

# YAPILAŞMADA GÜNEŞ ENERJİSİ KULLANIMI VE ESTETİK ÇÖZÜM ÖRNEKLERİ

Hacer MUTLU DANACI

R. Eser GÜLTEKİN

Akdeniz Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Antalya, Türkiye

[hacermutlu@akdeniz.edu.tr](mailto:hacermutlu@akdeniz.edu.tr)  
[esergultekin@akdeniz.edu.tr](mailto:esergultekin@akdeniz.edu.tr)

## ÖZET

Fizikteki tanımıyla iş yapabilme gücüne enerji denir. Enerji, doğada çok değişik şekillerdedir. Ekosistemin temel enerji kaynağı güneştir ve evrendeki enerji miktarı sabittir, sadece değişik şekillerde bulunmaktadır. Küresel ısınmayla birlikte, başta Avrupa olmak üzere bir çok ülkede doğaya zararlı enerji türleri yerine yenilenebilir enerji türlerinin kullanımını artırma ve özendirme çabası vardır. Özellikle ülkemizde, iklimsel özelliklerden dolayı bol olan güneş enerjisinin yapılarda aktif ve pasif olarak kullanımıyla doğaya saygılı ekolojik yapılaşmanın yaygınlaşması söz konusudur. Ancak yapılaşmada güneş enerjisinin kullanımı, özellikle aktif güneş sistemlerinde gerekli olan geniş yüzeyli paneller, sübjektif de olsa mimari açıdan estetik kaygıları da beraberinde getirmektedir. Çalışmada teknoloji ile estetiği birleştirmeye çalışan özel tasarımlardan örnekler verilecektir.

**Anahtar kelimeler:** mimaride güneş enerji sistemleri, estetik.

## 1. GİRİŞ

Dünyanın enerji tüketimi büyük ölçüde kömür, petrol ve doğalgaz gibi hidrokarbon türü fosil kaynaklara dayanmaktadır. 2025 yılına kadar petrol ve doğalgaz talebinde artışın süreceği ve dünya enerji talebinin büyük kısmının fosil yakıtlardan sağlanacağı düşünülmektedir. Bugün dünyanın en önemli çevre sorunu küresel ısınmadır. Küresel ısınmanın başlıca sebebi fosil yakıtlardır. Fosil yakıt yanma emisyonlarının karbondioksit gibi sera gazlarını içermesi nedeniyle, atmosfer artan sera etkisi ile iklim değişikliklerine yol açabilecek bir küresel ısınma sürecini başlatmıştır. Karbondioksit emisyonlarının en büyük kaynağı ise ısıtma, soğutma ve elektrik üretim araçlarıyla yakılan fosil yakıtlardır. Türkiye fosil yakıt rezervleri bakımından zengin bir ülke değildir. Bilinen fosil yakıt rezervlerinin toplamı 2454 Mtep kadardır. Aksine tükenmez doğal kaynaklar potansiyeli bakımından zengin bir ülkedir. Ülkemizde kullanılabilir ve/veya ekonomik boyutları ile 25 Mtep/yıl güneş, 50 TWh/yıl rüzgar ve 32 Mtep/yıl biomas enerji potansiyeli bulunmaktadır. Bu nedenle Türkiye, yenilenebilir enerjiler üzerinde atılım yapmak için tüm doğal olanaklara sahip bir ülkedir ve güneş enerjisi Türkiye'nin en görkemli doğal kaynağıdır (Filik, 2004).

Başlıca yenilenebilir enerji türleri şunlardır:

- Güneş enerjisi,
- Rüzgar enerjisi,
- Biokütle enerjisi,
- Jeotermal Enerji,
- Hidrojen Enerjisi,
- Su kökenli enerjiler.

Bu çalışmada yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş enerjisinin mimaride kullanımı hakkında bilgi verilerek, özellikle aktif güneş sistemlerinde estetik kaygılarla üretilmiş örnekler değinilecektir.

## 2. GÜNEŞ ENERJİ SİSTEMLERİ

Güneş enerjisinin mimari yapılaşmada kullanım alanları çok çeşitlidir ve amaca göre değişmektedir. Örneğin;

- Yapılarda, ısı ve elektrige dayalı enerji isteminin bir kısmının karşılanması,
- Yapılarda aktif ısıtma ve iklimlendirme, toplu yerleşim ünitelerinde entegre sistemlerle ısı ve elektrigin üretilmesi,
- Kullanım suyu ısıtma, yüzme havuzu suyu ısıtma,
- Deniz suyu ya da kirlı suyun arıtılması,
- Gündüz ve gece aydınlatmasında güneş enerjisinin kullanılması sayılabilir.

