

# MİMARİ, GÜNEŞ VE TEKNOLOJİ İLİŞKİSİ

**Doç. Dr. Türkan GÖKSAL ÖZBALTA**  
Ege Üniversitesi  
Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü  
Bornova  
35100-İzmir

**email: turkan.ozbalta@ege.edu.tr**  
**tozbalta@hotmail.com**  
**tel: (232) 388 6026 / 5185**

# MİMARİ, GÜNEŞ VE TEKNOLOJİ İLİŞKİSİ

## ÖZET

Çevresel sorunların alabildiğine hızlanması ve dolayısıyla da, çevreyi korumanın giderek artan bir endişe konusu haline gelişi, mimarlığın bundan bağımsız kalmasını olanaksız kılmıştır. Bu nedenle, son yıllarda pek çok ülkede yapıların enerji kullanım performansını ekonomikləştirmek yaşamsal bir anlam taşıyor. Sonuçta, enerji etkin tasarıma dayanan çevreci ya da yeşil mimarlığın giderek önem kazandığı ve yaygınlaştığı söylenebilir. Amaç, olabildiğince az enerji tüketen, çevrenin kirlenmesine dolaylı ve doğrudan olabildiğince az katkıda bulunan, yani çevrenin sürdürülebilirliğini zedelemeyen tasarımlar gerçekleştirmektir. Bu çalışmada binalarda enerji tüketimini azaltmaya ve güneş enerjisinden kazanç sağlamaya yönelik olarak mimaride güneşten yararlanma olanakları, enerji etkin tasarım ilkeleri ve teknikler gerçekleştirilen uygulamalar ile birlikte inceleniyor.

