşük maliyetli, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması küresel ölçekte büyük önem taşımaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından olan güneş enerjisi sonu olmayan bir enerji türüdür. Bu çalışmada, güneş enerjisinin binalarda kullanımı, pasif ve aktif iklimlendirme sistemleri kapsamında incelenmiştir. İklimlendirme sistemleri, ısıtma, soğutma ve aydınlatma olarak sınırlandırılmıştır.

Anahtar kelimeler: Güneş enerjisi, pasif güneş sistemleri, aktif güneş sistemleri, yenilenebilir enerji, enerji etkin bina

INVESTIGATION OF PASSIVE AND ACTIVE SOLAR SYSTEMS IN BUILDINGS

Abstract

Depending on the process of industrialization and growth in world population, energy use for every sector has been increasing day by day. Today, to meet the increasing energy demand in the construction sector, nonrenewable of fossil coal, oil, natural gas resources, which have limited reserves, have been used, so environmental pollution has reached dangerous proportions. In order to prevent environmental pollution, the use of sustainable, low cost and renewable energy sources has been in the world's agenda. Solar energy, which is one of the renewable energy sources is considered as a nonconsumable energy resource. In this study, the use of solar energy in buildings were investigated in the scope of passive and active climatization systems. Climatization systems are limited as heating, cooling and lighting.

Keywords: Solar energy, passive solar systems, active solar systems, renewable energy, energy efficient building

1. Giriş

Hızlı nüfus artışı ve endüstrileşme sürecine bağlı olarak günümüzde enerji; sanayi, konut, ulaştırma ve inşaat gibi birçok sektörde kullanılmaktadır. İnşaat sektörü, tüm dünyada gayrisafi milli hasılanın % 8'ini (3,5 trilyon Amerikan Doları) oluşturmaktadır [1, 2]. Dünyada temiz su kaynaklarının % 17'si, orman ürünlerinin % 25'i ve enerji kaynaklarının % 40'ı inşaat sektörü tarafından tüketilmektedir [3, 4]. İnşaat sektöründe enerjinin önemli bir bölümü, bina içi konfor gereksinimini sağlayan ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma sistemleri için harcanmaktadır. Bu amaçla kullanılan fosil yakıtlar, çevre kirliliğinin büyük boyutlara ulaşmasına ve enerji maliyetlerinin artmasına sebep olmaktadır [5]. Bu durum ülkeleri enerji etkin binalar inşa etmeye teşvik etmektedir. Binalara enerji sağlamak için kullanılan fosil yakıtların kıt ve tükenebilir olması; çevreyi kirletmeyen, kendini yenileyebilen ve elde edilme maliyeti olmayan yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına yönelmeyi gerektirmektedir. Güneş, rüzgâr, hidrojen, biyokütle, su gücü enerjisi ve jeotermal enerji olarak sınıflandırılan yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji tüketilen her yerde kullanılmasının gelecekte bir zorunluluk haline gelmesi beklenmektedir. Beklenen diğer bir durum ise, enerjinin temiz, güvenilir ve ekonomik şekilde temin edilmesinin devletler tarafından vazgeçilmez bir enerji politikası olarak benimsenmesidir [6]. Türkiye'de enerji için tüketilen kaynakların % 28'i öz kaynaklardan karşılanmakta, % 72'si ise ithal edilmekte ve bu oran gün geçtikçe artmaktadır [2, 4]. Bu oranlara paralel olarak Türkiye inşaat sektöründe de yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının bir enerji politikası olarak benimsenmesi ve enerji etkin binaların tasarlanması gün geçtikçe daha büyük önem kazanmaktadır.

* II. Uluslararası Sürdürülebilir Yapılar Sempozyumu ISBS-2015 de sunulmuş bildiriden üretilmiştir.

2. Enerji Etkin Bina Tasarımı

Günümüzde enerji kaynaklarının hızla tükeniyor olması, gelişmiş ülkelerde yalıtım ve enerjinin etkin kullanımı konularının dikkate alınması ve çözüm sağlanması gerekliliğini güncel hale getirmiştir. Türkiye’de inşaat sektöründe de enerjinin etkin olarak kullanılması, enerji israfı ve ithalatını azaltacaktır.

Enerjinin etkin kullanımı, genel olarak, istenilen performans düzeyi, kalite ve konfor koşullarından ödün verilmeksizin, bir hizmet elde etmek için gerekli olan enerji miktarının azaltılması olarak tanımlanabilir. Kısa dönemde kolaylıkla sonuçların alınabileceği bir alan olan enerjinin etkin kullanımı, ülkece üzerinde çözüm üretilmesi gereken bir konudur. Ayrıca, bu konu enerji politikasının benimsemesi ve geliştirmesi gereken öncelikli bir ilke olmalıdır [7]. Söz konusu gelişmelerin desteklediği yeni bir tasarım anlayışı olarak “enerji etkin tasarım yaklaşımları” disiplinlerarası çalışmalarda önemli bir yer edinmiştir.

Enerji etkin bina tasarımı aracılığıyla aşağıda sıralanan ilkeler amaçlanmaktadır [8, 9]:

- Enerji korunumunun yükseltilmesi ile gereksiz ısı kazanç ve kayıplarının azaltılması,
- Pasif ve aktif iklimlendirmenin birlikte kullanılması,
- Atmosferik kirlenme, iklim dengesizlikleri ve ekolojik bozulmaların önüne geçilmesi,
- Pahalı ve kıt olan fosil tabanlı kaynaklar yerin, daha verimli ve çevreyle dost yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması.

Enerji etkin bina tasarımı sürecinde etkili olan parametreler binanın konumu, bina aralıkları, binanın yönlendirilişi, bina formu, bina kabuğu, doğal havalandırma düzeni olarak sınıflandırılabilir. Bu parametrelerden yararlanarak binaların pasif ve aktif sistemler aracılığıyla enerji etkin olarak tasarlanması mümkündür.

Binanın Konumu: Binanın konumu, iklim kontrolünde ve hava kirliliğini önlemede etkili olan bir tasarım parametresidir. Bu parametre binanın konumlandığı yön, eğim gibi öğeleri içerir.

Bina Aralıkları: Binalar, aralarındaki mesafelere, yüksekliklere ve birbirlerine göre olan konumlarına bağlı olarak birbirleri için güneş ışıını ve rüzgâr engelleri olarak işlev görebilirler. Bu nedenle güneş ışıınıının ısıtıcı etkisinden yararlanma veya korunma, binalar arasındaki açıklıkların ölçülerinin bir fonksiyonudur. Binalar arasındaki mesafeler, binaların birbirlerinin güneş ışıınıı kazançlarını ve yararlı rüzgâr etkilerini engellemeyecek şekilde belirlenmelidir.

Binanın Yönlendiriliş Durumu: Güneş ışıınıı ve rüzgâr gibi dış iklim elemanları yöne göre değişim gösterirler. Güneş ışıınıının ısıtıcı ve rüzgârın serinletici etkisi yöne (veya binaların yönlendiriliş durumuna) göre değişmektedir. Yaz güneşinin geliş açısının dik, kış güneşinin ise daha yatık olması kuzey yarım kürede güneye bakan yüzeylerin kışın daha fazla güneş ışıınıı almasını; yazın ise saçak veya güneş kırıcılar ile istenmediği durumlarda kolayca korunabilmesini olanaklı kılmaktadır. Böylelikle, enerji etkin bina tasarımında güneye bakan cepheler önem kazanmaktadır.

