

SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARLIK BAĞLAMINDA GÜNEŞ PİLİ UYGULAMALARI

Türkan GÖKSAL ÖZBALTA

Anadolu Üniversitesi, MMF - Mimarlık Bölümü

2 Eylül Kampusu – 26470 Eskişehir

email:tgoksal@anadolu.edu.tr

ÖZET

Sürdürülebilir gelecek için vazgeçilmez bir araç olan enerji, gelişmişliğin en önemli ölçütlerinden biridir. Nüfus artışı ve teknolojik gelişmeler enerji tüketimindeki artışın önemli etkenleridir. Yaşamın sürekliliği ve yaşam konforu açısından bir gereklilik olarak ‘enerji’nin yoğun olarak tüketildiği alanlardan biri de mimari uygulamalardır. Mekan gereksiniminin karşılanması sonucu ortaya çıkan yapılaşma ve enerji tüketimindeki artışın birbiriyle paralellik göstermekte olduğu gözlenmektedir. Bu nedenle ‘enerji’, estetik, çevresel ve ekonomik boyutları açısından mimaride sürdürülebilirlik bağlamında önemlidir. Çevre üzerinde olumsuz etkiler yaratan enerjinin, kalkınmada vazgeçilmez bir öge olması, rasyonel kullanımını ve temiz enerji üretimine yönelik gelişmiş teknolojiler kullanmanın önemini giderek arttırmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına yönelik teknolojilerin en önemlilerinden biri “Fotovoltaik” uygulamalardır. Güneşten etken olarak yararlanmayı olanaklı kılan “Fotovoltaik teknolojisi”nin mimariye uygulanma olanakları, yaşama geçirilen örneklerle bu bildiri kapsamında ele alınmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Mimaride Sürdürülebilirlik, Fotovoltaik, Güneş Enerjisi

GİRİŞ

1. Dünya Çevre Konferansı’ndan (Stockholm, 1972) sonra gelişen düşüncelerin ışığı altında tartışılmaya başlanan “sürdürülebilir” kavramının önem kazanması, Birleşmiş Milletler’e bağlı Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu’nun 1987’de ‘Ortak Geleceğimiz’ adıyla yayınladığı, Brundtland Raporu’na dayanmaktadır.[1] Brundtland raporu, çevre konusunu, yoksulluk, eşitsizlik, nüfus artışı ve çevre bozulması arasındaki karşılıklı ilişkiler çerçevesinde ele alarak analizini ve önerilerini bu temel üzerinde biçimlendirmekte, değişimin zorunluluğundan hareketle, tüm ülkeler için çevreyle uyumlu yeni bir “sürdürülebilir büyüme” modelini önermektedir.[2] Bu bağlamda, doğal kaynakları tüketmeyen, gelecek kuşakların gereksinmelerini karşılayabilme olanaklarını ellerinden almayan, ekonomi ve ekosistem arasındaki dengeyi koruyan, ekolojik açıdan sürdürülebilir nitelikte olan ekonomik kalkınma amaçlanmaktadır. Çevresel sorunların temelinde, ekolojik ilkelere uygun olmayan enerji kullanımının yatmakta olduğu artık kabul görmüş bir gerçektir. Bu nedenle bina ve kent ölçeğinde, ekolojik dengeleri bozmayan bir enerji sisteminin geliştirilmesi gerekmektedir. Mimarlıkta 1970’li yıllardan bu yana sürdürülebilirlik sorunsalıyla doğrudan ilişkili, ekolojist, yeşilci ya da çevre bilinçli olarak nitelenebilecek mimari yönelimler ortaya çıkmıştır. Bunlardan biri, mimariyi en gelişkin teknik araçlarla donatarak, çevre koşullarına en zararsız tepkileri verecek biçimde tasarlamaktır. Teknolojinin sürdürülebilirliğe katkıda bulunmak üzere yeniden işlevlendirilmesi başlığı altında örneklerde de görüleceği üzere güneş pillerinin mimariye uygulanması giderek yaygınlaşmaktadır.