Güneş enerjisi, yapılarda en çok kullanılan yenilenebilir enerji türüdür. Bu enerji ısıtma ve soğutma sistemlerinde kullanıldığı gibi, elektrik üretiminde de kullanılmaktadır. Güneş enerjisinin mimarlıkta kullanımına ilişkin çeşitli alternatifler vardır. Bunlardan en önemlileri (Tönük, 2001; Göksu, 2008):

- Pasif güneş sistem yoluyla güneşten enerji kazanılması (Kış bahçeleri, güney yönünde tasarlanan büyük cam yüzeyler vb.)
- Aktif güneş sistem yoluyla güneşten enerji kazanılması (Güneş kolektörleri),



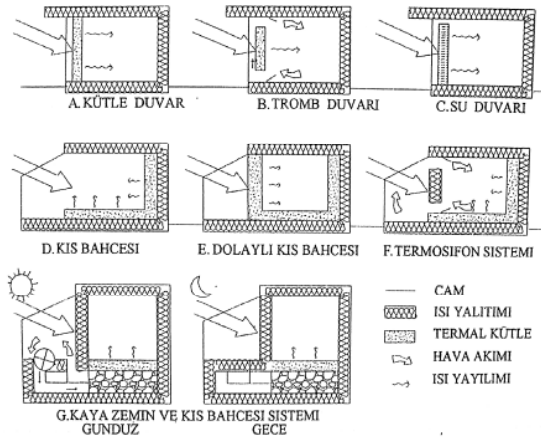
- Fotoelektrik değişim yoluyla elektrik enerjisi kazanılması (Güneş pilleri).

## 2.1. Pasif Güneş Sistemleri

Pasif güneş sistemler, güneşten enerji elde etmenin en basit yoludur (Tönük, 2001). Basit olarak güneydoğu, güney ve güneybatı yönünde açılan pencereler ve cam yüzeyler aracılığı ile toplanan ısının mekana dağıtılması ilkesine dayanmaktadır. Pasif sistemler; toplama, depolama ve dağıtım olmak üzere üç aşamalıdır (Roaf, 2001; Dedeoğlu, 2002).

- **Toplama:** Güneş ısısının toplanması için konutun güney-doğusundan güney-batısına kadar olan cephesinde geniş açıklıklı, çift camlı doğramalar, seralar, galeri ve atriumlarla gerçekleştirilir.
- **Depolama:** Güneş enerjisi depolandıktan sonra ısının bir kısmı anında kullanılmakta, kalan kısmı ise daha sonra kullanılmak üzere termal kütle olarak adlandırılan zemin ve duvarlara yayılmaktadır. Bu termal kütle, taş, tuğla veya sudan oluşturulabilmektedir.
- **Dağıtım** zeminde ve duvarlarda korunan ısı, ışınım ve taşıma yolu ile ortama yayılmaktadır. Taşıma için fanlar, vantilatörler de kullanılmaktadır.

Temel pasif güneş sistem mantığı ile geliştirilmiş farklı çözümler bulunmaktadır (Roaf, 2001; Filik, 2004) (Şekil 1).



Şekil 1. Pasif Güneş Sistem Türleri (Roaf, 2001; Filik, 2004).

- Kütle Duvarı:** Termal kütlede toplanan ısı mekanlara ısı difüzyonu yoluyla yayılmaktadır.
- Tromb Duvarı:** Hem a şikkındaki gibi ısı yalıtımı vardır, hem de termal kütle ile saydam cephe arasında sera etkisiyle oluşan sıcak hava kapaklar aracılığı ile mekanlara yayılmaktadır.

c) **Su Duvarı:** Masif duvara göre ısı tutuculuğu daha fazla olan su kütleleri termal kütle olarak kullanılmaktadır.

d) **Kış Bahçesi:** Kış bahçesi yapıyla daha fazla ışınım içeriye alınmaktadır. Isıtılacak mekanlarla direkt olarak ilişki kurulmaktadır.

e) **Dolaylı Kış Bahçesi:** Kış bahçesi ile mekanlar arasında hava akımı yoktur. Sera etkisini artıran bir kış bahçesi sisteme eklenmektedir. Isı, termal kütlede difüzyon yolu ile yayılmaktadır.