Bina Formu: Bina formu biçim faktörü (plandaki bina uzunluğunun bina derinliğine oranı), bina yüksekliği, çatı türü (düz, beşik ve kırma çatı), çatı eğimi ve cephe eğimi gibi binaya ilişkin geometrik değişkenler aracılığıyla tanımlanabilir. Herhangi bir yaşama alanını örten ve onu dış çevreden ayıran bina kabuğunun formuna bağlı olarak binanın toplam dış yüzey alanı, farklı yönlere bakan ve farklı eğimlerdeki cephe ve çatı yüzeyleri alanları ile cephe ve çatı yüzeyleri arasındaki oranlar değişim gösterir.

Bina Kabuğu: Enerji etkin bina tasarımı için bina kabuğunun optik ve termofiziksel özellikleri önem kazanmaktadır. Optik ve termofiziksel özellikler, bina kabuğunun birim alanından dış hava sıcaklığı ve güneş ışıınıı etkileriyle kazanılan ve kaybedilen ısı miktarlarının belirleyicileridirler. İç çevre iklimsel durumu ve yapma ısıtma ve iklimlendirme yükleri bina kabuğundan kazanılan ve kaybedilen toplam ısı miktarlarına bağlı olarak değişim gösterir [10].

Doğal Havalandırma Düzeni: Doğal havalandırma, kullanılmış havanın, taze hava veya dış hava ile yer değiştirmesi olayıdır. Hacimlerde oluşan doğal havalandırma koşulları, doğal havalandırma sisteminin özellikleri ve dış iklimsel koşullarla ilişkilidir. Hava akımları, atmosferik basınç farklılıkları nedeniyle meydana gelmektedir. Yoğunluk farkları, atmosferik basınç farklarına ve sıcaklık farkları da hava kütleleri arasındaki yoğunluk farklarına yol açmaktadır. Hava akımlarının yönünü basınç bölgelerinin yeri, hızını da basınç farkı miktarları belirlemektedir [7].

3. Binalarda Pasif ve Aktif Güneş Sistemleri

Kaynakların aşırı kullanımı ve artan yüksek talepler enerjinin verimli kullanımı ve yenilenebilir enerji tabanlı çalışmaların hızlanmasına yol açmıştır [11]. Güneş enerjisinin, binalarda ısıtma, soğutma, aydınlatma ve elektrik üretimi amacıyla en çok kullanılan yenilenebilir enerji kaynağı olduğu söylenebilir. Güneş enerjisinin binalarda kullanımına ilişkin çeşitli alternatifler vardır. Bu alternatiflerin en önemlileri aşağıda sıralanmaktadır [12].

- Pasif güneş sistemleri aracılığıyla güneşten enerji kazanılması (Güneş odaları ve güney yönünde tasarlanan büyük cam yüzeyler gibi),
- Aktif güneş sistemleri aracılığıyla güneşten enerji kazanılması (Güneş toplayıcıları ve güneş pilleri gibi) ve doğal aydınlatma sağlanması.

Yukarıdaki sıralamadan anlaşılacağı gibi güneş enerjisinin binalarda kullanımı pasif ve aktif güneş sistemleri olarak sınıflandırılmaktadır. Binaların tasarım aşamasında mekânların ısıtılması için güneş enerjisinin kullanılması 'pasif güneş sistemleri' olarak; tasarıma eklenen her teknolojik ürün ise 'aktif güneş sistemleri' olarak tanımlanmaktadır [13].

Literatürde pasif ve aktif güneş sistemleri hakkında birçok tanım olmasına rağmen, bazı durumlarda bu sistemleri birbirinden ayırmak zor olmaktadır. Bu çalışmada, pasif ve aktif güneş sistemleri ısıtma, soğutma ve aydınlatma kapsamında incelenmiştir.

3.1. Pasif Güneş Sistemleri

Güneş enerjisi yerel olarak uygulanabilmesi ve karmaşık bir teknoloji gerektirmemesi nedeniyle, son yıllarda inşaat sektöründe tercih edilen bir enerji kaynağı olmuştur. Güneş enerjisinden binanın ısıtılıp soğutulmasının yanı sıra, sıcak su ve elektrik enerjisi elde edilmesi amacıyla da yararlanılmaktadır. Birçok ülkeye göre güneş enerjisi açısından avantajlı konumda olan Türkiye'de güneş enerjisinden yararlanmanın en yaygın yöntemi, çatı yüzeyine yerleştirilen güneş toplayıcıları aracılığıyla sıcak su elde edilmesidir. Güneş enerjisinden sıcak su elde edilmesi binanın tasarım aşamasında verilen bir kararla olabileceği gibi, binanın kullanımı sürecinde gerçekleştirilebilmektedir. Güneş enerjisinden yararlanarak binanın ısıtma ve soğutma maliyetleri önemli oranlarda azaltılabilmekte ve enerji korunumu sağlanmaktadır [14].

Pasif güneş sistemi uygulamalarından kış aylarında ısı kazancı, yaz aylarında doğal havalandırma ve soğutma olarak faydalanılabilir. Pasif sistemler, tasarım aşamasında alınan planlama kararları ve kullanılan malzemeler aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. Bu sistemlerde binanın duvar, pencere ve çatı bileşenlerine ulaşan güneş ışınları toplanmakta, depolanmakta ve iletim, taşınım, ışınım yollarından bir veya birkaçı kullanılarak iç mekânlara dağıtılmaktadır.

Toplama: Binanın güney-doğu ve güney-batı aksında açılan pencereler ile güneş odaları, galeri, kış bahçeleri ve atriumlarla güneş enerjisinin toplanması ve ısıya dönüştürülmesidir.

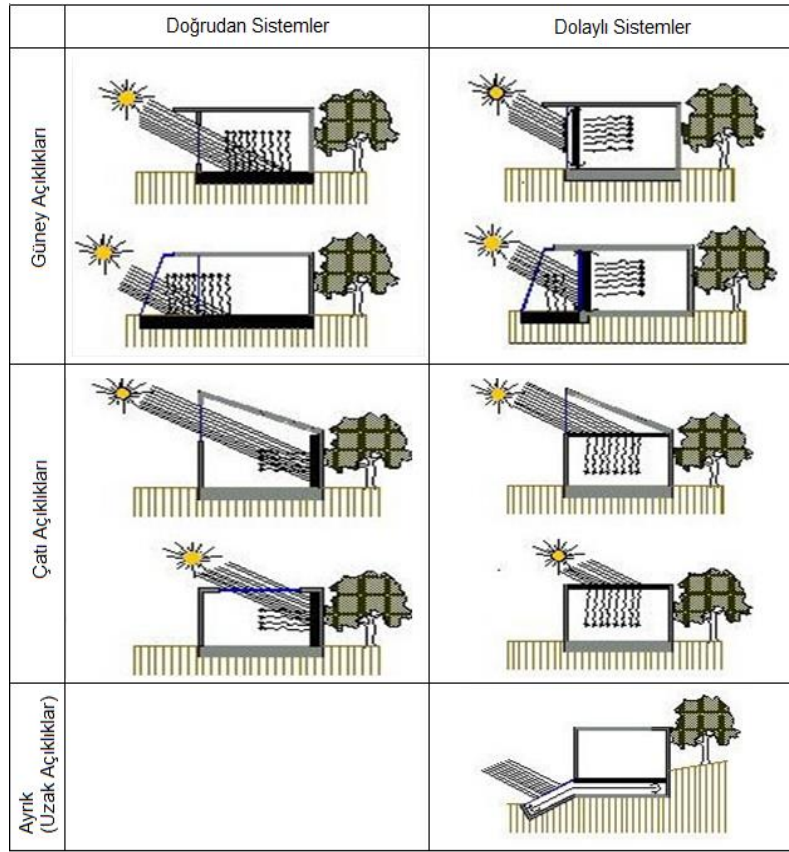
Depolama: Güneş enerjisi depolandıktan sonra ısının bir kısmı anında kullanılmakta, kalan kısmı ise daha sonra kullanılmak üzere ısı kütlesi olarak adlandırılan zemin ve duvarlara yayılmaktadır. Isıl kütleler, taş, tuğla veya sudan oluşturulabilmektedir.