GÜNEŞ YERLEŞİMLERİ VE MİMARİDE FOTOVOLTAİK UYGULAMALARI
 Güneş pilleri (fotovoltaik modüller), güneş enerjisini kullanarak, çevreye zararlı atık vermeden, gürültü olmaksızın, elektrik enerjisi üretebilen elemanlardır.[3] Mimaride bina kabuğu, enerji korunumu ve mimarinin biçimlenişi açısından önemli bir rol üstlenmekle birlikte, sürdürülebilir bir gelecek anlayışı içerisinde daha fazla işlevi yerine getirmek durumundadır. Geleneksel işlevlerinin yanı sıra, cephe ve çatı elemanları yapıların enerji gereksiniminin karşılanmasına katkıda bulunan birimler halinde tasarlanabilmektedir. Almanya ve Hollanda öncelikli olmak üzere pek çok Avrupa ülkesinde, ABD’de ve hem üretim hem uygulamaya öncülük eden Japonya’da da yönelim, kendi enerjisini üretebilen binalar ve yerleşim birimleri tasarlamaktır. Düşük-enerjili, sıfır-enerjili ve artı-enerjili yapı üretimi konusunda yoğun çalışmaların sürdürülmekte olduğu, sayısı giderek artan uygulamalar ile dikkat çekmektedir. Avrupa’nın 1999 yılı eko-başkenti ilan edilen ve artı-enerjili bina uygulamalarına öncülük eden Freiburg-Riesefeld Güneş Yerleşiminden sonra, Almanya’nın Kuzey Ren-Westfalya Bölgesi’nde 1997 yılında ‘50 Güneş Yerleşimi’ için harekete geçilmiştir.

Gelsenkirchen-Bismarck Güneş Yerleşimi:

Gelsenkirchen-Bismarck Güneş Yerleşimi, sıra evler (bitişik nizam) tarzda inşa edilen 72 adet konutla 4 hektarlık bir alan üzerinde planlanmıştır(Resim 1a). Yerleşimin ısı enerjisi gereksinimi, yönetmelikte belirlenen miktarın % 40 altında bulunmaktadır. Binalarda Yüzey/Hacim ilişkisi minimumda tutularak enerji kaybı azaltılmış olup, planlamada güneşe yönelerek, saydam yüzeyler aracılığı ile güneşten edilgen anlamda yararlanılmaktadır. Güneş enerjisinden güneş topacları ve güneş pilleri (PV) ile kazanç sağlanmakta, şebekeye bağlı olan tesiste üretim fazlası şebekeye aktarılmaktadır. Yine güney cephede düzenlenen PV güneş kırıcılar, hem gölgeleme yaparak aşırı ısınmayı önlemekte hem de enerji üretmektedirler. Mekanların kontrollü havalandırılması ile enerji kayıpları azaltılmakta ve hava niteliği açısından hijyenik koşullar sağlanmaktadır. 2001 yılı sonunda kullanıma açılan konutlara ilişkin veriler Tablo 1’de görülmektedir.

TABLO 1: Gelsenkirchen-Bismarck Güneş Yerleşimi’ne ilişkin veriler [4]

Gelsenkirchen-Bismarck Güneş Yerleşimi/Kuzey Ren Westfalya-D, 1999-2001	
Yapım Tekniği	72 Konut, Sıra ev-bitişik nizam, masif ve ahşap iskelet yapı, 2 ½ katlı + bodrum kat, 110-140 m ²
Yönlenme	Güney-Kuzey
Enerji Gereksinimi	30-45 kWh/m ² .yıl
Yüzey/Hacim Oranı	0,5 (1/m)
Enerji eldesi	80 kWp Fotovoltaik Güç, elektrik gereksiniminin % 40’ı karşılanıyor
Sıcak su eldesi	Güneş Topacları 470 m ² , sıcak su tüketiminin % 60-65 karşılanıyor
Isı geçiş katsayısı (U-değeri W/m ² K)	U-duvar: 0,20-0,23 W/m ² K U-pencere: 1,1-1,4 W/m ² K U-çatı: 0,13-0,18 W/m ² K U-zemin: 0,19-0,26 W/m ² K



a)



b)

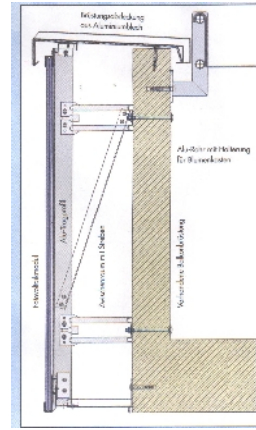
Resim 1a) Gelsenkirchen-Bismark konutları, 1b) Köln-Bocklemünd cephede PV Uyg.