f) **Termosifon Sistemi:** Dolaylı kış bahçesi sistemine kapaklar eklenerek, kış bahçesi ile yaşama mekanı arasında hava akımı yolu ile ısı transferi sağlanmaktadır.

g) **Kaya Zemin – Kış Bahçesi:** Kış bahçesinde yakalanan ısı, fanlar yardımıyla döşeme altındaki kayalarda depolanmak üzere pompalanmaktadır. Gece sıcak olması gereken hacmin küçültülmesi ve şeffaf bölümdaki ısı kayıplarından uzak durmak için havalandırma kapakları kapatılmalıdır. Sera etkisi yaratan kış bahçeleri kış ayları için uygun olmakla birlikte, yaz aylarında aşırı ısınmasına karşı önlemler olarak, güneş kırıcılar, yaprağını döken ağaçlar vb. kullanılmaktadır.

Yalnız tekil yapı bazındaki çözümler değil, kentin yönlendi, yer seçimi, sokakların düzenlenmesi gibi pek çok kriter dikkate alınmalıdır. Güneş enerjili kent sistemleri Anadolu'da yıllardan beri kullanılmaktadır. İklimle dengeli geleneksel yapılar incelendiğinde güneş enerjisinden olabildiğince yararlanan ekolojik prensiplere uygun kent dokularındır.

Göksu'ya (2008) göre, Anadolu'nun verileri dikkate alınarak güneş kent yaklaşımı 3 kategoride ele alınmaktadır. Bunlar:

- İklimle dengeli kent:** İklim faktörlerini kent yararına yorumlayan kentsel bir modeldir. İklimle dengeli kent planlaması ile 1/3 oranında fosil yakıt tasarrufu sağlanabileceği bilinmektedir. Anadolu'daki geleneksel yerleşimler iklim faktörlerine uygun olarak tasarlanmışlardır. Modern kentler ise planlama ve yapı tasarımındaki yanlışlardan dolayı yaz aylarında aşırı ısınmakta, kış aylarında ise aşırı soğumaktadır.
- Güneş mimarili kent:** Güneş enerjisinden daha fazla yararlanmak için, kentin çevre ile beraber değerlendirilmesi ve iklimin dengelenmesi yeterli değildir. Kenti oluşturan yapı adaları ve içinde bulunan binalarla kent yapısı da uygun hale getirilmelidir. Yapılan tahminler, kentin güneş mimarisine göre yapılması durumunda, ilave olarak 1/3 oranında enerji tasarrufu ya da güneş enerjisi elde etmenin mümkün olabileceğini göstermektedir.
- Tam güneş kent:** Etkin güneş kent modelinde, kentin enerji bakımından bağımsız hale getirilmesi hedeflenmektedir.

Bu yaklaşımda kentte pasif sistem dışında aktif sistemler de kullanılmaktadır. Tam güneş kentte ise, aktif ve pasif sistemler dışında, başta güneş olmak üzere bütün doğal enerji kaynaklarını bir bütün içinde kullanmak amaçlanmaktadır.

Ayrıca güneş kent modeli, modern mimari yerine, Anadolu'nun özgün mimari yaklaşımlarını ve kültürünü dikkate alarak, doğaya ve insana uyumlu güneş mimarisi sistemine geçilmesini önermektedir. Yerel mimaride doğal malzeme kullanıldığından, doğayla estetik açıdan uyumlu yerleşmeler görülmektedir.

## 2.2. Aktif Güneş Sistemleri

Aktif güneş sistemleri, teknik donanım yoluyla güneş enerjisinin kazanıldığı durumlar olarak tanımlanmaktadır. Güneş enerjisinden aktif sistemlerle iki şekilde faydalanılmaktadır (Tönük, 2001). Bunlar:

- Güneş ışınımından kazanılan ısı enerjisi kolektörlerde toplanarak, ısınma, su ısıtma vb. işlemlerde kullanılmaktadır. Güneş Kolektörleri: Sıcak su temininde ve ısıtma sistemlerine destek olarak kullanımı mevcuttur. Güneşten yayılan dağınık radyasyonun toplanması ve yoğunlaştırılması prensibi ile çalışan güneş kolektörleri, sisteme verilen soğuk suyun ısınmasını sağlamaktadırlar. Kolektörlerle elde edilen sıcak su, pompalanarak sıcak su kazanlarına ya da klima cihazlarının ısı jeneratörlerine aktarılabilir. b) Güneş enerjisi, elektrik enerjisine çevrilmektedir. Bu bağlamda kullanılan Fotovoltaik Güneş Panelleri: Fotovoltaik pillerin çalışma prensibi, güneş ışınmaları (fotonlar), plaka üzerindeki elektronları kopararak elektron akışı hareketine neden olmaktadır ve bu hareket sonucu direkt akım enerjisi oluşmaktadır. 1 m<sup>2</sup> fotovoltaik panel 2 ton CO<sub>2</sub> emisyonunu engellemektedir (Filik, 2004).