Dağıtım: Zeminde ve duvarlarda depolanan ısının, ışınım ve taşıma yolu ile mekâna dağıtılmasıdır. Dağıtım için fanlar ve vantilatörlerden yararlanılmaktadır [15].

Pasif sistemler doğrudan ve dolaylı pasif sistemler olarak iki grupta sınıflandırılmaktadır. Bu sistemlerde ısıtma ve soğutma sağlayan açıklıklardan yararlanılmaktadır. Bu açıklıklar, güney açıklıkları, çatı açıklıkları ve ayırık (uzak) açıklıklarıdır [16]. Şekil 3.2 ve Şekil 3.3'te pasif güneş sistemlerinde ısıtma ve soğutma şekilleri ifade edilmektedir.

3.1.1. Doğrudan Pasif Güneş Sistemleri

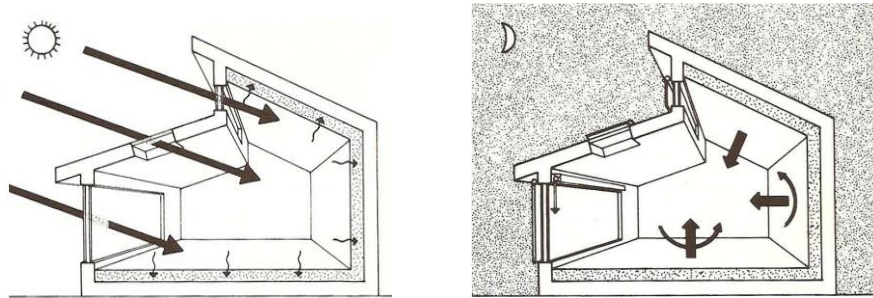
Doğrudan pasif güneş sistemlerinde bina, güneş ışınlarını alarak doğrudan iç mekânlara aktaracak şekilde tasarlanmaktadır. Tasarım doğrultusunda güneş ışınları ara bir sisteme gerek olmadan cam yüzeylerden geçerek mekâna alınmakta ve depolanması sağlanmaktadır. Şekil 3.4'te de ifade edildiği gibi bu sistemlerde güney açıklıkları ve çatılara yerleştirilmiş yatay veya düşey çatı açıklıklarından yararlanılmaktadır.



Şekil 3.2. Pasif Güneş Sistemlerinde Isıtma Şekilleri [13]

	Doğrudan Sistemler	Dolaylı Sistemler
Güney Açıklıkları		
Çatı Açıklıkları		
Ayrık (Uzak Açıklıklar)		

Şekil 3.3. Pasif Güneş Sistemlerinde Soğutma Şekilleri[13]



Şekil 3.4. Doğrudan Pasif Güneş Sistemleri [17]

Doğrudan pasif güneş sistemlerinde Şekil 3.4'te görüldüğü gibi pencereler, duvar yüzeyi veya çatıdan geçen ışınlama iç mekân yüzeyinde depolanan enerjinin sera etkisi oluşturarak binanın bir enerji toplayıcı gibi kullanılması amaçlanmaktadır. Bu sistem, binanın kendisi dışında ek bir sistem ve maliyet gerektirmemesi nedeniyle yaygın olarak tercih edilmektedir. Sistemde, ısının toplandığı ve depolandığı pencere açıklıkları ile duvar ve çatı yüzeylerinin güneş enerjisi girdisinin yeterli ve ısı kaybının en düşük olacak şekilde yönlendirilmesi ve boyutlandırılması önem kazanmaktadır. Depolanan ve doğal taşınım ile iç mekânlara dağıtılan enerjinin artırılması ve ısıl konfor koşullarının uygun olması amacıyla, iç mekân büyüklüklerinin küçük, ısı depolayıcı kütle alanının büyük olması gerekmektedir. Pencere açıklıkları yaz mevsiminde güneşin olduğu saatlerde ısının depolanması ve ısı kazancının artırılmasına yardımcı olmasına karşın, kış mevsiminde güneşin olmadığı saatlerde ısı kaybına yol açmaktadır. Bu nedenle pencere açıklıklarının soğuk iklim bölgelerinde güney yönünde büyük, diğer yönlerde olabildiğince küçük

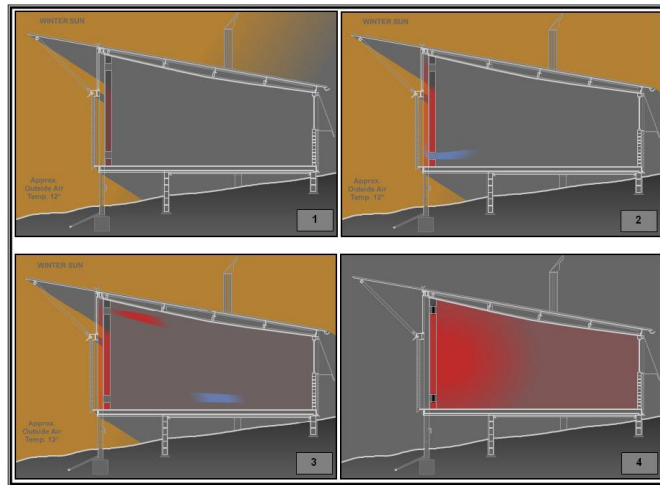
tutulmaları, kış akşamları için gece yalıtımı ve yaz gündüzleri için de güneşten korunma önerilmektedir. Güney yönünün komşu binalar, bitki örtüsü ve topoğrafya nedeniyle kullanılmadığı veya arazi boyutlarının güney yönünde geniş cepheye olanak tanımadığı ve yetersiz kaldığı durumlarda güneş enerjisinin çatı açıklıkları aracılığıyla depolanarak ısı kazanımı sağlanması tercih edilen bir yöntemdir. Çatı açıklıklarının olumsuzlukları, yazın aşırı ısınma, kışın ısı kayıplarının fazla olması ve gece yalıtımı gerektirmesidir [14, 18].

3.1.2. Dolaylı Pasif Güneş Sistemleri

Dolaylı pasif güneş sistemlerinde bina, cam yüzey ve arkasına yerleştirilmiş ısı depolamaya uygun ısıtılabilir kütle aracılığıyla cam yüzeyden geçerek duvara gelen ısının ısıtım veya taşınım yoluyla iç mekâna iletilmesi ilkesi ile tasarlanmaktadır [13]. Tasarım doğrultusunda sistem, cam yüzey ve arkasına yerleştirilmiş genelde siyaha boyanmış beton, dolu tuğla, kerpiç veya taş gibi ısı depolamaya uygun ısıtılabilir kütlelerden oluşmaktadır [16].