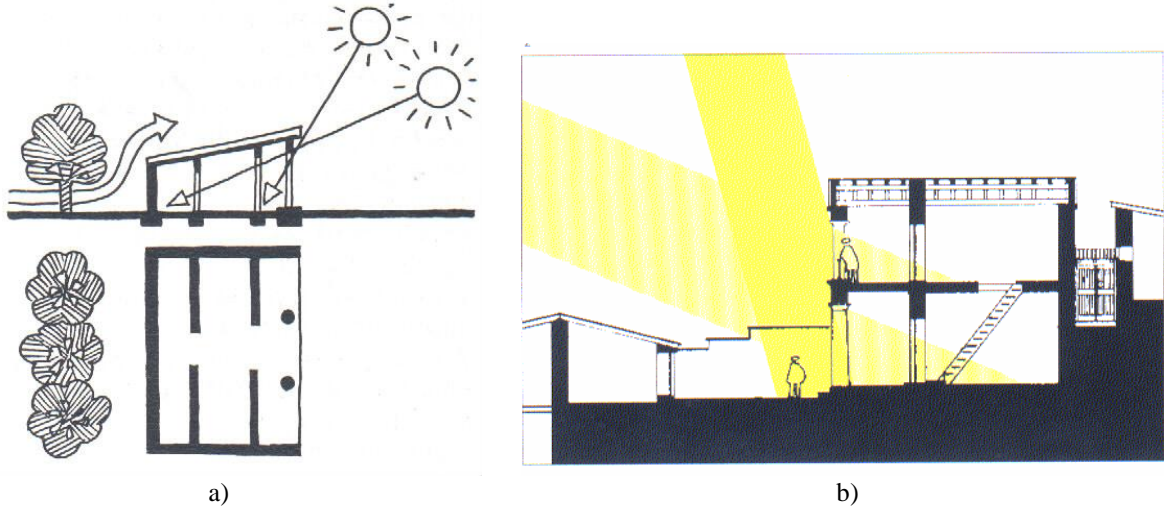
## GİRİŞ

Enerji, yaşam döngüsünün temel öğelerinden biridir ve yaşamın sürekliliği için gereklidir. Enerji tüketiminin önemli bir bölümünün binalarda gerçekleşmesi nedeniyle, bina ve yerleşim birimleri tasarımı sürdürülebilirlik bağlamında önem arz etmektedir. Bu nedenle binalarda enerji korunumu sağlamanın yanı sıra binaların enerji performansını arttırmak ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmek kaçınılmazdır. Doğadan yararlanarak adeta doğayı işleyen ve doğaya egemen olmaya çalışan insanoğlu, günümüzde çevreye verdiği zararların neden olduğu iklimsel değişimlerle yüz yüze gelmiştir. Endüstri devrimiyle başlayan ve XXI. yüzyılda da giderek ivme kazanan bir hızla süren teknolojik gelişmelerin çevre üzerindeki baskısı tehlikeli boyutlara ulaşmış ve Birleşmiş Milletler tarafından 5-16 Haziran 1972 tarihleri arasında Stockholm’de düzenlenen Çevre Konferansı’nda çevresel sorunların evrenselliği kabul edilmiştir. (Keleş ve Hamamcı) Sonucunda, yeni enerji teknolojilerinin gerekliliği ortaya konmuş ve gelişmiş ülkeler öncelikli olmak üzere iklim koşullarına ve yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı araştırma ve uygulama çalışmaları hızlanmıştır. Gerek “Kyoto Protokolü” kapsamında gerekse “Johannesburg Sürdürülebilir Kalkınma Dünya Zirvesi” kararları doğrultusunda pek çok ülke küresel ısınmanın nedeni olan CO<sub>2</sub> emisyonlarını azaltma yönünde önlemler almaktadır. Bilindiği gibi sanayileşme, artan konfor talepleri ve gelişen teknoloji enerji kullanımını arttırmakta. Geleceğe yönelik yapılan projeksiyonlarda CO<sub>2</sub> salımının bugünkü hızı ile sürmesi sonucu 2040 yılında 1.5-4.5 °C’lik sıcaklık artışı beklenmektedir. (Schneider) Mimarlık ve çevre arasındaki ilişkinin sorgulanması sonucu ‘enerji’nin mimarlık alanında tasarımı yönlendiren bir etmen olduğu görülür. Bu bağlamda ısı kazanç ve kaybında etkili olan bina kabuğunun iç ve dış iklim arasında denge sağlayabilen dinamik bir yapıya dönüştürülmesi önem kazanmaktadır. Enerji etkin tasarım amacıyla geliştirilen güneş duvarları, kış bahçesi, çift kabuk cephe kuruluşları, fotovoltaiik cephe ve çatı uygulamaları bu çalışma kapsamında ele alınmaktadır.

## MİMARİDE GÜNEŞTEN YARARLANMA

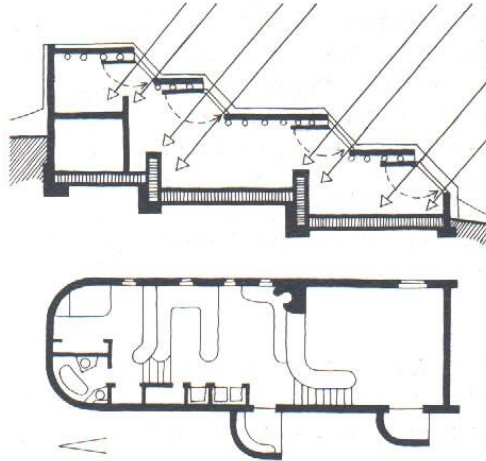
Güneş enerjisinden mimaride tasarımda alınan önlemlerle etken (aktif) ve edilgen (pasif) olarak yararlanmak olanaklıdır. Edilgen yararlanmada sistem binaya entegre edilmiş ve yapı elemanları bu sistemin bir parçasıdır. Bu nedenle tasarımda alınacak önlemler öncelikli olup, olabildiğince az tesisat kullanımı söz konusudur. Günümüzde güneş mimarisi, yeşil mimari ve enerji etkin mimari uygulamaları oldukça güncel olmakla birlikte tarihsel perspektif, insanlığın binlerce yıldır güneşten gelen yaşam ve enerji akışının bilincinde olduğunu gösteriyor. MÖ 470-399 yıllarında yaşayan Sokrates’in edilgen (pasif) yöntemlerle güneşten yararlanma ve korunmanın bilincinde olduğu Sokrates Evi (Şekil 1a) uygulamasında görülmektedir. (Vitruvius) Vitruvius’a göre Sokrates, güneşe bakan evlerden kış güneşinin içeriye alınabildiğini ama yazın güneşin çatıların üstünden geçtiğini ve gölgede kaldığını; kış güneşinden yararlanabilmek için güney cephesinin yüksek, soğuk

rüzgarlardan korunabilmek için de kuzey cephesinin alçak yapılmasını önermiştir. Temelde tasarım kriterleri benzer olmakla birlikte gelişen teknoloji paralelinde yeni yapı malzemelerinin de kullanıma sunulması ile günümüzde mimarlıkta güneşten yararlanmanın yöntemleri de gelişmektedir. Güneş ışınlarının dünyaya yıl boyunca değişik açılarda ulaşması eğer mimari tasarımda akılcı kullanılırsa sıcak ve soğuk dönemlerde ısı açıdan binalarda en uygun şartları oluşturmak olanaklıdır. Yaz güneşinin geliş açısının yüksek, kış güneşinin ise daha düşük olması (Şekil 1b), kuzey yarım kürede güneye bakan yüzeylerin kışın daha fazla güneş ışınımı almasını, yazın ise saçak veya güneş kırıcılar ile istenmediği durumlarda kolayca korunabilmesini olanaklı kılmakta, dolayısı ile mimarlıkta güneye bakan cepheler önem kazanmaktadır.