Teknolojik malzemeler oldukları için ilk yatırım maliyetleri yüksektir. Fakat ekolojik maliyetlerinin düşük olması ve ekolojik kazançlarının fazlalığı, fotovoltaik pilleri ekolojik tasarımın önemli bir parçası haline getirmektedir. Standart fotovoltaik (PV) güneş panelleri (güneş pilleri), 36 adet güneş pilinden oluşmaktadır ve en fazla 60 W elektrik gücü üretmektedir. Güneş pilinin üretildiği malzeme; cam, polyamid veya paslanmaz çelik bir levhaya lazerle yapıştırılmaktadır. Birbirine iletken tellerle bağlanan pillerin ön yüzeyi damperli cam gibi ısıya dayanıklı bir saydam tabaka ile kaplanırken, arka yüzeyi hava etkilerine karşı korunmaktadır. Modüller genellikle alüminyum bir çerçeve içine alındığı gibi, özel uygulamalar için çerçevesiz de üretilebilmektedir. Gri mavi tonlarda

renkleri mevcuttur. Ancak, özel üretimlerle istenilen renk elde edilebilmektedirler (Sev, 2007).

## 3. GÜNEŞ ENERJİSİ KULLANIM DEZAVANTAJLARI VE ESTETİK ÇÖZÜM ÖRNEKLERİ

İlk bakışta güneş enerjisi bütün enerji ihtiyacımızı karşılamada mükemmel bir sonuç gibi gözükse de, özellikle aktif güneş enerji sistemleri a) estetik, b) güneş enerjisinden faydalanabilmek için uygun alan gereksinimi ve yönlenme, güneş enerjisinin miktarı vb. c) güneş pillerinin üretimi için büyük yatırım giderleri gibi bazı dezavantajlara sahiptir.

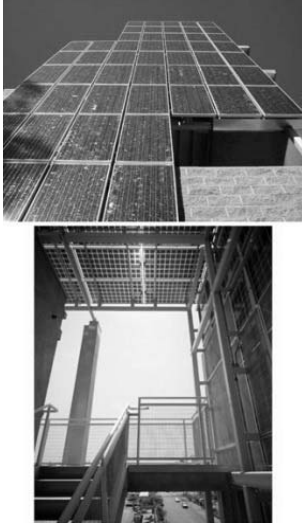
Estetik yönden bakış, aktif güneş enerjisi sistemlerinin sübjektif bir dezavantajıdır. Güneş panelleri, yeterli güneş ışığının sağlanması açısından en çok yapıların çatılarında kullanılmaktadır. Bu durumun, çoğu insanı görsel açıdan rahatsız ettiği bir gerçektir. Ayrıca panellerin sürekli temiz tutulabilmesi de mümkün değildir ve açılı yerleştirildiklerinden bir yapıya dışarıdan bakıldığında kolaylıkla algılanabilmektedirler. Bununla birlikte, güneş enerji sistemlerinin estetik problemleri kolaylıkla aşılabilecek dezavantajlarıdır.

Sahip olunan teknolojiyle, öncelikle daha ince panellerle değişik tip çatı kiremitleri üretmek, duvar içine gizlemek, avluda güneşlikleri panellerle kaplamak gibi estetik kaygı taşıyan yeni üretimler dikkati çekmektedir. Paneller, artık tamamen kiremit yüzeyine adapte edilerek, çatı ile aynı renkte olduğundan kamufle edilebilmektedir (Brown, 2008).

Güneş panellerinin yapı cephesiyle bütünleşmiş şekilde kullanıldığı örnekler de mevcuttur (Şekil 2 ve 3).



