

# BİNALARIN ENERJİ İHTİYACININ FOTOVOLTAİK (PV) BİLEŞENLİ CEPHELER İLE AZALTILMASI

Müjde ALTIN, Yard.Doç.Dr.  
Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü  
Tınaztepe Kampusu Doğu Cad. No: 209 Kuruçeşme 35160 Buca İZMİR  
Tel: 0 232 412 84 48  
Faks: 0 232 453 29 86  
e-posta: [mujde.altin@deu.edu.tr](mailto:mujde.altin@deu.edu.tr)

## ÖZET

Binalar, enerji tüketiminde, bir ülkenin ekonomisinde önemli bir yer tutar. Bir ülkede tüketilen enerjinin yaklaşık olarak %40-50'si binalarda tüketilmektedir. Bu tüketim, hem enerji üretimi genelde fosil yakıtlardan karşılandığı için çevreye zarar verir, hem de bir takım önlemlerle azaltılabilecek bir tüketim olduğu için bir anlamda lüks bir tüketimdir. Bu tüketimi azaltmak, üstelik bunu çevreye zarar vermeyen enerji kaynaklarıyla ve binanın kendi bünyesinde sağlamak mümkündür. Böylelikle daha konforlu iç mekanları olan binalarda yaşamamız da mümkündür. Bunu sağlamak, güneş enerjisinden elektrik üreten fotovoltaik bileşenlerin, yapıların cephelerinde gölgeleme elemanı olarak kullanılmasıyla mümkündür. Bu sebeple bu çalışmada amaç, binaların enerji ihtiyacının fotovoltaik bileşenlerin gölgeleme elemanı olarak kullanımıyla azaltılmasını irdelemek ve örneklerle tanıtmaktır. Bunu yapmak için öncelikle fotovoltaik bileşenlerin mimaride kullanımı incelenecek, daha sonra bu bileşenlerin cephede gölgeleme elemanı olarak kullanımı ele alınarak bu uygulama örnekler üzerinde irdelenerek maliyetler ve ekonomik durum tartışılacak, son olarak da bu tür uygulamaların ülkemiz için uygunluğu tartışılarak gelecek için öneriler getirilecektir.

## 1. Giriş

Günümüzde 1970'lerden itibaren yaşanan enerji krizi nedeniyle daha az enerji harcayan binalar inşa etmek çok önemli bir konu haline gelmiştir. Şu an enerji kaynağı olarak halen fosil yakıtlar kullanılmaktadır, ancak bunların rezervleri sınırlı miktardadır ve çevreye de zarar vermektedir. Önümüzdeki 100 (veya belki 50) yıl içerisinde bunların tükeneceği bilinmektedir. Bu sebeple, en kısa sürede yeni enerji kaynaklarının bulunması ve kullanılmaya başlanması zorunludur. Bu yeni enerji kaynakları hem sınırsız kullanıma olanak vermeli, hem de çevreye zarar vermemelidir. Çünkü dünya atmosferinde CO<sub>2</sub> gibi sera gazlarının emisyon değerlerinin yükselmesi, atmosferin daha çok ısınmasına sebep olmaktadır ki bu da Sera Etkisi dediğimiz olaydır ve bu yüzden (küresel ısınmayla) buzullar erimekte, dünyadaki iklimler değişmektedir. Bu sebeple kullanılması gereken bu tür enerji kaynaklarına "Yenilenebilir Enerji Kaynakları" diyoruz. <sup>(1)</sup>

Yapılarda en kolay kullanılabilen yenilenebilir kaynaklarından bir tanesi ve en önemlisi Güneş Enerjisi'dir. Güneş enerjisi yapılarda aktif ve pasif olarak kullanılabilir. Pasif kullanım yapının kendi bünyesinde alınan birtakım önlemler ve birtakım müdahalelerle sağlanırken, aktif kullanımda ise kollektörler gibi birtakım elemanlar kullanılmaktadır.