Şekil 1: a) Sokrates evi, MÖ 469-397 (Weber), b) Pirene Yerleşimi, MÖ 400 (Behling, Behling)

Güney cephelerinin komşu binalar, bitki, ağaç ya da topoğrafya özellikleri gibi çeşitli engeller nedeniyle gölgede kalmaları, ya da arsa boyutlarının güneyde geniş cepheye olanak vermediği durumlarda, aşırı ısınma sorunlarına karşı önlem alınmasını da beraberinde gerektirmekle birlikte yatay ya da güneye bakan çatı açıklıklarından yararlanılabilmektedir. (Şekil 2)



Şekil 2 : Çatıda güney açıklıklardan edilgen kazanç sağlama (Weber)

Güneş mimarisinde “enerji kazancı”nı arttırma ve “enerji kayıpları”nı azaltmaya yönelik tasarım kriterlerini gruplamak olanaklıdır. (Király) Enerji kazancı açısından;

- konum (yer),
- güneye yönelme,
- ısı depolama özelliği olan malzemelerin kullanımı,
- güneşten korunma önlemleri,
- güneş enerjisi kazanımını olanaklı kılan yüzey tasarımı ön planda gelir.

Enerji kayıplarını azaltmaya yönelik olarak ise;

- kompakt form,
- planlamada zonlama (bölgeleme),
- saydam ve opak yüzeylerde kullanılan yapı elemanlarının ısı geçiş katsayıları (U-değeri) önemli rol oynar.

Mimaride güneşten edilgen (pasif) yararlanma;

- Güneş pencereleri (doğrudan kazanç),
- Güneş duvarları (dolaylı kazanç),
- Kış bahçeleri (doğrudan kazanç) aracılığı ile gerçekleşir. (Gonzalo)

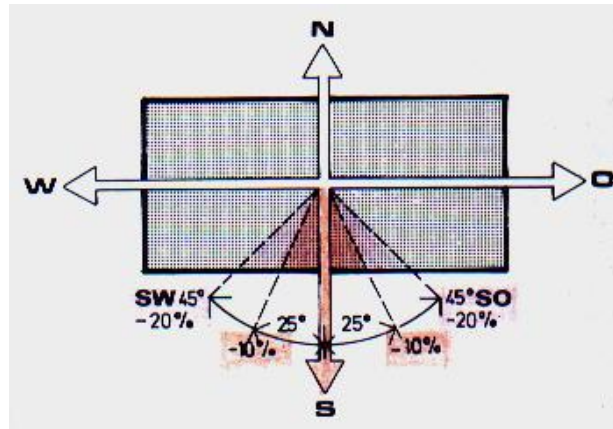
### Güneş Pencereleri:

Doğrudan kazanç sisteminin en basit ve etkin olan ögesi güneş pencereleridir. Pencerenin iyi yalıtılmış bir mekanda ve güneşe yönlendirilmiş olması koşuldur. Güneş pencerelerinde saydam yüzeyden içeri giren güneş ışınları, mekanın masif duvarları ve döşemeleri tarafından absorbe edilerek ısı enerjisine dönüştürülür. Isıl kütle olarak işlev gören masif elemanlar aracılığı ile mekan içindeki aşırı sıcaklık farklılığı engellenir. Mekan sıcaklığının azalması durumunda, ısı masif elemanlardan taşınım ve ışıma yolu ile geri verilir. Bu sistemin en önemli yararı basit ve kolay uygulanabilir olmasıdır. Pencere büyüklükleri, pasif kullanım açısından güneş ışıma etkisine ve binanın ısı gereksinimine bağlı olarak değişir. Pencere yüzeyinin gereğinden fazla büyük seçilmesi, toplanan enerjinin optimal düzeyde kullanılmamasına, hatta depolanmamasına neden olabilir. Sonucunda mekanların aşırı ısınması, dolayısıyla güneşten koruyucu önlemler alınması ve mekanların havalandırılması kaçınılmaz olur. Pencerenin form ve pozisyonu (düzenlenme şekli) güneş ışınlarının depolayıcı yüzeylere ulaşmasını sağlar. Yatay düzenlenmiş pencereler, güneş ışınlarının daha geniş alana yayılmasını olanaklı kılar. Düşey konumlanmış pencerelerde ise ışınların mekan derinliğince etkimesi söz konusudur. Kışın güneşin yataya en yakın açı ile gelmesi, ışınların düşey pencerelerden mekanın en derin köşelerine ulaşmasına olanak verir. Bilindiği gibi aynı özelliklere sahip cam yüzeylerin ısı kayıpları yöne bağımlı olmaksızın aynıdır, yöne bağımlı olarak değişen yalnızca güneşten elde edilen ısı kazancıdır. Kış döneminde kuzey yarıküre için en fazla kazancın sağlandığı yön güneydir. Tablo 1’de yönler göre pencerelerden elde edilen enerji kazançları verilmektedir.