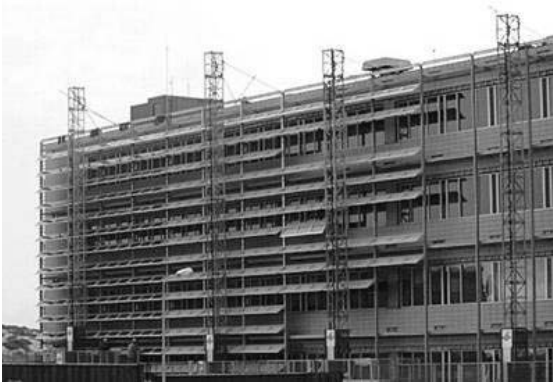
Şekil 2. Yapıda çatı kiremidine entegre edilmiş panel uygulaması (Anonim, 2008a).



**Şekil 3.** Colorado Court yapısının merdiven kısmındaki duvar tipi güneş panelleri (Anonim, 2008b).

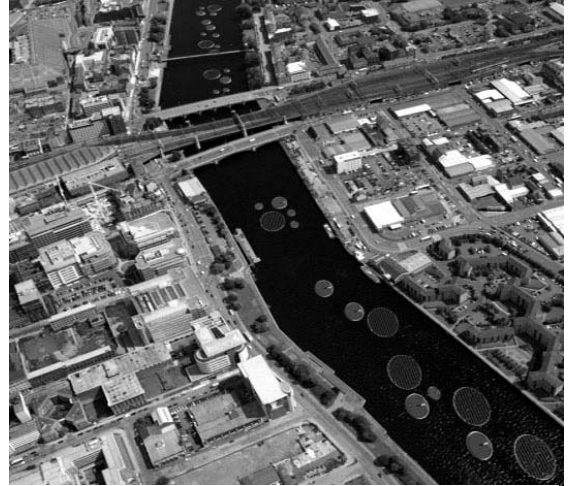
Güneş panellerinin yapı ile iyi bir şekilde kombine edildiği örnekler de mevcuttur. Örneğin, Hollanda'daki, "Building 31"de gölge elemanlarının üzerine yerleştirilerek, hem güneşin istenmeyen etkisinden korunma, hem de güneş enerjisinden elektrik üretimi sağlanmıştır (Şekil 4) (Anonim 2008c).

Fotovoltaik panellerinin yarı geçirgen olanları, pencerelerde, güneş kontrolü istenen bölgelerde, opak olanları ise, güneş ışığının içeri girmesi istenmeyen bölgelerde, parapetlerde, duvar yüzeylerinde kullanılmaktadır. Panellerin yapı yüzeyi ile bütünleştirilmesi için değişik yöntemler mevcuttur. İlk uygulamalarda düz ve eğimli çatılarda panellerin aşırı ısınması durumunda performans kaybı olmasından dolayı, düşey kabukta ya da doğrudan gölgelendirme elemanı olarak kullanılmıştır (Sev, 2007).



**Şekil 4.** Building 31 binası, Hollanda (Anonim, 2008c)

İngiltere'de Glasgow'da Clyde nehrinde estetik kaygılarla yerleştirilen güneş panelleri tropik su bitkileri referans alınarak "ZM Architecture" tarafından tasarlanmıştır. Kentte, estetik bir unsur olarak bu yapılaşma elemanları ile aynı zamanda enerji üretimi gerçekleştirilmektedir (Şekil 5) (Anonim, 2008d).

