

# (FOTOVOLTAİK MALZEME İLE) ELEKTRİK ÜRETEEN CEPHELER VE ÇATILAR

Müjde ALTIN  
Araştırma Görevlisi, Y.Mimar  
Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü

## ÖZET

Teknolojinin her geçen gün ilerlemesi, yapı malzemelerinde de kendini gösteriyor. Bu ilerleme, yapı malzemeleri aracılığıyla mimaride de birtakım değişimlerin gerçekleşmesine neden oluyor. Bunun en son örneği ise “elektrik üreten cephe ve çatılar” olarak karşımıza çıkmıştır. Bu uygulamada, Fotovoltaik malzemeler mimaride kullanılmaktadır. Güneş enerjisinden direkt olarak elektrik üreten fotovoltaik hücreler, fotovoltaik modüller ve fotovoltaik paneller şeklinde yapıda cephe ve/veya çatı kaplaması olarak çeşitli şekillerde kullanılmaktadır. Bu sebeple bu çalışmada amaç, fotovoltaik hücreler, modüller ve paneller kullanılarak elektrik üreten cephelerin ve çatıların incelenerek tanıtılmasıdır. Bu yapılırken öncelikle güneş ışığından elektrik üreten fotovoltaik malzeme tanıtılacak, daha sonra bu malzemenin mimaride kullanım şekilleri incelenecek, son olarak da malzemenin cephe ve çatıda kullanımına birer örnek verilerek bu örnekler detaylı bir şekilde incelenecektir.

## 1. Giriş

Teknolojinin her geçen gün ilerlemesi, yapı malzemelerinde de kendini gösteriyor. Bu ilerleme, yapı malzemeleri aracılığıyla mimaride de birtakım değişimlerin gerçekleşmesine neden oluyor. Bunun en son örneği ise “elektrik üreten cephe ve çatılar” olarak karşımıza çıkmıştır.

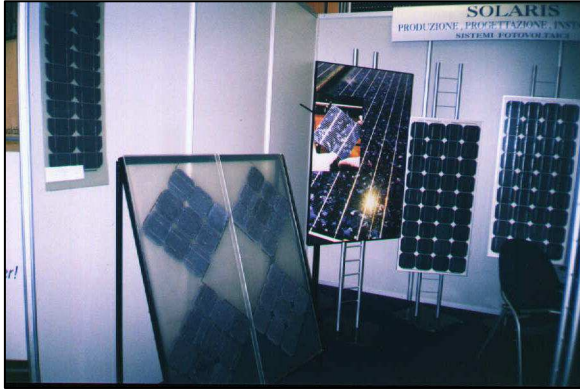
Bu uygulamada, Fotovoltaik malzemeler mimaride kullanılıyor. Fotovoltaik malzemeler daha doğrusu fotovoltaik hücreler, güneş ışığından direkt olarak elektrik enerjisi üreten yarı-iletken malzemelerdir. İlk olarak 1893 yılında Alexandre-Edmond Becquerel tarafından bulunmuştur. İlk patenti ise 1954 yılında Bell Laboratuvarları (ABD) tarafından alınmıştır. Üretim maliyetlerinin yüksekliği ve verimlerinin düşüklüğü nedeniyle ilk kullanımları uzay araçlarında olmuştur. Ancak üzerinde sürekli çalışarak geliştirildiği için, 1980’li yıllarda dünya üzerinde kullanılmaya başlanmıştır. Yeryüzünde 1 MWatt gücündeki ilk tesisin kurulması Lugo/Kaliforniya/ABD’de 1982 yılında olmuştur.<sup>(1)</sup> Daha sonra, binalarda da kullanımı hayata geçirilmiştir.