Günümüz mimarisinde artan “büyük pencere açılımları ve giydirme cephe”ler sebebiyle gölgeleme araçlarına, yani güneş kontrolüne artan bir ihtiyaç vardır. Çoğu yapılar, pencerelerini bir miktar örtterek güneşin fazla ışınlarından, dolayısıyla istenmeyen fazla enerjiden korunmak için gölgeleme elemanlarına sahiptirler. Bu gölgeleme elemanları, fotovoltaik (PV) modüllerle oluşturulduğu takdirde, zaten strüktürü hazır olduğu için yapıya ek bir yük getirmediği gibi, PV sisteminin toplam maliyetini de düşürür. Bu amaçla, değişik şekillerdeki PV modüller de pencere üstlerinde veya yapının cephesinde, istenmeyen güneş ışınlarını kesen gölgeleme elemanı olarak kullanılabilirler. Bu şekilde hem binada konfor koşulları sağlanırken hem de istenmeyen bu fazla güneş ışınımıyla elektrik üretilebilir. Böylelikle binada kullanılacak gölgeleme elemanları iki fonksiyonlu hale geldikleri için, bir katma değere sahip olurlar. Ayrıca bu kullanım hem pasif hem de aktif yöntemleri biraraya getirmektedir. Bu sebeple bu çalışmada, yapıların cephelerinde, yapıda konfor şartlarını sağlamak üzere kullanılan PV bileşenler ve uygulamaları irdelenecektir.

## 2. Binalarda Kullanılan Fotovoltaik Yapı Bileşenleri

“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 biraraya getirilmesiyle fotovoltaik modüller oluşturulmaktadır.”<sup>(2)</sup>

Bu fotovoltaik modüller, bir yapı bileşeni olarak yapılarda farklı bölümlerde ve farklı şekillerde kullanılabilirler. İlk etapta kullanımları “çatıda”, “cephede” ve “farklı yapı bölümlerinde (giriş saçağı, parapet, korkuluk, vb)” olmak üzere üçe ayrılabilir. Ayrıca bu bileşenlerin, modüler, çerçevesiz hazır panel eleman olarak; veya mimarın tasarımına göre hazırlanmış, 2 cam tabaka arasında lamine olarak; veya ince metal levha kaplama malzemesinin üzerine monte edilmiş halde; veya hazır shingle şeklinde kullanımları mümkündür.<sup>(3)</sup>

## 3. Binalarda Konfor Koşullarının Sağlanması

Günümüz mimarisinde, büyük pencere açılımları ve giydirme cephe kullanımları artmıştır. Bu sebeple, binalarda eskiden geleneksel mimaride çok iyi sağlanabilen iç mekan konfor şartları artık sağlanamaz olmuştur. Bunun tekrar sağlanabilmesi için birtakım önlemler almak gerekmektedir. Genellikle bu amaçla klima vb. gereçlerle, fosil yakıtlar kullanılarak yapılan iklimlendirme ile konfor koşulları sağlanmaya çalışılıyor. Ancak bu da binaya bir ek enerji yükü getiriyor. Bu enerji ihtiyacı, pasif yöntemlerle azaltılabilirken, PV bileşen kullanımı gibi aktif yöntemlerle de azaltılan enerji ihtiyacının bazen bir kısmı, bazen tamamı, bazen de daha fazlası güneş enerjisinden sağlanabilir.

Konfor koşullarının sağlanmasında amaç “insan ihtiyaçlarının saptadığı esaslara uygun bina biçimi ve bina kabuğu belirlemektir.”<sup>(4)</sup> Uygun bina biçimi ve kabuğunu belirlemek için yapılması gereken, en sıcak devrede en az ısı kazanan, en az sıcak devrede ise en az ısı kaybeden bina biçimini saptayabilmektir. Böylelikle bina içinde konfor koşulları sağlanırken aynı zamanda binanın enerji ihtiyacı da önemli ölçüde azaltılmış olmaktadır.