**Tablo 1 : Yönler göre pencerelerden elde edilen enerji kazancı (Daniels)**

Yön	Enerji Kazancı
Güney cephe (GGD 170°)	256 kWh/m <sup>2</sup> .yıl
Batı cephe (BGB 260°)	89 kWh/m <sup>2</sup> .yıl
Doğu cephe (DKD 80°)	43 kWh/m <sup>2</sup> .yıl

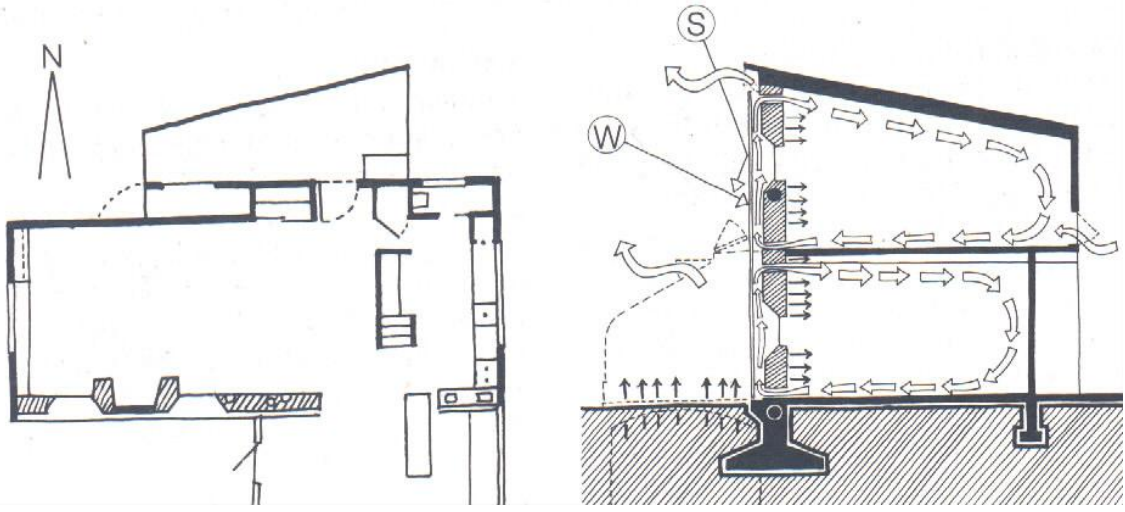
Güneyden doğu ve batıya 25 °lik sapma % 10 oranında bir kayıp, 45 °lik sapma ise % 20 oranında kayba neden olmaktadır. (Şekil 3) Bu nedenle güneş enerjisinden pasif olarak doğrudan yararlanan sistemlerde, pencere alanının binanın bütünü içinde sabit tutularak cephelere göre dağılımlarının değiştirilmesi ile optimum yarar sağlanabilir.



**Şekil 3: Güney yönünden sapma durumunda güneşten kazancın azalması (Kiraly)**

## Güneş Duvarları

Güneş penceresi uygulamalarında yansıtma, parlama, aşırı sıcaklık farklılıkları oluşması gibi sorunlar olabilmektedir. Bu tür sorunlar depolayıcı olarak işlev gören ve güneş ışınlarını direkt olarak alan cam yüzeyin arkasında duvar düzenlenmesi ile oluşturulan kuruluşlar aracılığıyla çözülebilir. Güneş duvarlarında masif dış duvar yüzeyine ulaşan güneş ışınları absorbe edilerek ısı enerjisine dönüştürülür. Isı enerjisi duvar konstrüksiyonuna bağlı olarak belli bir süre sonra taşınım ve ışınım aracılığıyla iç mekana iletilir. Trombe duvarı ve saydam yalıtımlı duvar kuruluşları güneş mimarisi ve enerji etkin tasarım uygulamalarında oldukça yaygın olarak gündeme gelmektedir. Güneş duvarının etkinliği global ışınım değeri, direkt güneş ışınım oranı, duvar yüzeyinin absorpsiyon gücü, duvar kalınlığı ve duvar malzemesinin yoğunluğu ve ısı depolama kapasitesi ile düzenlenen güneş kırıcı elemanlara bağlıdır. Sistemde kullanılan havalandırma menfezleri ile sistemin etkinliği % 20-30 oranında artırılabilir. (Şekil 4) Yeterli hava sirkülasyonu sağlanabilmesi için güneş duvarında bırakılan menfez alanı duvar yüzeyinin  $\approx$  % 3'ü oranında olmalıdır. (Gonzalo) Bilindiği gibi güneş duvarının iç ve dış görünüşleri oldukça farklı ve dış görünüşü itibarıyla camlı bir yüzeyden farklı olmayıp içten geleneksel bir duvar görünümündedir. (Şekil 5) Verimli bir ısı dağılımının gerçekleşebilmesi ve ısı geçişinin engellenmemesi için, duvar iç yüzeyinin tefriş elemanlarından arındırılması gerekir.