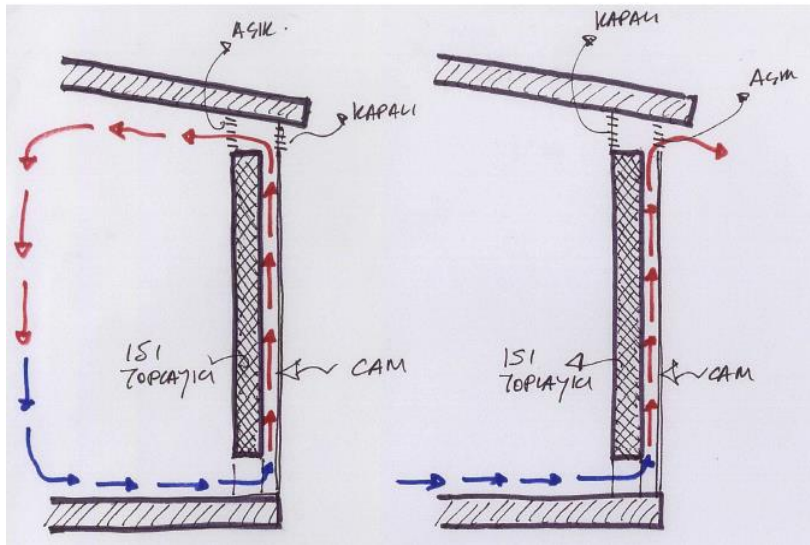
Yapım kolaylığı sağlaması ve yalıtımın dışında parça gerektirmemesi nedeniyle tercih edilmektedir. Isıl kütlede depolanan ısı akşam saatlerinde de içeriye ısı vermeyi sürdürmektedir. Böylece duvarlar ve tavanlar soğumakta, ılık kalmaktadır. Ancak, ısıtılabilir kütlede sabahları geç ısınması ve iç mekâna aktarılan ısının denetlenememesi sistemin olumsuz yönleridir [18]. Gece ısı kaybını engellemek için perde gibi elemanlar, yazın ise aşırı ısınmaya karşı kepenk gibi gölgeleme elemanları kullanılmalıdır [16]. Bu sistemlerde güneş duvarları (tromp duvarları), su duvarları (bidon duvarları), çatı havuzları, güneş odaları (seralar) ve termosifon sistemlerden yararlanılmaktadır.

Güneş Duvarları (Tromp Duvarları): Güneş duvarları, bir cam yüzey ve arkasına yerleştirilmiş enerjiyi depolayan ısıtılabilir bir kütle tarafından oluşmaktadır. Bu kütle, genellikle siyah renkli beton, kerpiç, dolu tuğla veya taş olabilir. Şekil 3.6'da ifade edilen bu sistemde, kışın depolanan ısının iç mekâna aktarılması, yazın ise ısının iç mekâna aktarılmadan baca ya da pencere gibi boşluklardan dışarı aktarılması ilkesi söz konusudur. Şekil 3.6.'ya göre öncelikle güneş ışınları cam yüzeyden geçerek güneş duvarına gelmektedir (Bkz. Şekil 3.6-1). Güneş ısı, güneş duvar tarafından iletim yoluyla yüzeye, sonra da ısıtım ve taşınım yoluyla iç mekâna verilmektedir (Bkz. Şekil 3.6-2). Gün içerisinde, iç mekândaki soğuk hava, güneş duvarı üzerindeki açıklıklardan geçerek ısınmakta ve bir sirkülasyon gerçekleşmektedir (Bkz. Şekil 3.6-3). Gece ise güneş duvarı üzerindeki açıklıklar kapanmakta ve depolanan ısı iç mekânda kalmaktadır (Bkz. Şekil 3.6-4).



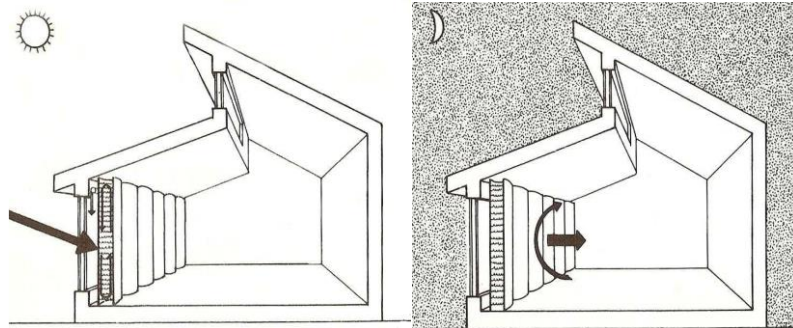
Şekil 3.6. Güneş Duvarı Örneği [10]

Yaz mevsiminde cam yüzeylerdeki kanatların ve iç mekândaki pencerelerin açılmasıyla doğal havalandırma elde edilmektedir. Yaz gölgesi ve kış gece yalıtımı önlemlerinin yanı sıra, kış akşamları için alınması gereken bir diğer önlem de hava hareketinin tersine dönerek ısınan havanın cam yüzeyle duvar arasına kaçması, böylece alttaki deliklerden içeriye soğuk havanın çekilmesiyle iç mekânın soğumasının engellenmesi amacıyla duvardaki havalandırma açıklıklarının kapatılmasıdır. Şekil 3.7'de sistemin söz konusu çalışma ilkesi ifade edilmektedir.



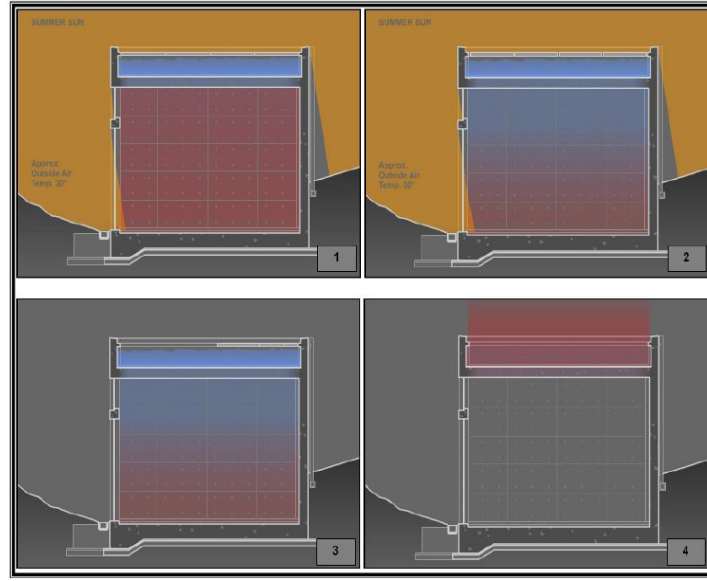
Şekil 3.7. Güneş Duvarlarında Isıtma-Soğutma İlkesi

Su Duvarları (Bidon duvarlar): Su duvarlarında, ısı depolama kütlesi su veya benzer bir akışkan ile doludur. Bidonlar siyaha boyanarak ışın toplayıcı yüzey oluşturmakta, böylece bidonlar toplayıcı ve ısıl depo görevlerini birlikte yapmaktadırlar. Camdan geçen güneş ışınları bidonun siyah yüzeyi tarafından yutulmakta ve ısıl enerji bu şekilde bidonun içindeki suyu ısıtmaktadır. Isınan bidonlar, ışıma ve taşınım yoluyla enerjilerini binanın içine aktarmaktadır. Gündüz kazanılan ısıyı gece kaybetmemek için duvar şeklindeki yalıtılmış kapaklar akşamları kapatılarak ısıl kayıplar önlenmektedir [15]. Bu sistemlerde su kullanımında karşılaşılan en önemli sorun buharlaşma, korozyon ve sızmadır. Şekil 3.8’de su duvarı örneği verilmektedir.