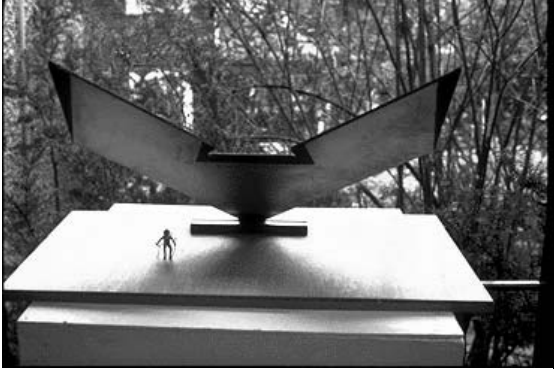


**Şekil 5.** "Solar Lily Pads" Glasgow'da Clyde nehrinde tasarlanan güneş panelleri (Anonim, 2008d).

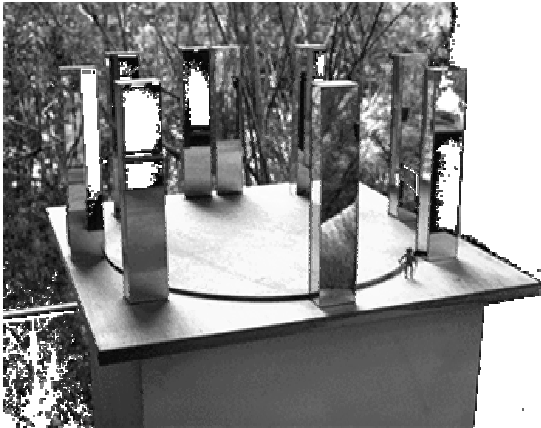
Herbert tarafından tasarlanan havuz ve "sun altar" adı verilen heykelin üst kısmı aynı zamanda güneş enerjisini toplayan paneldir (Şekil 6). Joan Webster tarafından tasarlanan hem özel hem de kamuya açık yeşil alanlarda, havuz suyu ya da sera ısıtması gibi fonksiyonlarda kullanılabilir bir heykeldir (Şekil 7). Şekil 8'de yer alan heykel de, hem estetik özellikler taşıyan hem de güneş enerjisinden faydalanmayı sağlayan bir peyzaj unsurudur. (Anonim, 2008e).



Şekil 6. "Sun Altar" kendi enerjisini kendi üreten havuz sistemine sahip su yapısı (Anonim, 2008e).



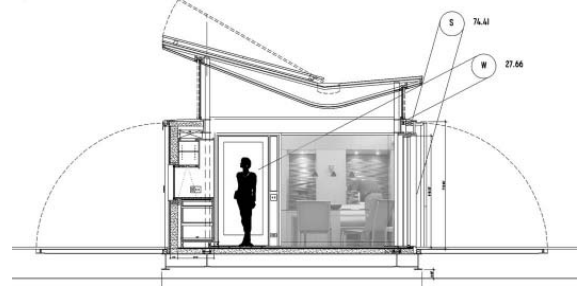
Şekil 7. Güneşten enerji üretebilen heykel (Anonim, 2008e).



Şekil 8. Güneşten enerji üretebilen peyzaj elemanı (Anonim, 2008e).

Virginia Tech Güneş evi, "Virginia Polytechnic Institute and State" Üniversitesinde mimarlar endüstri mühendisleri, iç mimarlar, mekanik ve elektrik mühendislerinden oluşan öğrenci grupları tarafından tasarlanmıştır. Enerji etkin sürdürülebilir güneş evi projesinde çatının ters eğimi sayesinde fotovoltaik paneller gizlenmiştir. Özel bir polikarbonat malzemeden yapılan duvarlarla yaz aylarında yapıdaki aşırı ısınmayı engellemekte ve yapıya dolaylı ışık sağlanmaktadır. Çatının alt kısmındaki yatay bant pencereler kış aylarında eğik

gelen güneş ışığını yapı içerisine almakta, yaz aylarında ise dik gelen güneş ışınlarının yapı içerisine direkt girmesi engellenmektedirler. Ayrıca paneller, güneş ışınlarının yaz ve kış aylarındaki açısına göre hareket ettirilebilmektedir (Şekil 9) (Dunay vd., 2006).



Şekil 9. Virginia Tech Güneş evinin kesiti (Dunay vd., 2006).

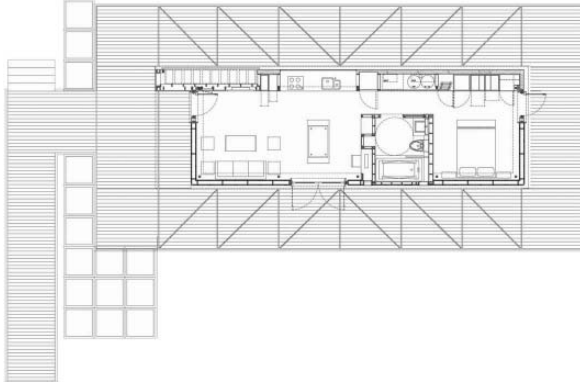
Ayrıca çatının ortasında toplanan yağmur olduğundan akan sular bahçedeki bitkisel arıtma sistemine ulaşmaktadır. Banyo duvarının dış kısmına soğuk kış ayları için ek duvar paneli yapılmıştır. Bu kısım, yapıya aynı zamanda estetik yönden bir hareketlilik katmıştır. Yapıya dışarıdan bakıldığında ters eğimli çatıdan dolayı paneller algılanmamakta ve böylece görüntü kirliliği oluşmamaktadır. Aynı zamanda bu çatı tipi sayesinde evin kontrollü güneş ışığı alması sağlanmaktadır (Şekil 10) (Dunay vd.).