Şekil 4: Güneş duvarı uygulaması, plan ve kesit (Trombe duvarı), Princeton, ABD (Weber)



a)



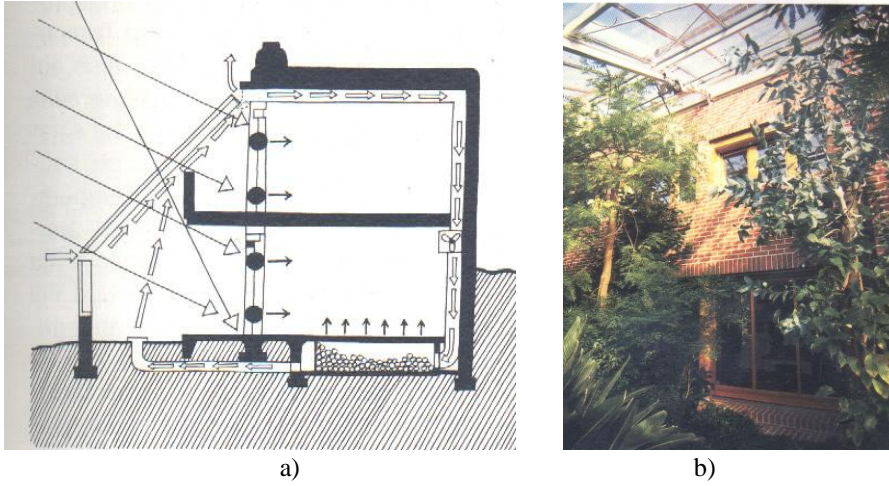
b)

Şekil 5: a) Güneş duvarı-çok katlı konut, ABD, b) Toledo'dan bir güneş cephesi - İspanya (Energiegerechtes)

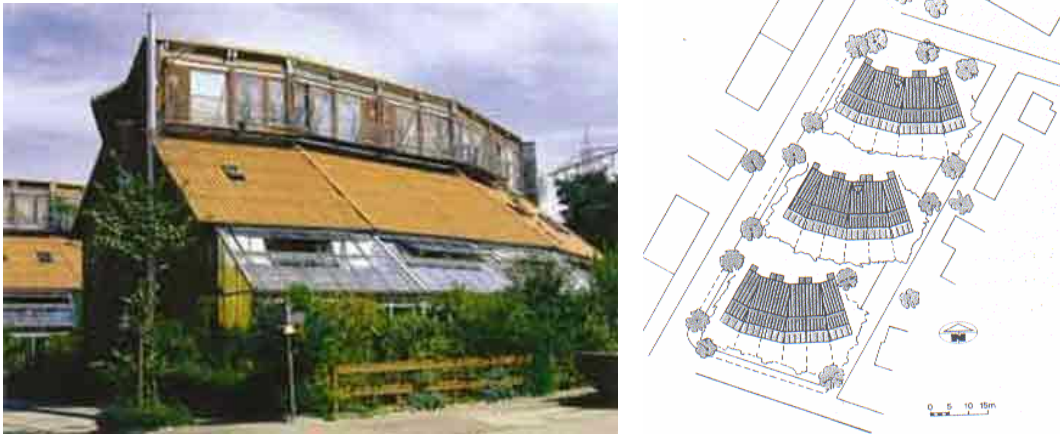


## Kış Bahçeleri

Kış bahçeleri içinde yaşanabilen sıcak hava toplacıları şeklinde tanımlanabilen, ısıtılmayan, güneye yönlendirilmiş, camın yoğun olarak kullanıldığı mekanlardır. Kış bahçesi ve onunla ilişkili mekan arasında düzenlenen duvar genelde masif olup, ısı koruyucu ve depolayıcı işlevini görmektedir. Böylece kış bahçesindeki aşırı sıcaklık farklılıkları azaltılmış, konforu yüksek, dengeli bir iklim sağlanmış ve daha uzun süre kullanılabilen bir mekan yaratılmış olur. Duvarda açıklık düzenlenmesi ile kış bahçesinin sıcaklığı direkt olarak bağlı olduğu mekana verilebilir. Bu açıklıkların büyük ya da duvarların saydam bir malzemeden olması durumunda, güneş ışınlarının direkt olarak iç mekanlara alınması da olanaklıdır. Ancak böyle durumlarda aşırı sıcaklık farklılığı ve yansıma gibi sorunlar ortaya çıkabilir. Kış bahçeleri mekansal ve enerji açılarından bağımsız mekanlar olup, kendileri ile ilişkili mekan ikliminin dengede kalmasına katkıda bulunurlar. Sistemin en önemli yararlarından biri, ilave tesisat olmaksızın enerji kazancını arttırmasıdır. Böylece düşük maliyetle mekanların konforu arttırılmakta ve sıcaklık farkı azaltılmaktadır. Kış bahçeleri mekanlardan taşınım yoluyla ısı kaybını engelleyerek tampon bölgeleri oluştururlar. Dış duvarın rüzgardan korunmuş olması taşınım yoluyla ısı kaybını en aza indirir. Ayrıca kış bahçeleri sera niteliğinde olursa temiz hava sağlanmasına da katkıda bulunur. Kış bahçesinde kazanılan ısı fazlası Şekil 7'de görüldüğü üzere diğer mekanlara aktarılarak ısı tesisatına destek olmanın yanında, kullanım açısından farklı olanaklar sunarlar. Konum, konstrüksiyon ve kullanım amacına bağlı olarak kullanım süreleri 200-300 gün arasında değişmektedir. Bunun dışında kış bahçeleri, çevre ile direkt bağlantı sağlaması, aydınlık olması ve diğer mekanlara nazaran daha serin olması (14-16 °C) gibi özellikleri nedeniyle konfor sunarak, yaşam kalitesini arttırmaya katkıda bulunmakta ve çok kat yüksekliğinde düzenlenerek, birden fazla mekana hizmet verebilmektedir. (Şekil 6) Hava sirkülasyonu için açılabilen yüzeylerin camlı alanın en az 1/6 oranında ve bu açıklıkların % 50'sinin cephenin alt bölümünde, % 50'sinin ise üst bölümde düzenlenmesi gerekir. (Gonzalo)