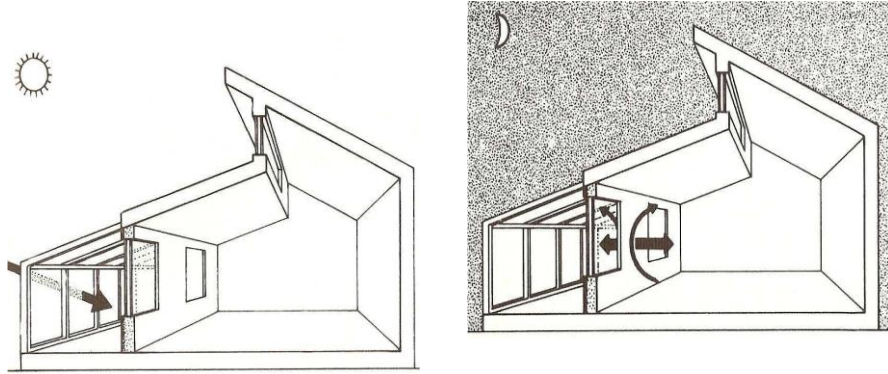
Şekil 3.8. Su Duvarı Örneği [18]

Çatı Havuzları: Çatı havuzları, içi su dolu havuz ya da plastik torbalar tarafından depolanan güneş enerjisinin mekânın tavanlarından içeriye ısı olarak aktarılması ilkesine dayanmaktadır. Bu ısıl kütlelerin üzeri yalıtım elemanları yardımıyla (örneğin kepenklerle) kışın gündüzleri açılarak güneş enerjisi ile ısınma sağlanmakta, geceleri ise kapatılarak ısı kayıpları engellenmeye çalışılmaktadır. Yazın gündüzleri ise bunun tersi uygulanmakta, üzeri kapanarak fazla ısıdan korunmakta, geceleri ise yalıtım elemanları açılarak binanın içinden dışına ısı geçişi ile mekânın serinlenmesi sağlanmaktadır [15]. Şekil 3.9.’da çatı havuzlarının yaz dönemi için çalışma ilkesi verilmektedir. Öncelikle yazın sıcaklığından korunmak için çatı havuzu yalıtılmış panellerle korunmalıdır. Gün içerisinde iç mekandaki ısınan hava yalıtım sayesinde serin tutulan çatı havuzunun etkisiyle serinletilebilir (Bkz. Şekil 3.9.-1, 2). Gündüz saatlerinde çatı havuzu sayesinde serinleyen hava çökerek ısınan havayla yer değiştirir. Gece saatlerinde ise açılan panellerle (Bkz. Şekil 3.9.-3) açılan havuz ısınan havayı çeker ve dışarıya iletir (Bkz. Şekil 3.9.-4). Kış döneminde ise havuzdaki su gün boyu güneş ışınımının etkisi ile ısınmaktadır. Böylece çatı havuzunun etkisi mekândaki havanın da ısınmasını sağlamaktadır [10].

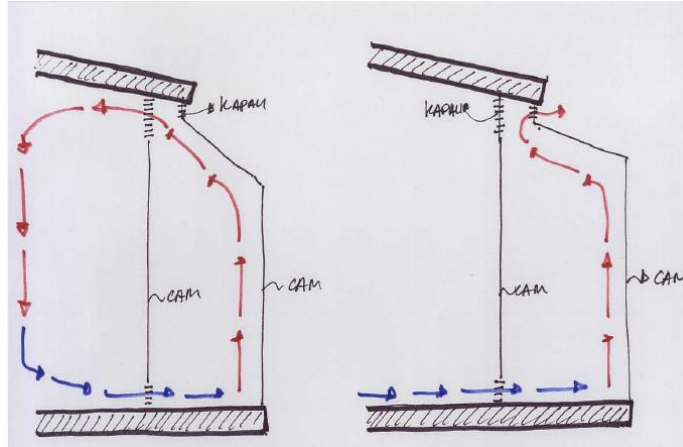


Şekil 3.9. Çatı Havuzu Örneği [10]

Güneş Odaları (Seralar): Güneş odaları, iç mekânla dış mekân arasında geçişi sağlayan, binaya ısı, taze hava ve nem sağlayabilen ve içinde yaşanabilen toplayıcılar olarak tanımlanabilir. Kışın seralarda güneşe bakan cam yüzeylerin artması ısı kazancını arttırmakta, güneşin olmadığı saatlerde ise ısı kaybına sebep olmaktadır. Bu yüzeyler yazın ise istenmeyen ısı kazancının artması gibi olumsuzluklara sebep olmaktadır. Bu nedenle, kış akşamları için gece yalıtımı, yaz gündüzleri için de güneşten korunma güney pencerelerine göre daha büyük önem taşımaktadır [18]. Şekil 3.10'da gündüz ve gece için güneş odalarının çalışma ilkesi, Şekil 3.11'de ise güneş odalarının ısıtma-soğutma ilkesi ifade edilmektedir.

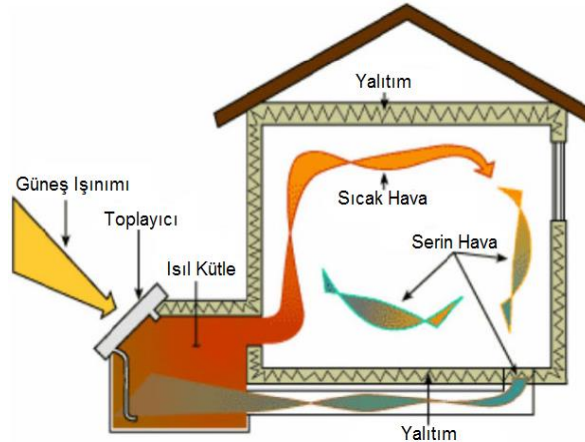


Şekil 3.10. Güneş Odası Örneği [18]



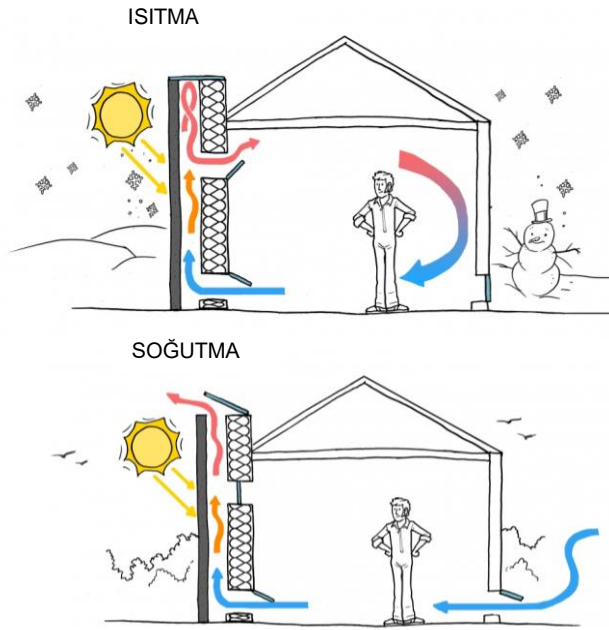
Şekil 3.11. Güneş Odalarında Isıtma-Soğutma İlkesi

Termosifon Sistemler: Termosifon sistemlerde, bina cephesinden ayrı olarak güneş ışınımı ve yaşama mekânı arasındaki bağlantıyı doğrudan sağlayacak şekilde bir toplayıcı alan yaratılmaktadır. Soğuk hava veya akışkan, toplayıcı alanının en düşük seviyesinde iken güneş ışınımı aracılığı ile ısınır ve depolayıcı kütleye doğru yükselerek hareket eder. Yukarıya yükselen sıcak hava ya da akışkan, soğuk hava veya akışkan ile yer değiştirerek dolaşım sağlanır. Toplayıcı alan, yutucu özelliği olan koyu renkli ahşap veya metal yüzeylerden oluşur. Bu toplayıcı alan, içinde bulunan akışkanın ısıtılmasını sağlayarak, ısıyı iç mekâna yayılması için ısı (termal) kütleye ulaştırır [10]. Şekil 3.12’de verilen termosifon sistemde güneş ışınımı bir güneş toplayıcısı (kolektörü) aracılığıyla toplanmaktadır. Diğer bir ifadeyle, pasif sistem bir aktif sistem elemanı ile desteklenmektedir.