#### 4. Örnek Binaların İrdelenmesi

Bu bölümde, konfor koşullarını tasarımlarıyla sağlarken, aynı zamanda cephelerinde kullanılan PV bileşenler yardımıyla enerji ihtiyacını azaltan binalara iki örnek verilerek bu örnekler incelenecektir. Bunlardan bir tanesi Freiburg'daki (Almanya) bir PV malzeme üreticisinin fabrika ve yönetim binasıdır. Bu binanın cephesinde PV bileşenler, güneş kırıcı olarak kullanılmışlardır. Ayrıca çatısında da PV bileşenler kullanılmıştır. İkinci örnek ise yine bir PV malzeme üreticisinin Lyon (Fransa) yakınlarındaki fabrika ve yönetim binasıdır. Bu binada da PV bileşenler gölgeleme elemanı olarak kullanılmışlardır. Böylelikle her iki firmanın da teknolojisi, ürettiği bileşenler kullanılarak binasının üzerinde sunulmuş olmaktadır.

##### 4.1. Solar-Fabrik Fabrika ve Yönetim Binası, Freiburg, Almanya

Binanın ismi	: Solar-Fabrik / Güneş Panelleri için Üretim Holü
Yeri	: Freiburg, Almanya
Mimarı	: Rolf + Hotz, Freiburg Fred Rolf, Matthias Hotz
Yapım Yılı	: 1999 İlkbaharı'nda inşaata başlanmış.
Kullanılan PV'lerin	
Üreticisi	: Solar-Fabrik GmbH (firmanın kendi üretimi paneller kullanılmış.)
PV Tipi	: Mono-kristal silikon
PV Sistem Gücü	: 56,5 kWp
Toplam PV Alanı	: 275 m <sup>2</sup> cephede 300 m <sup>2</sup> çatıda 475 m <sup>2</sup> TOPLAM <sup>(5)</sup>

Freiburg'daki Solar-Fabrik binası, 56,5 kWp'lik monte edilmiş PV sistem kapasitesi ve bir kolza yağı CHP (combined-heat-power) ile PV modülleri üreten, sıfır emisyonlu bir binadır. Freiburg şehri, Almanya'da, Fransa ile İsviçre sınırında yer alan, güneş enerjisini günlük hayatlarında mümkün olduğu kadar çok kullanmaya çalışan, kendini “Çevresel Başkent (Environmental Capital)<sup>(6)</sup>” olarak tanımlayan bir şehirdir. Şehirde, son yıllarda çevreye duyarlı, doğaya zarar vermeyen yapıların inşasına önem verilmiştir. Solar-Fabrik binası da bu tür binalara en iyi örneklerden biridir.

Bina, toplam 475 m<sup>2</sup>'lik PV alanı ile yılda 40 MWh elektrik üretebilecek kapasitededir. PV sistem, 50 000 kWh ile yıllık enerji ihtiyacının yaklaşık % 25'ini karşılar (180 MWh/a). Bunun ötesinde, Solar-Fabrik için ihtiyaç duyulan termal ve elektrik enerji, kolza-yağı (CHP) ile üretilir. Bu sistem, yılda 130 000 kWh elektrik ve 180 000 kWh termal güç sağlar.<sup>(7)</sup>

## Solar Fabrik Yönetim Binası



(8)



(8)



(8)



(8)



(7)



(7)