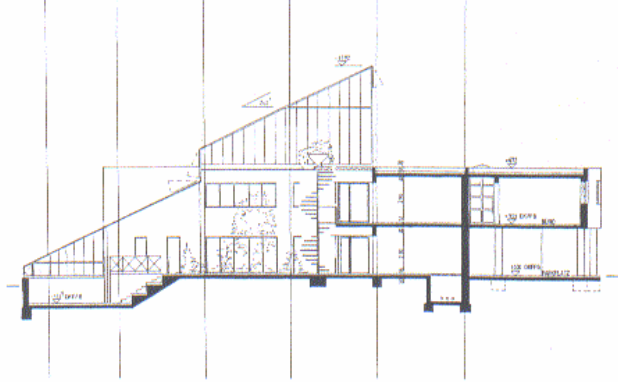
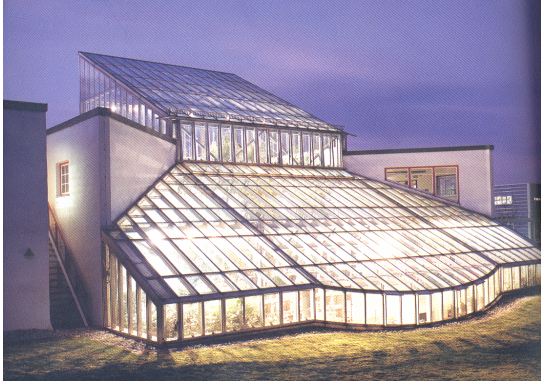


Şekil 6: a) Kış bahçesinin işleyiş şeması, konut- Santa Fe, (Weber), b) kış bahçesi içten görünüşü (Király)



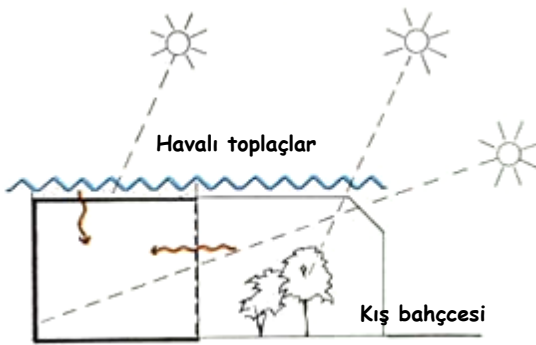
Şekil 7: Düşük enerjili konutlar, Lindenwaldle/Freiburg, güney görünüşü ve konum planı (Schneider, Freiburger)

“Pasif bina” olarak tasarlanan Freiburg-Lindenwaldle konutlarının enerji tüketimleri 55 kWh/m<sup>2</sup>.yıl’dır. Mimar R. Disch’in tasarladığı sıra evlerde tasarım kriterleri güneye yönelme, kuzeyde kapalı yüzeyler, kompakt form, kış bahçesi ve güney pencereleri düzenlenmesi ile masif duvar+döşeme elemanlarının kullanımı şeklinde sıralanabilir. (Göksal) Binanın tüm mekanlarına hizmet veren bir diğer kış bahçesi uygulamasına ise Ulm Üniversitesi kampusunda bulunan Araştırma Merkezi binası örnek verilebilir. Şekil 8’de görülen binanın U-formlu planı, kış bahçesine açılan 670 m<sup>2</sup> büyüklüğünde bir alana sahip olup, çalışma odaları, kitaplık, 60 kişilik toplantı odası ve laboratuardan oluşmaktadır. Güneye yönelme ile kış bahçesi toplaç işlevi görmekte; döşeme ve duvarların masif tuğladan üretilmesi ile ısı kütlesi olarak çalışmaları sağlanmıştır. Tüm mekanların kış bahçesine açılması ile hem ısıdan kazanç hem de kış bahçesinde toprağa bağlı subtropikal bitkiler aracılığı ile tüm mekanların serinletilmesinde yararlanılmaktadır.