Şekil 3.12. Termosifon Sistem Örneği [10]

Isıl Bacalar (Güneş Bacaları): Isıl bacalar ile güneş enerjisinden havalandırma ve soğutma amaçlı faydalanılabilmektedir. Bu bacalar, binanın güney cephesinde çatı yüksekliğinden fazla olmayacak şekilde tasarlanır. Bacanın dış yüzeyi şeffaf cam kaplama ve iç yüzeyi güneş ışınlarını emme amaçlı koyu metal malzeme ile kaplanmaktadır. Baca içerisindeki hava güneşin etkisiyle ısınarak yükselmekte ve bacadan dışarı çıkmaktadır. Rüzgâr hızı düşük olduğu zamanlarda, bacanın üst kısmına yerleştirilen dönen rüzgâr kepçesi ile havanın dışarı atılması hızlandırılmaktadır. Bacanın alt noktasından giren serin hava, hava sirkülasyonu oluşturmakta ve doğal havalandırma sağlanmaktadır [18]. Şekil 3.13’te güneş bacalarının ısıtma ve soğutma ilkesi ifade edilmektedir.



Şekil 3.13. Güneş Bacalarında Isıtma-Soğutma İlkesi [19]

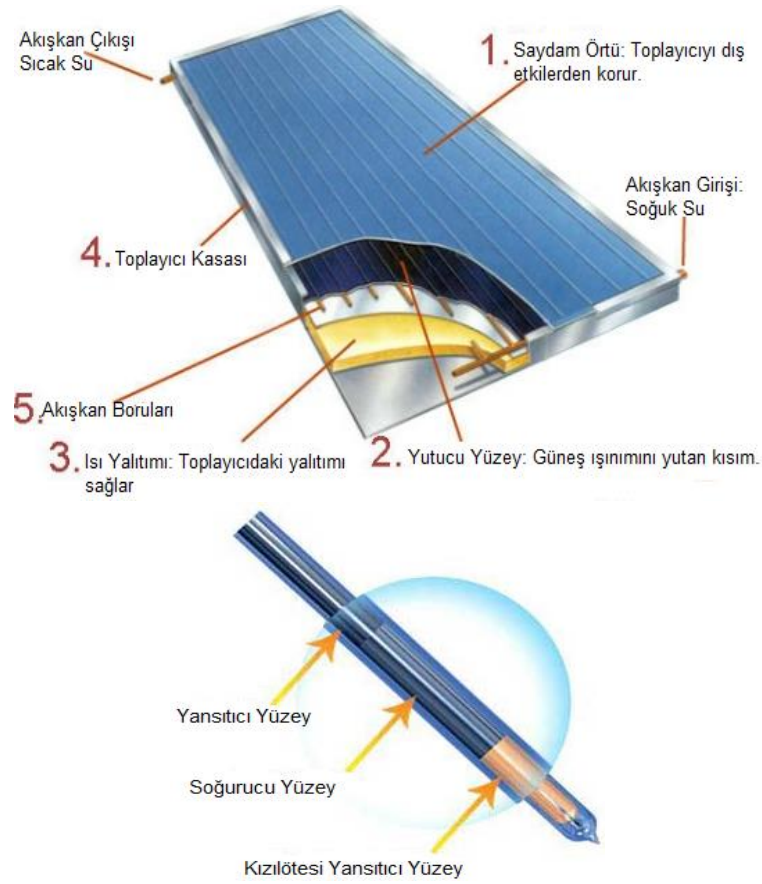
3.2. Aktif Güneş Sistemleri

Binalarda güneş enerjisinden yararlanmak amacıyla uygulamaların mekanik donanım ve ek ısı depolayıcı önlemler ile desteklenmesi, ısı dağılımının otomatik olarak denetlenmesi, su-hava toplayıcılarının uygulanması ile yüksek verimli toplayıcılar ve güneş pillerinin kullanılması “aktif güneş sistemleri” olarak tanımlanmaktadır. Doğrudan iç mekân ısıtması amacıyla kullanılmayan aktif sistemlerde, güneş enerjisi genellikle toplayıcılar aracılığıyla toplanmakta, toplanan enerji binanın bitişiğinde veya alt kotunda yer alan su depoları ya da çakıllı alanlarda depolanmakta ve depolanan enerji pompa ve boru gibi gereçlerle dağıtılarak sıcak su aracılığıyla iç mekânlar ısıtılmaktadır [14].

Aktif güneş sistemleri, güneş enerjisinin binalarda etkin bir şekilde kullanımına olanak veren, alınan güneş ışınlarını elektrik ve ısı enerjisine dönüştüren sistemler olup çeşitli mekanik ve elektronik sistemlerin bütünüdür [15]. Ayrıca günümüzde yeni teknolojilerin kullanıldığı gelişmiş doğal aydınlatma sistemleri diğer adıyla gelişmiş günüşiği sistemleri, binalarda elektrik tüketimini olabildiğince azaltmayı ve bunun yanı sıra iç mekânın ışık kalitesini önemli oranda arttırmayı hedeflemektedirler. Söz konusu sistemler de aktif güneş sistemleri kapsamında ele alınabilir. Bu bağlamda, aktif güneş sistemleri aracılığıyla güneş toplayıcıları ile su ısıtması; güneş pilleri ile elektrik üretimi ve ışık rafları, ışık tüpleri, anidolik tavanlar ve heliostatlar ile doğal aydınlatma sağlanabilir.

Güneş Toplayıcıları (Güneş kolektörleri): Güneş toplayıcıları, binaların sıcak su gereksinimlerini karşılamak amacıyla kullanılır. Sisteme verilen soğuk suyun ısınmasını sağlayan güneş toplayıcıları, güneşten yayılan radyasyonun toplanması ve yoğunlaştırılması mantığıyla çalışan sistemlerdir. Bu sistemle ilgili yaşanan en büyük sorun, kış aylarındaki gerçekleşen donma olayıdır. Bu sorun, yalıtımları yapılmış toplayıcılar, borular ve depolama birimleri ile çözülmektedir. Toplayıcının verimliliği, topladığı enerji miktarının, üzerine düşen enerji miktarına oranı olarak tanımlanır [16].

Güneş toplayıcıları, düzlemsel güneş toplayıcılar, vakum borulu toplayıcılar ve yoğunlaştırıcı toplayıcılar olarak sınıflandırılmaktadır. İnşaat sektöründe en yaygın olarak kullanılan toplayıcı türü, düzlemsel güneş toplayıcılarıdır. Düzlemsel toplayıcıların cam örtüsünden taşınım yoluyla büyük ısı kayıpları gerçekleşmektedir. Buna karşılık, vakum borulu toplayıcıların dışındaki saydam cam boru ile içindeki siyah boyalı boru arasında vakum yaratılarak taşınım kayıpları azaltılmıştır. Bu nedenle vakum borulu toplayıcıların verimi üst yüzeyli toplayıcılardan daha fazladır. Vakum borulu toplayıcılar, sıcak su elde edilmesinde, endüstriyel işlemlerde, binaların ısıtma ve soğutmasında kullanılmaktadır [18]. Şekil 3.14’te düzlemsel ve vakum borulu güneş toplayıcıları şematik olarak ifade edilmektedir.