**Tablo 1.** Solar-Fabrik yönetim binasından fotoğraflar<sup>(8),(7)</sup>

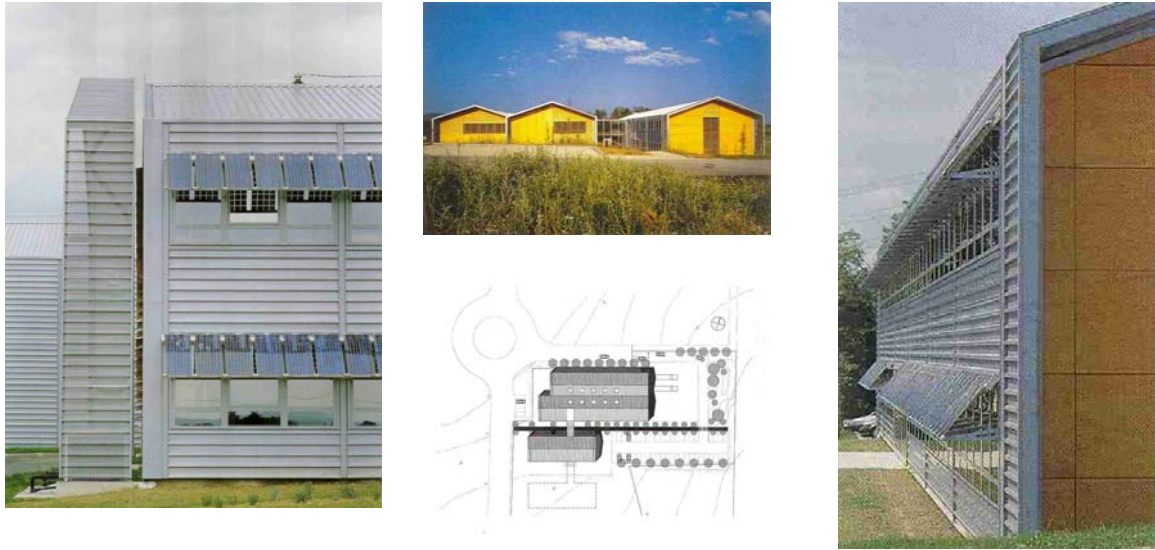
Yapı, yönetim bölümü ve üretim holü olmak üzere iki bölümden oluşmakta olup, PV bileşenlerle oluşturulan gölgeleme elemanlarının uygulandığı bölüm yönetim binasıdır. Tablo 1’deki fotoğraflar ve çizimde de görüldüğü gibi, bu binada fabrikanın kendi üretimi olan PV bileşenler, cephede gölgeleme elemanı olarak kullanılmıştır. Böylelikle hem istenmeyen fazla güneş ışınlamından kurtulup iç mekanın aşırı ısınması önlenirken, hem de bu istenmeyen ışınlamadan binanın enerji ihtiyacının bir kısmı karşılanmaktadır. Böylelikle binanın, şehrin elektrik şebekesinden olan enerji ihtiyacı önemli bir ölçüde azaltılmıştır. Ayrıca yapılan cephe tasarımıyla, firmanın üretimi ve teknolojisi gösterilirken, estetik bir yapı da elde edilmiştir.

## 4.2. Total Energie Fabrika ve Yönetim Binası, Lyon, Fransa

Binanın ismi	: Total Energie Fabrika ve Ofis Binaları
Yerleşim Yeri	: La Tour-de-Salvagny, Lyon, Fransa
Mimarı	: Jacques Ferrier
Yapım Yılı	: 1999
Kullanılan PV’lerin Üreticisi	: Photowatt modülleri – Total Energie PV bileşenleri
PV Tipi	: Multi-kristal silikon
PV Bileşenlerin Eğimi	: 40°
Kazandığı Ödül	: Observ’ER tarafından düzenlenen “Solar Accommodation, Today’s Accommodation/Habitat Solaire Habitat d’Aujourd’hui” yarışmasında ödül almış.

Total Energie, PV bileşenler üreten ve hızla gelişmekte olan bir firmadır ve Lyon şehrinin kenarında yeni bir bina inşa etmek istediğinde bunun hem ekonomik bir bina olmasını, hem de kendi ürettiği PV bileşenlerin, teknolojisinin göstergesi olarak bu yeni yapıya entegre edilmesini istemiş. Böylelikle tasarlanan ve inşa edilen binanın yıllık enerji tüketimi, kışın 138,944 kWh iken, yazın 27,275 kWh olarak gerçekleşmiştir. 120 500 x 1000 mm modüller, 40° eğimle güney cephesine yerleştirilmiştir. Binanın üst kısmında ise bu gölgeleme elemanlarından ayrı olarak 36 m<sup>2</sup>'lik PV modüller yerleştirilmiştir. Tüm bu PV bileşenler, binanın enerji ihtiyacının %20'sini karşılamaktadır. <sup>(9)(10)(11)</sup>