Güneş hücreleri, günümüzde dünyada çok geniş bir alanda kullanılmaktadır. Aydınlatmada, su pompalamada, arıtmada, deniz suyundan içme suyu elde etmede, portatif tıp cihazlarının soğutulmasında, sterilizasyonda, iletişim uygulamalarında, şamandıralarda, hava ölçüm cihazlarında, nehir seviyesi ve sismografi ölçümlerinde, portatif radyo ve TV’lerde, kırsal yerleşim bölgelerinde güç kaynağı olarak kullanılmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerdeki kurulu sistemler başlıca, evlerde veya topluma ait binalarda (okullar, sağlık ocakları) kullanılırken, gelişmiş ülkelerde güvenlik, cadde ve tünel aydınlatmasında, otoyollarda ses kırıcı olarak kullanılmaktadır. En çok tanıdığımız kullanımı ise “güneş enerjili” olarak bildiğimiz hesap makineleridir.

Bu kadar çok kullanım alanı olmasına rağmen belki de en büyük rağbeti mimaride görmüştür. Bunun en önemli sebebi ise, birçok araştırma sonucunda kullanılan toplam yıllık enerjinin yaklaşık olarak %50'sinin binalarda kullanıldığının ortaya çıkmış olmasıdır. Bu da bir ülkenin enerji kullanımında oldukça önemli bir orandır. Bu alanda yapılacak herhangi bir iyileştirmenin, ülke ekonomisine çok büyük katkısı olacaktır. Fotovoltaik hücreler ile binanın tüm elektrik enerjisi ihtiyacının, hatta daha da fazlasının karşılanması mümkündür. Böylelikle enerji, ihtiyaç duyulduğu yerde üretildiği için, iletim masraf ve kayıpları da ortadan kalkmış olacaktır.

## 2. Fotovoltaik Malzemenin tanıtımı

“Fotovoltaik hücreler, güneş ışığından direkt olarak elektrik enerjisi üreten yarı-iletken malzemelerdir. Güneş hücreleri olarak da bilinen fotovoltaik hücrelerin boyutları ve formları üretim özelliklerine göre değişse de genelde boyutları 10x10 cm'dir ve kalınlıkları ise mikrometre ile ölçülecek kadar incedir. Bunların birden fazlasının bir araya getirilmesiyle fotovoltaik modüller oluşturulmaktadır.”<sup>(2)</sup> Fotovoltaik hücrelerin, üretimlerine bağlı olarak oluşan mono-kristal, poli-kristal ve ince-film-amorf-silikon diye adlandırılan türleri vardır. Farklı fotovoltaik modül tipleri Resim 1'de verilmiştir. Fotovoltaik malzemenin mimari açıdan en önemli özelliği, binaları enerji tüketen yapılardan enerji üreten yapılara dönüştürmüş olmasıdır.



Resim 1: Farklı fotovoltaik modül tipleri (Ekim 2002)

Fotovoltaik malzemenin ana maddesi, yeryüzünde çok bulunan silikondur. Birtakım özel işlemlerden geçtikten sonra, mikrometre düzeyinde bir kalınlığa sahip fotovoltaik hücre şeklinde karşımıza çıkar. Ancak çok kırılğan olduğu için, bu şekliyle kullanılamazlar. Dolayısıyla, kullanım kolaylığı sağlaması için mutlaka bir altlığa ihtiyaç vardır. Bu ya bir metal tabakadır, ya da cam kullanılmaktadır. Malzemenin üstünün de dış etkilere karşı korunması gerekir. Ancak bu kaplamanın, malzemenin güneş ışığını absorbe etmesini engellememesi gerekir. Bunun için özel camlar veya benzeri şeffaf malzemeler kullanılır. Ve sonuçta, fotovoltaik malzeme, yapıda kullanıma hazır fotovoltaik eleman/bileşen haline getirilmiş olur.

Fotovoltaik malzeme ile elektrik üretiminin birçok avantajı vardır. Bunları şöyle sıralayabiliriz: Elektrik enerjisi, ihtiyacın olduğu yerde üretileceği için iletim masrafları ve kayıpları azalacaktır. Fotovoltaik malzeme, elektrik üretirken doğaya zarar vermez, gürültü çıkarmaz, ek bir enerji kaynağı istemez, hareketli parçası yoktur, bakım masrafları yoktur - sadece üzerinde biriken tozun belirli aralıklarla suyla temizlenmesi yeterlidir.