Şekil 3.14. Düzlemsel ve Vakum Borulu Güneş Toplayıcıları [20,21]

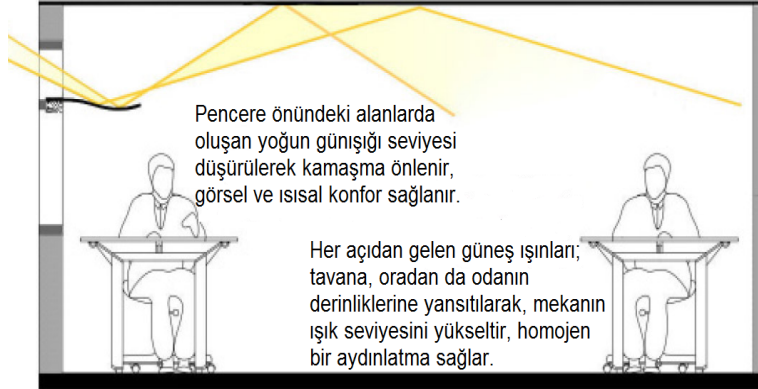
Güneş Pilleri (Fotovoltaik Piller): Güneş pilleri, binaların ısıtma, soğutma ve aydınlatma amaçlı elektrik gereksinimini karşılamak amacıyla kullanılır. Yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde ulaşılması en kolay, bol ve temiz olan güneşten elektrik enerjisi üretmenin en etkili yollarından biridir. Güneş enerjisi endüstrisinin hızla büyümesi ile güneş pillerinin önemi de son yıllarda büyük ölçüde artmıştır. Güneş enerjisini elektrik enerjisine dönüştürmede kullanılan bu piller, enerji etkin bina tasarımı konusunda en önemli yenilenebilir enerji teknolojilerinden biri olarak görülmektedir [22]. Kullanımı süresince çevreyle dost olması ve sera gazlarına sebep olmaması en önemli avantajları arasındadır [23]. Birçok ülkede binalarda ve güneş tarlalarında elektrik üretimi için kullanılan bu teknoloji, Türkiye’de yeni ilgi görmeye başlamıştır. Ancak ilk yatırım maliyetlerinin yüksek olması ve gerekli bilgilendirme çalışmalarının eksikliği nedeniyle yaygınlaşmamıştır. Resim 3.3’te güneş pillerinin çatıya uygulanması örneği yer almaktadır.



Resim 3.3. Güneş Pilleri Örneği [24]

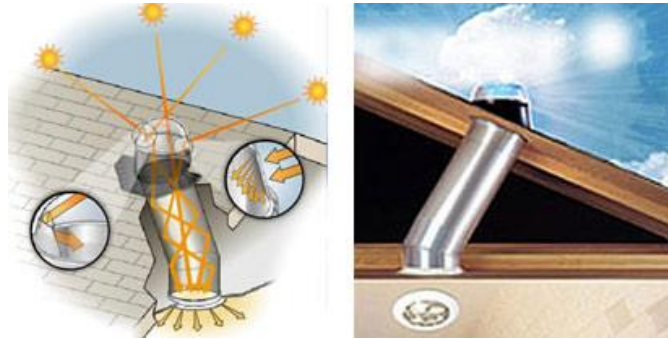
Işık Rafları: Işık rafı, güneş ışığını engellemek ve günışığını tavana yönlendirmek amacıyla tasarlanan, pencerenin iç veya dış yüzeyinde yer alan yatay elemandır. Cepheyle bütünleşmiş bir eleman olabileceği gibi sonradan monte edilen bir eleman da olabilir İç mekânlarda günışığını daha verimli kullanacak şekilde pencereye yakın bölgeyi yoğun güneş

ışığından korunurken, tavana yansıtılan ışık ile mekânın derinliklerinde genel bir aydınlatma sağlamaktadır. Hacimde pencereye yakın bölgeyi güneş ışığından korurken, yansımış ışık tavandan yansıyarak odanın derinliklerini aydınlatmaktadır. Pencere kenarındaki gün ışığı seviyesini düşürüp odanın derinliklerindeki gün ışığı seviyesini yükselterek daha homojen ışık dağılımı sağlamaktadır [25]. Şekil 3.15'te bir ışık rafı uygulaması yer almaktadır.



Şekil 3.15. Işık Rafı Örneği [26]

Işık Tüpleri: Işık tüpü, küçük çatı ışıklıklarından alınan güneş ışığının yansıtıcı borularla hacmin tavanına taşındığı elemandır. Işığın hacme dağılımı içte yer alan yayıcı elemanlarla sağlanmaktadır. Borunun içine veya yayıcı elemana yerleştirilen güneşi duyarlı yapma aydınlatma elemanı güneş ışığı ile bağlantılı çalışabilmektedir. Doğrudan güneş ışığı mevcut olduğunda performansları daha iyidir. Küçük mekânların aydınlatılması için uygun bir sistem olup büyük mekânlarda ızgara düzeni sağlanırsa düzgün bir güneş ışığı dağılımı elde edilebilir [24] Şekil 3.16'da bir ışık tüpü uygulaması yer almaktadır.



Şekil 3.16. Işık Tüpü Örneği [27]

Anidolik Tavanlar: Anidolik tavanlar, kapalı gök koşullarına sahip bölgelerdeki binalarda, gökyüzündeki yayıncı ışığı hacmin derinliklerine yönlendirmek amacıyla kullanılan sistemlerdir. Bir ışık kanalı ve bu ışık kanalının başında ve sonunda yer alan reflektörlerden oluşurlar. Cephe yüzeyinde bulunan ilk reflektör yayıncı ışığı toplayarak ışık kanalına iletir. Işık kanalının iç yüzeyi yüksek yansıtıcı özellikte olup, ışık tam iç yansımaya göre kanal boyunca iletilir. Işık kanalının çıkışındaki parabolik reflektör, yayıncı ışığı hacim içine düzgün bir biçimde dağıtır. Sistemin girişinde yatay düzlemlerle 25° lik açı yapan cam bir ünite bulunur. Bu ünite, üzerine düşen güneş ışığını ışık kanalına yönlendirir. Ayrıca sistemin çıkışında da güvenliği sağlamak ve sistem bakım masraflarını azaltmak amacıyla cam bir ünite bulunur. Sistemdeki bütün harici parçalar yoğuşmayı ve ısı köprüleri engellemek için yalıtılmışlardır. Anidolik tavanların başlıca özellikleri; gün ışığını kamaşmasız olarak kullanım mekânlarına yönlendirmesi, düzgün bir aydınlatma sağlaması ve mekânların geleneksel sistemlerle yeterli aydınlanmayan kısımlarında aydınlık düzeyini arttırmasıdır. Anidolik tavanlar ticari, endüstriyel ya da eğitim amaçlı binalarda kullanılabilirler [20, 28]. Şekil 3.17'de anidolik bir tavan örneği yer almaktadır.