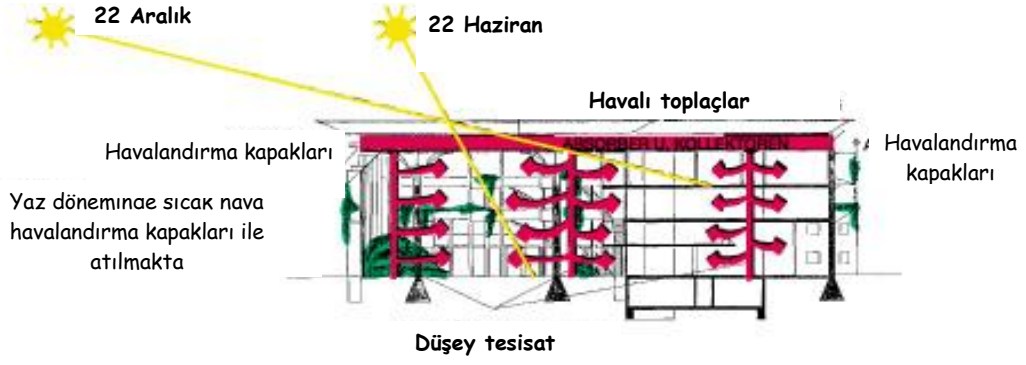


Şekil 8: Ulm Üniversitesinde Araştırma Merkezi (1988), kış bahçesi uygulaması görünüş ve kesit (Schneider)

Güneşten mimaride etken olarak yararlanma söz konusu olduğunda ısı toplacılar ve fotovoltaik modül uygulamaları gündeme gelir. Herten kent merkezinde yer alan arsanın çevresinde yapılaşma olması ve gölgeye maruz kalması nedeniyle, çatı konstruksiyonu ve kış bahçesi aracılığı ile güneşten yararlanılarak enerji tüketimi düşük bir bina tasarlanmıştır. Herten şehir kütüphanesi binasının çatısını kırık plak şeklinde havalı toplaçlar oluşturmakta, ilkbahar ve sonbahar dönemlerinde çatıdaki toplaçlarda üretilen enerji binanın ısıtılması için yeterli olabilmektedir. Çatıdan elde edilen sıcak hava düşeyde düzenlenen kolonlar (borular) ile katlardaki mekanlara dağıtılmakta, (Şekil 9, 10) sıcaklığın fazla olması durumunda ise kış bahçesinde düzenlenen açılabilir kanatlar aracılığı ile havalandırma sağlanmaktadır.



Şekil 9: Şehir kütüphanesi, güneşten yararlanma şeması ve çatı konstruksiyonu, Herten/Almanya, LOG ID



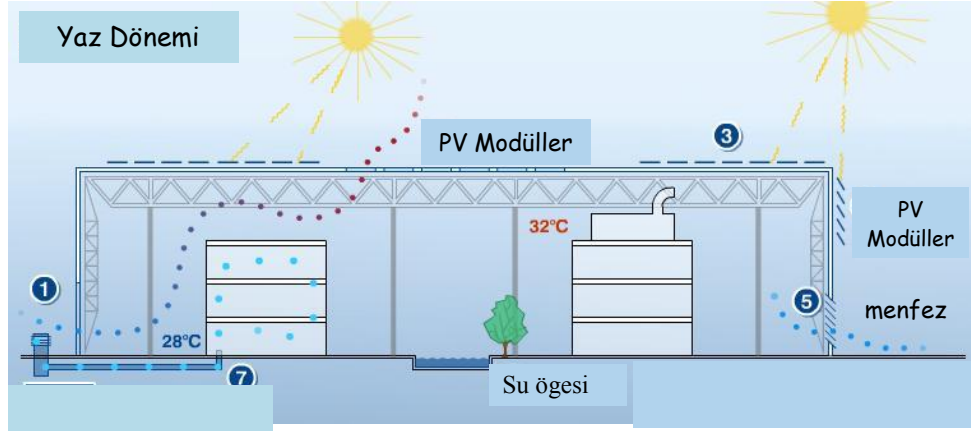
**Şekil 10:** Herten kütüphanesi (1994) – Kesitte sıcak havanın dağılım şeması