### 3. Fotovoltaik yapı elemanları/bileşenleri

Fotovoltaik malzemenin yapıda farklı kullanım yerleri ve şekilleri vardır. İlk olarak yapıda kullanıldığı yerlere göre sınıflandırılabilirler. PV bileşenlerin, çatıda veya cephede kaplama elemanı olarak, bu elemanların yerine kullanılması mümkündür. Hatta gerekli yerlerde, güneş kırıcısı olarak kullanılarak, hem bina içerisine alınması istenmeyen fazla enerji kazancının önlenmesi, hem de binanın içine girmesi önlenen bu enerjinin toplanarak, bundan elektrik enerjisi elde edilmesi sağlanmış olur. PV bileşenlerin Shingle olarak tanımlanan ince çatı kaplama malzemesi şeklinde üretilmiş olanları, metal çatı kaplamaları üzerine kaplanmış olanları, metal bir çerçeve içerisinde korunmuş olarak üretilmiş şekli ve iki cam arasında lamine olarak üretilmiş şekilleri vardır ve bunlar da güneş ışığından direkt elektrik enerjisi elde ederler.

Bir fotovoltaik yapı elemanı ya da bileşeni, bir dış cephe kaplama malzemesi olarak kullanılmaktadır. Elektrik üretiminin yanısıra, yerine kullanıldığı yapı elemanının/bileşeninin bütün işlevlerini de yerine getirdiği için, çift fonksiyonlu bir yapı elemanı/bileşenidir. Ayrıca estetik olması da gerektiğinden, aslında çok fonksiyonlu bir yapı elemanı/bileşenidir.

Fotovoltaik yapı bileşenleri yapıda cephede, çatıda ve ayrıca güneş kırıcıları gibi özel yapı bileşenleri olarak kullanılabilirler. Bu farklı kullanım şekilleri Tablo 1’de verilmiştir. Bu çalışmada fotovoltaik bileşenlerin cephede ve çatıda kullanımı irdelenecektir.

FOTOVOLTAİK BİLEŞENLERİN YAPIDA KULLANIM ŞEKİLLERİ		
ÇATIDA	CEPHEDE	FARKLI YAPI BÖLÜMLERİNDE
<ul style="list-style-type: none"><li>– Çatı örtüsü üzerine ek bir strüktür ile,</li><li>– Çatı örtüsü olarak (Shingle gibi)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>– Kaplama malzemesi olarak (duvar önüne)</li><li>– Giydirme Cephe şeklinde</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>– Giriş Saçağı</li><li>– Parapet</li><li>– Güneş kırıcılar</li></ul>

Tablo 1: Fotovoltaik Bileşenlerin Yapıda Kullanım Şekilleri

Fotovoltaik malzemenin elektriği maksimum verimlilikte üretebilmesi için güneş ışınlarını dik alması gerekmektedir. Bunun için panellerin eğim açısı önemlidir. Genellikle bulunan enlemin derecesi bu eğim için en uygun açıdır. Örneğin İzmir’in enlem derecesi 38’dir. Dolayısıyla İzmir için en uygun eğim açısı yaklaşık olarak 38° olarak alınabilir. Bunun yanısıra yönlenme açısı da önemlidir. Kuzey yarımküre için panellerin güneşe yönlendirilmesi gerekmektedir ki verim mümkün olduğunca yüksek olsun.