#### Total Energie Fabrika ve Yönetim Binası



**Tablo 2.** Total Energie fabrika ve yönetim binasından fotoğraflar<sup>(9)</sup>

Yapı, iki ana bloktan oluşmakta, bu iki bina birbirine galvanize çelik bir köprü ile bağlanmaktadır. Tablo 2'deki fotoğraflar ve çizimde de görüldüğü gibi bu binada da Solar-Fabrik örneğinde olduğu gibi fabrikanın kendi üretimi olan PV bileşenler, cephede gölgeleme elemanı olarak kullanılmıştır. Benzer şekilde bu örnekte de hem istenmeyen fazla güneş ışınımından kurtulup iç mekanın aşırı ısınması önlenirken, hem de bu istenmeyen ışınımın binanın enerji ihtiyacının bir kısmı karşılanmaktadır. Böylelikle bu binada da şehrin elektrik şebekesinden olan enerji ihtiyacı azaltılmıştır. Ayrıca firmanın üretimi ve teknolojisi gösterilirken, estetik bir yapı da elde edilmiştir.

#### 4.3. Örneklerin İrdelenmesi ve Ekonomik Durumunun Tartışılması

Bu iki örnekte de, yılın belirli günlerinde güneş enerjisi yapı içlerinde istenmiyor ve gölgeleme elemanları kullanılarak bina iç mekanlarında konfor koşulları sağlanmaya çalışılıyor. Bu istenmeyen güneş ışınımı, gölgeleme elemanı PV paneller kullanılarak oluşturulduğu için, binanın ihtiyaç duyduğu elektrik enerjisine dönüştürülüyor.

PV malzeme, fiyat itibarıyla günümüzde oldukça pahalı bir malzemedir. Her ne kadar yeryüzünde çok miktarda bulunan silisyumdan da üretilse pahalı olmasının sebepleri, pahalı üretim yöntemleri, düşük verimleri ve talep azlığı olarak sıralanabilir. Ancak kullanım artıp talep yükseldiğinde ve

günümüzde sürekli geliştirilen teknolojisi ile verimi artırılıp daha uygun üretim yöntemleri geliştirildiğinde fiyatların düşeceği söyleniyor.

Net maliyetleri hesaplamak çok zor çünkü ancak kullanılacak sistem belirlenip detaylı hesaplar yapıldıktan sonra maliyetler ortaya çıkabiliyor. Fakat sistemin kendini geri ödeme süresi üretimiyle ilgili olduğundan, bu konuda çok net değil, sadece yaklaşık değerler verilebiliyor. Sistemin verimini tahmin için yapılan hesaplarla, gerçek üretim sonuçlarının da birbirini tutmadığı söyleniyor. Çünkü başta hesaba alınmamış birtakım değişikliklerle (örneğin sonradan PV panelleri gölgeleyecek bir bina inşa edilmesi veya varolan bir ağacın bir fırtınada devrilmesi gibi), veya sadece güneş ışınımındaki farklılıklarla (bulutlu günlerin sayısının tahminden fazla veya az olmasıyla) sistemin üretimi olumlu veya olumsuz olarak değişebiliyor. Ancak yine de tahminlere yakın bir sonuç ortaya çıkıyor.

Sistemin verimini ve dolayısıyla geri ödeme süresini etkileyen en önemli etkenlerden birisi de sistemin kurulacağı “yer” dir. Yani o bölgenin konumu (enlem, boylam) ve iklim özellikleri, PV sistemin verimini önemli ölçüde etkiler. Ancak PV üreten firmalar, 20-30 yıla kadar uzayan garanti süreleri vermektedirler. Yani satın alınan bir PV panel, 20 yıl boyunca garanti kapsamında çalışıyor. Burdan da anlaşılacağı üzere, PV panel alan bir kişi, en az 20 yıl elektriğe para ödemiyo. Sistemin geri ödeme süresi ise, sistemin özelliklerine, verimine ve bulunulan yere bağlı olarak farklı sürelerde hesaplanıyor. Ancak çok pahalı olan bazı cephe kaplamaları yerine PV bileşenler cephe kaplaması olarak kullanıldıklarında, eğer yerine kullanıldıkları cephe kaplama malzemesinin m<sup>2</sup> maliyetleri PV bileşenlerinkinden fazla veya eşit ise, geri ödeme süresi sıfır oluyor. Çünkü pahalı ve prestijli cephe kaplama malzemelerinin bir kazanımı yokken, PV bileşen güneş ışınımı olduğu süre boyunca elektrik üretiyor. Dolayısıyla, PV bileşenler prestijli olmalarının yanısıra bir katma değere sahipler. Bu sebeple geri ödeme süresi sıfır iken, hem sistem kurulduğu gün enerji üretmeye başlıyor, hem de eğer gölgeleme elemanı olarak tasarlandılarsa istenmeyen güneş ışınımı kazanımlarından binayı koruyarak iç mekanda konfor koşullarının sağlanmasına katkıda bulunuyorlar.