Şekil 10. Virginia Tech Güneş evinin görünüşü (Dunay vd., 2006).

Yapının kuzey duvarında elektrik ekipmanlar, bataryalar, depolama alanları, mutfak, çamaşır yıkama gibi, teknik bölümleri çizgisel bir bant üzerinde tasarlanmıştır. Yemek odası bölümünden yapıyı bahçeye ve terasa bağlayan geniş cam kapılar aynı zamanda evin bahçeyle de bütünleşmesini sağlamaktadır. Evin diğer bahçeye açılan kapıları, yatak odasında ve yaşama bölümünde bulunan kapılar aynı zamanda iyi bir hava sirkülasyonu sağlamaktadır. Duvarlar; ışığı seçerek geçiren iç kısımları özel boyanmış, polikarbonattan kıvrılarak

yapılmış yarı geçirgen elemanlardır (Şekil, 11) (Dunay vd., 2006).



Şekil 11. Virginia Tech Güneş evinin planı (Dunay vd., 2006).

#### 4. SONUÇ

Yenilenebilir enerjilerden olan güneş enerjisinin yapıda kullanımının son derece karmaşık, hatta bazen bilinen yapım ve tasarım kriterlerine ters düştüğü görülmektedir. Ancak özel tasarımlarla teknoloji ile estetiğin bütünleşmesini sağlamak mümkündür. Verilen örneklerde de görüldüğü gibi güneş enerji panellerinin yapılaşmış ya da doğal çevre ile uyumunun sağlanmasında tasarımcıların güneş panellerini gizlemek için renk, doku ve biçimin çevresiyle uyumlu hale getirilmesi, doğal çevrenin ya da yapılaşmış çevrenin taklit edilmesi ya da güneş panellerini yapının bir unsuru olarak tasarlanması, panellerinin özel üretimlerle bir heykel gibi tasarlanarak kullanılması gibi estetik ilkelere dayanan çözümler üretmeleri faydalı olacaktır. Tasarımcıların üretim şirketleri ile işbirliği içinde çalışmasıyla standart çözümlerin de üretilerek maliyetin düşürülmesi, uygulamanın yaygınlaştırılması açısından gerekli görülmektedir.

Türkiye'nin güneşlenme yönünden ne kadar zengin olduğu düşünüldüğünde, bu konudaki maliyet ve estetik problemlerin aşılması güneş enerjisinin kullanımının yaygınlaştırılması gerekmektedir.

#### 5. KAYNAKLAR

- Anonim, 2008a. [www.solar.sharppusa.com](http://www.solar.sharppusa.com).  
Anonim, 2008b. [www.leedcasestudies.usgbc.org](http://www.leedcasestudies.usgbc.org).  
Anonim, 2008c. [www.iea-pvps.org](http://www.iea-pvps.org).  
Anonim, 2008d. [www.news.bbc.co.uk](http://www.news.bbc.co.uk).  
Anonim, 2008e. [www.asci.org/members/price](http://www.asci.org/members/price).  
Brown, J., 2008. Solar Panels is Get Aesthetics Designs, IOL Technology.  
Dedeoğlu, N., 2002. Ekolojik Mimarlık Kapsamında Konut Tasarımlarının İncelenmesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.  
Dunay R., Wheeler, J., Schubert, R., 2006. No Compromise, The Integration of Technology

- and Aesthetics, Journal of Architectural Education, Blackwell Publishing, pp. 8-17.  
Filik, O.A., 2004. Ekolojik Tasarım ve Türkiye'deki Ekolojik Tasarım Örneklerinin İncelenmesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.  
Göksu, Ç., 2008. Küresel Isınma ve Türkiye'nin Güneş Projeleri, Güncel Yayıncılık, ss. 192.  
Roaf, S., 2001. Eco House: A Design Guide, Architectural Press, pp. 352.  
Sev, A., 2007. Teknolojinin Ekolojik Mimarlıktaki Rolü ve Enerji Etkin Yapılar, Ekolojik Mimarlık ve Planlama Sempozyumu, Antalya.  
Tönük, S., 2001. Bina Tasarımında Ekoloji, Yıldız Teknik Üniversitesi, 133 ss.