### 4. Elektrik Üreten Cepheler - Göteborg Energie Binası, Göteborg, İsveç<sup>(3)</sup>

Binanın adı: Göteborg Energie Firması Genel Merkez Binası  
Yeri: Göteborg, İsveç  
Fotovoltaik Uygulaması: Cephe kaplaması, varolan binaya ekleme  
Tasarım süresi: 465 işçi saat  
Yapım süresi: 757 işçi saat  
Fotovoltaik sistemin gücü: 6,8 kWp  
Yapıma başlangıç: Eylül 1998

Binadaki fotovoltaik uygulamasının yapılış amaçlarından bir tanesi, Göteborg Enerji firmasının evinde bir uygulama yapmak istemesi, bir diğeri firmanın kullandığı tüm elektrikli araçların akülerini doldurması, bir diğeri ise firmanın yenilenebilir enerjiye olan ilgisine halkın dikkatini çekmek. Bunun için fotovoltaik modüller binanın güney cephesine yerleştirilmiş. Tasarımında ise ilginç ve estetik bir desen kullanılmış(Resim 2 ve 3). Bina yoğun bir trafiğe sahip olan bir caddenin kenarında yer almaktadır. Böylelikle, 25 metre yüksekliğindeki bina cephesindeki fotovoltaik uygulaması, her gün birçok kişi tarafından görülmektedir.



Resim 2: Göteborg Energie Binası cephesi (Haziran 2003)

Fotovoltaik sistem, binanın güney cephesindedir ve  $180 \text{ m}^2$  den biraz fazla bir alanı kaplamaktadır. Sistemde 570 adet  $12 \text{ Wp}$ 'lık ince-film amorf hücrelerden oluşan modül kullanılmıştır. Bu modüller, cepheye bağlanmış özel tasarımı H şekilli iki alüminyum profil arasına yerleştirilmiştir ve kendi ağırlıkları ile ayakta durmaktadırlar. Modüller cephede iki parçalı olarak tasarlanmış ve kullanılmıştır. Kullanılan teknik, kısa sürede yapıma imkan vermiştir. Aynı zamanda kullanım aşamasında gerekli olabilecek tekil onarımlara ve modül değişimlerine de imkan vermektedir.



Resim 3: Cephedeki fotovoltaik uygulaması (Haziran 2003)

Görüldüğü gibi fotovoltaik panellerle elektrik üreten cepheler aynı zamanda oldukça estetik de olabiliyorlar. Ayrıca cephe kaplaması yerine de kullanılmaları, yani çok fonksiyonlu yapı bileşenleri

olmaları, bu panellerin maliyetlerini de azaltmaktadır. Üstelik kurulduğu ilk yıl içinde ürettiği yıllık toplam elektrik enerjisi 3570kWh'tir. Bir konutun bir ayda harcadığı elektrik enerjisinin yaklaşık olarak 180-200 kWh civarında olduğu düşünülürse, bu konut bir yılda ortalama  $200 \times 12 = 2400$  kWh elektrik enerjisi harcayacaktır. Bu durumda bu cephenin ürettiği yıllık toplam elektrik enerjisi, yaklaşık olarak bir konutun yıllık elektrik enerjisi ihtiyacının 1,5 katını karşılayacaktır denilebilir. Ancak ilk yıl, düşünülenden fazla bir fotovoltaik hücre ısısı oluşmuş olduğu ve o yıl sonunda bir fırtınada, sisteme gölge yapan bir ağaç devrildiği için ilk yıldan sonra, üretilen toplam yıllık enerji miktarının artacağı ortadadır. Çünkü hücrelerin ısısının artması ve panellerin gölgede kalması verimi düşüren etkenlerdir.

Elektrik üreten cephelere verilebilecek bir diğer örnek ise şöyledir:

Solar Fabrik Yönetim Binası <sup>(4)</sup>



## 5. Elektrik Üreten Çatılar - Energypark West, Satheins, Avusturya<sup>(5)</sup>

Binanın adı: Energypark West

Yeri: Satheins, Avusturya

Fotovoltaik Uygulaması: Çatı ve Cephe kaplaması, yeni tasarım

Tasarım süresi: 6 ay

Yapım süresi: 1 hafta

Yapıma başlangıç: 1999

Fotovoltaik sistemin gücü: - Güney cephesi: 17,16 kWp  
- Batı cephesi: 4,14 kWp  
- Çatı: 45,5 kWp

Bu tasarımın amacı, standart modüller kullanılarak, yenilenebilir enerji kaynaklarının bina tasarımına en iyi şekilde entegre edilebildiğini göstermektir. Bunun yanı sıra, ekolojik tasarım ve malzemelerinin kullanılması amaçlanmıştır.