Ekolojik mimarlık ve sürdürülebilirlik bağlamında gerçekleştirilen Mont-Cenis Akademi Binası da güneşten mimaride etken ve edilgen yararlanmanın başarılı örneklerinden biri olarak gösterilebilir. (Şekil 11) Enerji kayıplarının engellenmesi ve mikroklima yaratılabilmesi için farklı işlevlere sahip olan binalar cam fanus içinde yer toplanmıştır. Binanın çatısına ve batı cephesine entegre edilen 1 MW gücünde fotovoltaik modüller aracılığı ile elektrik enerjisi elde edilmekte olup, farklı geçirgenliğe sahip PV-modüller aracılığı ile iç mekana kontrollü ışık geçişi, dolayısıyla aydınlatma enerjisinden tasarruf sağlanmaktadır. İklim koşullarının denetlendiği, enerji üretim ve tüketimine duyarlı bir ortam oluşturulmasının bilimsel olarak araştırılmasının amaçlandığı proje, Avrupa Birliği JOULE Programı tarafından desteklenmiştir. Cam kabuğun çatısına ve cephesine entegre edilen PV modüller ile yılda 750 000 kWh enerji üretilmektedir. (Mont-Cenis) 72x168 m boyutlarına sahip cam fanus içinde, sera niteliği, atık ısının geri kazanımı ve PV elemanlar ile beklenen enerji tasarrufu gerçekleşmekte olup, aynı yalıtım standartlarına sahip binalara karşın % 23, iklimlendirilmiş binalara karşın ise % 18 oranında daha az CO<sub>2</sub> emisyonu açığa çıkmaktadır. Yıllık enerji tüketimi 50 kWh/m<sup>2</sup>den daha az olan binada, iklimlendirme tesislerinin optimum düzeyde çalıştırılması durumunda yaklaşık 32 kWh/m<sup>2</sup>.yıl olacağı tahmin edilmektedir. (Compagno) Şekil 12’de binanın yaz döneminde havalandırılmasına ilişkin işleyiş şeması görülmektedir.



**Şekil 11:** Mont-Cenis Akademi Binası (1999), görünüş ve çatıda fotovoltaik modüller (<http://www.montcenis.de>)





Şekil 12: Mont-Cenis Akademi Binası, enine kesit (<http://www.montcenis.de>)

## SONUÇ

Mimaride güneş enerjisinden yararlanmanın MÖ 400'lü yıllara tarihlendiği uygulamalardan görülmektedir. Günümüzde çevresel sorunlar nedeniyle çevre bilincinin giderek artması mimari tasarım kriterlerini de etkilemekte ve bu bağlamda düşük enerjili bina tasarımlarını esas alan güneş mimarisine yönelik uygulamalar giderek artmaktadır. Çalışmada da verilen örneklerden görüleceği üzere tasarımda alınacak önlemler ve teknolojinin sağladığı olanaklarla binaların enerji tüketimlerini azaltma çabaları da sürmektedir. Farklı iklim bölgelerine sahip olan ülkemizde, iklim koşulları ve güneş enerjisi yeğinliği dikkate alınarak ve teknolojik olanaklardan yararlanarak çevre dostu, ekolojik ve kullanım süresince de enerji tüketimi en aza indirgenmiş ekonomik yapılar tasarlanması, enerji eldesinde % 75 düzeyinde dışa bağımlı olan ülkemizde bir zorunluluk olarak görülmektedir.

## KAYNAKLAR

1. Behling, S., Behling, S., Sol Power, Die Evolution der solaren Architektur, Prestel München-New York, 1996.
2. Compagno, A., Intelligent Glass Facades, Material, Practice, Design, Birkhauser Publishers, Basel, Boston, Berlin, 1999.
3. Daniels, K., Technologie de ökologischen Bauens, Birkhauser Verlag, Basel, Boston, Berlin, 1995.
4. Energiegerechtes Bauen und Modernisieren, Grundlagen und Beispiele für Architekten, Ingenieure und Bewohner, Birkhauser Verlag, Basel, Berlin, Boston, 1996.
5. Freiburger Solarenergie-Führer, Stadt Freiburg im Breisgau, Umweltschutzamt, Ausgabe 1999-2000.
6. Gonzalo, R., Energiebewusst Bauen, Wege zum solaren und energiesparenden Planen, Bauen und Wohnen, Edition Erasmus, 1994.
7. Göksal, T., Ekomimari öncüsü bir kent: Freiburg, Arredamento Mimarlık Dergisi, Sayı 11, s. 125-130, 1999.
8. Keleş, R., Hamamcı, R., Çevrebilim, İmge Kitabevi, Ankara, 1993.
9. Kiraly, J., Architektur mit der Sonne, C.F. Müller Verlag, Heidelberg, 1996.
10. Mont-Cenis, Fortbildungsakademie Hernd, Stadtbildungszentrum Herne Sodingen, 1 Megawatt Solarkraftwerk der Stadtwerke, Oktober 1998.
11. Schneider, A., Solar Architektur für Europa, Birkhauser, Basel, Boston, Berlin, 1996.
12. Treberspurg, M., Neues Bauen mit der Sonne, Ansätze zu einer klimagerechten Architektur, Springer-Verlag, Wien, New York, 1994.
13. Weber, H., Energiebewusst planen, Verlag Georgy D.W. Callwey, München, 1983.
14. Vitruvius, Mimarlık Üzerine On Kitap: Çev. Suna Güven, Şevki Vanlı Mimarlık Vakfı, Ankara, 1990.
15. Weber, H., Energiebewusst planen, Verlag Georgy D.W. Callwey, München, 1983.
16. <http://www.montcenis.de>