nedeniyle güneş enerjisi bakımından birçok ülkeye göre şanslı durumdadır. Enerji İşleri Enstitüsü tarafından yapılan çalışmaya göre Türkiye'nin yıllık toplam güneşlenme süresi 2640 saat, günlük 7.2 saat, ortalama toplam ışınım şiddeti 1311 kWh/m²-yıl ve günlük ise 3.6 kWh'dir [31]. Güneşten dünyaya saniyede yaklaşık olarak 170 milyon MW enerji gelmektedir. Türkiye'nin yıllık enerji üretimi 100 milyon MW olup bir saniyede dünyaya gelen güneş enerjisi Türkiye'nin enerji üretiminin 1700 katıdır. Türkiye 110 gün gibi yüksek bir güneş enerjisi potansiyeline sahiptir ve gerekli yatırımların yapılması durumunda yılda bir metrekaresinden ortalama olarak 1100 kWh güneş enerjisi üretebilir [32]. Bu bağlamda, Türkiye'de enerji etkin binaların tasarlanmasında güneş enerjisinden yararlanarak enerji maliyetleri azaltılabilir ve çevre kirliliğinin önlenmesine katkı sağlanabilir. Ancak Türkiye inşaat sektöründe güneş enerjisi sistemlerinden yeterince yararlanılmadığı gözlenmektedir. İlk yatırım maliyetlerinin yüksekliği sebebiyle aktif güneş sistemlerinin kullanımının tercih edilmediği; gerekli eğitim programlarının ve bilgilendirme çalışmalarının eksikliği sebebiyle de pasif güneş sistemlerinin kullanımının yaygınlaşmadığı söylenebilir. Bu konuda gerekli farkındalık ve bilgilendirme çalışmalarının artırılması, yeterli devlet teşviki sağlanması, ilgili yasa ve yönetmeliklerin düzenlenmesi ile söz konusu sistemlerin yaygın olarak Türkiye inşaat sektöründe kullanımı sağlanabilir. Aktif ve pasif güneş sistemlerinin yaygın olarak inşaat sektöründe kullanımı, ülke ekonomisine de büyük katkı sağlayacaktır. Bu bağlamda, enerji etkin bina tasarımı konusuna eğitim programlarında daha çok yer verilmelidir. Ayrıca, konu bilimsel araştırmalar, farkındalık çalışmaları, yasa ve yönetmeliklerle de desteklenmelidir.

Kaynaklar

- [1]. Özorhon, B. 2012. Türkiye’de İnşaat Sektörü ve Dünyadaki Yeri. İTO Yayınları. Yayın No: 2012-31, s.20, İstanbul
- [2]. Kara, İ., Gültekin, A. B., Aliefendioğlu, Y. ve Tanrıvermiş, H., “An Investigation of Turkey’s Real Estate Sector within the Scope of Sustainable Development and the Human Development Index (HDI)”, Smart Metropoles - Integrated Solutions for Sustainable and Smart Buildings & Cities - SBE16İSTANBUL, İMSAD, İstanbul, 420-433, (13-15 October 2016).
- [3]. Gültekin, A.B. ve Yavaşbatmaz, S. 2013. Sustainable Design of Tall Buildings, Gradevinar 65/5, pp.449-461.
- [4]. Gültekin, A. B. ve Farahbakhsh, E. B., “Energy Performance of Glass Building Materials”, TÜBAV Bilim Dergisi, ISSN: 1308 – 4941, 9 (3): 52-65, Ankara (2016).
- [5]. A. Sev., “Sürdürülebilir Mimarlık”, YEM Yayınları, İstanbul (2009).
- [6]. S. Sayın, “Yenilenebilir Enerjinin Ülkemiz Yapı Sektöründe Kullanımının Önemi ve Yapılarda Güneş Enerjisinden Yararlanma Olanakları”, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya (2007).
- [7]. G. Koçlar Oral, “Sağlıklı Binalar için Enerji Verimliliği ve Isı Yalıtımı ”, VII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, Bildiriler Kitabı, s.253-264, (25-28 Ekim 2007).
- [8]. G. Utkuğ, “Binayı Oluşturan Sistemler Arasındaki Etkileşim ve Ekip Çalışmasının Önemi Mimar Tesisat Mühendisliği İşbirliği”, IV Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi, Bilimsel/Teknolojik Çalışmalar, İzmir (1999).
- [9]. S.S.Ç. Özteker, “Ekolojik Tasarımda Mimari Tesisat İlişkileri”, TTMD Dergisi, (2005).
- [10]. B. B. Özdemir, “Sürdürülebilir Çevre İçin Binaların Enerji Etkin Pasif Sistemler Olarak Tasarlanması”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul (2005).
- [11]. E. Sanchez ve J. Izard, “Performance of Photovoltaics in Non-Optimal Orientations: An Experimental Study”, Energy and Buildings, 87, 211-219 (2015).
- [12]. H. Mutlu Danacı ve R.E. Gültekin, “Yapılaşmada Güneş Enerjisi Kullanımı ve Estetik Çözümleri”, V. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, Diyarbakır (2009).
- [13]. D. Bekar, “Ekolojik Mimarlıkta Aktif Enerji Sistemlerinin İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 10-11, 21-25, 64-69, 76-77 (2007).
- [14]. Ç. B. Dikmen ve A. B. Gültekin, “Usage of Renewable Energy Resources in Buildings in the Context of Sustainability”, SDU Journal of Engineering Science and Design, Vol:1 No:3 pp.96-100 (2011).
- [15]. S. Uslusoy, “Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kullanan Enerji Etkin Binaların Yapı Bileşeni Açısından İrdelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir (2012).
- [16]. H.P. Özdoğan, “Ekolojik Binalarda Bina Kabuğunda Kullanılan Fotovoltaik Panellerin Tasarım Bağlamında İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul (2005).
- [17]. T. Yüre, “Güneş Enerjisinden Edilgen Sistem Yararlanmada Güneş Odası Ekleme Yönteminin İç Ortam Sıcaklığına Etkisinin İncelenmesi İstanbul Örneği”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul (2007).
- [18]. B. Alparslan, “Ekolojik Yapı Tasarım Ölçütleri Kapsamında Ankara’da Örnek Bir Yapı Tasarımı ve Değerlendirmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara (2010).

- [19]. <http://sustainabilityworkshop.autodesk.com/buildings/stack-ventilation-and-bernoullis-principle>
- [20]. <http://www.eie.gov.tr>
- [21]. <http://www.guneyasangunesenerjisi.com.tr/?pnum=15&pt=Vakum+T%C3%BCpl%C3%BC+G%C3%BCne%C5%9F+Enerji+Sistemleri>
- [22]. E.M. Alparslan, S.E. Lee, S. Manthapuri, W. Yi ve C. Deb, “PV (Photovoltaics) Performance Evaluation and Simulation-Based Energy Yield Prediction for Tropical Buildings”. *Energy*, 71, 588-595 (2014).
- [23]. M. Said, M. EL-Shimy ve M.A. Abdelraheem, “Photovoltaics Energy, Improved Modeling and Analysis of the Levelized Cost of Energy (LCOE) and Grid Parity- Egypt Case Study”, *Sustainable Energy Technologies and Assesments*, 9, 37-48 (2015).
- [24]. <http://www.deparsolar.com/sayfa1.asp?id=39>
- [25]. F. Uyan ve A. K. Yener, “Yeşil Binalarda Aydınlatma”, *Yeşil Bina Dergisi*, Sayı 9, (2011).
- [26]. <http://www.gunisiyaiydinlatma.com/Product/SkyboxShelf>
- [27]. <http://inhabitat.com/solar-tube/>
- [28]. Anon, IEA, *Daylight in Buildings*, Report IEA SHC Task 21, Washington (2000).
- [29]. <http://spie.org/x36474.xml>
- [30]. http://newlearn.info/packages/clear/visual/buildings/options/core/mirror_heliostat.html
- [31]. <http://www.eie.gov.tr/MyCalculator/pages/3.aspx>
- [32]. Varınca, K. B. ve Gönüllü, M. T., “Türkiye’de Güneş Enerjisi Potansiyeli ve Bu Potansiyelin Kullanım Derecesi, Yöntemi ve Yaygınlığı Üzerine Bir Araştırma”, UGHEK’2006: 1. Ulusal Güneş ve Hidrojen Enerjisi Kongresi, Eskişehir, Haziran 2006