17,16 kWp'lik fotovoltaik cephe poli-kristal'den, 45 kWp'lik fotovoltaik çatı ise mono-kristal fotovoltaik hücrelerden üretilmiştir. Modüllerin boyutları 142,5cm x 65cm'dir. Güney cephesindeki fotovoltaiklerin toplam alanı 133 m<sup>2</sup> ve bu sistem 143 modülden oluşuyorken, çatıda ise 450 m<sup>2</sup> fotovoltaik yüzeyi vardır.





Resim 4: Energypark West binasının genel görünümü <sup>(6)</sup>



Resim 5: Energypark West binasındaki fotovoltaik cephe uygulaması <sup>(7)</sup>

Bu uygulamada da görüldüğü gibi fotovoltaik paneller aynı binada hem çatıda, hem de cephede kullanılabilir. Yani aslında istenilen her yapı bölümüne kolaylıkla eklenebilir. Bunun için mimarın malzemeyi tanıması ve gerektirdiklerini bilmesi yeterli olacaktır. Bu örnek binada, en çok üretimi çatı sistemi yapmasına rağmen, en çok dikkat çeken ise, cephe uygulaması olmaktadır. Dolayısıyla fotovoltaik panellerin binalar için bir prestij unsuru olduğunu söylemek de yanlış olmayacaktır. Kısacası, ister çatıda, ister cephede, fotovoltaik paneller doğru kullanılırsa, binanın estetik değerini de arttıracaktır.

Elektrik üreten çatılara verilebilecek diğer örnekler ise şöyledir:





## 6. Sonuç

Yukarıdaki iki örnekte de görüldüğü gibi günümüzde cepheler ve çatılar elektrik üreten yapı bileşenleri durumuna gelmiştir. Bu cepheler ve çatılar, binaları enerji tüketici kimliklerinden çıkararak enerji üreticileri haline getirmektedirler. Böylelikle, hem bir doğal enerji kaynağımızı kullanmamızı sağlaması, hem de bir enerji tüketimini azaltması nedeniyle bu enerji üreten cepheler ve çatılar, ülke ekonomisine oldukça önemli bir katkıda bulunmaktadır.

Mimarlarımızın görmesi gereken nokta, sadece estetik olarak güzel olan tasarımlar değil, estetiğe ek olarak enerji kullanımını azaltan tasarımlar geliştirmek zorunda olduklarıdır. İyi bir tasarımın tanımı artık estetik + ekonomik tasarım olarak verilmektedir. Geleceğin tasarımları çevreye duyarlı ve saygılı olmak zorundadır. Bunun için, bu çalışmada incelenen Fotovoltaik bileşenler gibi yeni yapı malzeme ve bileşenlerinin tanınması, tanıtılması ve tasarımlara dahil edilmesi gerekmektedir.

## Kaynaklar:

- Göksal, T. 1998, Mimaride güneş enerjisi : pasif yöntemler ve fotovoltaik modüllerle aktif uygulama olanakları üzerine bir çalışma,: Anadolu Üniversitesi Eskişehir
- Altın, M. 2003, Tarih İçinde Teknolojiyi Yaşamak: Enerji Üretiminde Fotovoltaik Hücreler, YAPI 256 /Mart 2003, s.88-91.
- [www.oja-services.nl/iea-pvps/cases/swe\\_01.htm](http://www.oja-services.nl/iea-pvps/cases/swe_01.htm)
- <http://www.rolf-hotz.de/>
- [www.pvdatabase.com](http://www.pvdatabase.com)
- [http://www.eidenhammer.at/energiepark\\_west.htm](http://www.eidenhammer.at/energiepark_west.htm)
- <http://www.aks-doma.com>
- [www.oja-services.nl](http://www.oja-services.nl)
- [www.rolfdisch.de](http://www.rolfdisch.de)