## 5. Sonuç

Bu çalışmada görüldüğü gibi, PV bileşenler mimaride gölgeleme elemanı olarak kullanıldığında, binanın istenmeyen enerji kazanımını azaltırken, aynı zamanda da bu istenmeyen enerjiyi kullanıp binanın ihtiyacı olan elektrik enerjisine dönüştürerek binanın enerji ihtiyacını azaltmaktadır. Böylelikle hem ülke ekonomisine de önemli bir katkıda bulunmakta, hem de fosil yakıt kullanımını önemli ölçüde azaltarak çevreye verilen zararı da yine önemli ölçüde azaltmaktadır.

Ülkemize baktığımızda, Türkiye’de bulunan en bol ve en ucuz temiz enerji kaynaklarından bir tanesi “Güneş Enerjisi”dir. Güneş enerjisinin bir enerji kaynağı olarak kullanım şekillerinden bir tanesi olan fotovoltaik bileşenlerin kullanımı ile elde edilen elektrik enerjisi, dünya üzerindeki değişik uygulamalarda, binanın elektrik enerjisi ihtiyacının bazen bir kısmını, bazen tamamını, bazen de daha da fazlasını karşılayabilmektedir. Türkiye’den daha az güneş gören ülkelerde bu sağlanabildiğine göre, bu malzemenin binalarda kullanımı, ülkemizin artan enerji ihtiyacının önemli bir kısmını karşılayabilecektir. Böylelikle, mimarimizde PV bileşenlerden oluşan gölgeleme elemanları kullanımı gerçekleştirilirse ve yaygınlaştırılırsa, hem daha konforlu binalarda yaşamamız mümkün olacak, hem de enerji ihtiyacımız önemli ölçüde azalacağı için ülke ekonomimize de önemli ölçüde bir katkı sağlanmış olacaktır.

## Kaynaklar:

- (1) Altın, M. 2005, Research on the Architectural Use of Photovoltaic (PV) Components in Turkey from the Viewpoint of Building Shape, Dokuz Eylül University, Doktora tezi
- (2) Altın, M. 2003, Tarih İçinde Teknolojiyi Yaşamak: Enerji Üretiminde Fotovoltaik Hücreler, YAPI 256 /Mart 2003, s.88-91
- (3) Altın, M. 2004, Yeni Yapı Malzemesi Fotovoltaik Paneller, Özellikleri Ve Tarihçesi, 2. Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi Bildiriler Kitabı, s.438-444
- (4) Şen, N. 1972/1973, Yapıda Bölge Şartları, T.C. Devlet Mühendislik ve Mimarlık Akademisi Mimarlık Bölümü Yapı Billgisi Kürsüsü Yayını No:2, K.D.M.M. Akademisi Baskı Atölyesi 72, s.11
- (5) Freiburg Solar Energy Guide, Edition 2006, City of Freiburg im Breisgau Environmental Protection Agency.
- (6) Dresel, Thomas. 11.08.2006 tarihinde "ISES Yaz Çalıştayı 2006 – Avrupa'da Güneş Enerjisiyle Düşük-Enerjili Konut Üretimi" Çalıştayının açılışında Freiburg Şehrini temsilen yaptığı konuşma.
- (7) Detail Dergisi, 1999/3, Solar-Fabrik in Freiburg
- (8) 12.08.2006 tarihinde Solar-Fabrik binasına düzenlenen teknik geziye katılım
- (9) Gauzin-Müller, D. 2002, Sustainable Architecture and Urbanism: Concepts, Technologies, Examples, Birkhäuser – Publishers for Architecture, Italy, s. 234-239
- (10) [www.total-energie.fr](http://www.total-energie.fr)
- (11) [www.jacques-ferrier.com](http://www.jacques-ferrier.com)