Bocklemünd/Köln:

Bocklemünd/Köln yerleşiminde ise 39 000 m²'lik kullanıma alanına sahip, 548 konuttan oluşan, 2-8 katlı mevcut 33 binada yenileme çalışmaları kapsamında güneş pilleri kullanılmaktadır (Resim 1b). Resim 2 a,b'de görüldüğü üzere güneş pilleri cephelere ve balkon parapetine tespit edilmektedir. 1965-1969 yıllarında inşa edilen binalarda, yapılan ısı iyileştirmeler ile duvar ve çatılarda ısı geçiş katsayısı 0,3 W/m²K ile sınırlandırılmıştır. Mevcut durumda 126 kWh/m²yıl olan enerji gereksinimi, alınan ısı yalıtımı önlemleri ve düzenlenen güneş pilleri aracılığı ile 59 kWh/m²yıl değerine çekilmiştir. Buradan da görüldüğü gibi enerji kayıplarının yüksek olduğu mevcut binalarda da güneş pili uygulayarak iyileştirme yapılması ve enerji gereksiniminin güneş enerjisinden karşılanması olanaklıdır. [5]



a)



b)

Resim 2a: Köln/Bocklemünd PV-Modül cephe uygulaması, 2b) Balkon parapetinden kesit

Güneş pillerinin çok farklı renk, doku ve boyuta sahip olmaları, çerçevesiz ve çerçevesiz olarak düzenlenebilmeleri mimari uygulamalara zenginlik katmaktadır. Resim 1b'de Köln kentinde, bina yüzeylerinde monotonluğun giderilebilmesi yanı sıra kullanıcılar

için hem çevre bilincinin gelişmesi hem de teknolojinin tanıtımı amacıyla düzenlenmiş bir cephe dikkat çekmektedir(Resim 2a,2b).

Steinfurt-Borghorst:

Almanya’da Eurosolar 2001 ödülünü alan Steinfurt-Borghorst yerleşimi 3 800 m² kullanım alanına sahip, 42 konuttan oluşmaktadır. Yerleşimde amaç, binalarda enerji tüketiminin ağırlıklı olarak (% 34) güneş enerjisinden sağlanmasıdır. İkiz ve sıra evler ile çok katlı binaların yer aldığı yerleşimde enerji gereksinimleri, sıraevler: 15 kWh/m²yıl, ikiz evler: 30 kWh/m²yıl, çok katlı bloklar için ise 50 kWh/m²yıl olarak verilmektedir. 2000 yılında Stuttgart Üniversitesi ve Braunschweig Teknik Üniversitesi tarafından yapılan ölçümlerde Mayıs-Eylül dönemlerinde enerji gereksiniminin tümüyle güneş enerjisinden sağlandığı bildirilmektedir. Ancak enerji bilançosunda amaçlanan % 34’lik oranın, % 26 düzeylerinde olduğu tespit edilmiştir(resim 3). [6]

Freiburg Riesefeld – Schlierberg Yerleşimi-Artı Enerjili Binalar:

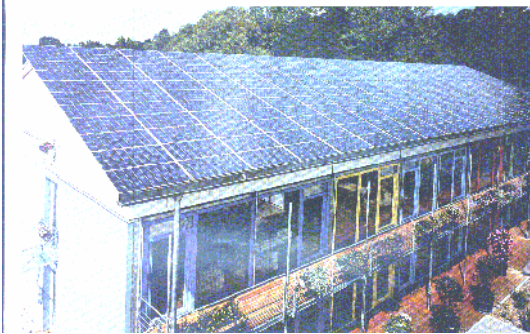
Schlierberg Güneş Yerleşimi, 120 Artı-Enerjili binadan oluşmaktadır(Resim 4). Yapımına 1998 yılında başlanan yerleşimin inşası halen sürmekte olup, güneşe yönlendirilen çatıların kaplama malzemesini metal taşıyıcılar üzerine tespit edilen çerçevesiz güneş pilleri oluşturmaktadır. Güneş enerjisinden güneşe açılan saydam yüzeyler aracılığıyla edilgen anlamda kazanç sağlanan iki katlı binalar, tüketimlerinden daha fazla enerji ürettikleri için günümüzde Avrupa’nın en büyük güneş yerleşimi olarak anılmaktadır. [7]

Mont-Cenis Akademisi-Herne/Sodingen: (1997 –1999)

Mont-Cenis akademi binası, çok amaçlı işlevinin ötesinde enerji etkin tasarım konseptiyle mimari özellikleri açısından bir araştırma niteliği taşımaktadır (Resim5).



Resim 3: Steinfurt-Borghorst Yerleşiminde çatıya entegre PV uygulamaları



Resim 4: Freiburg-Riesenfeld yerleşimi, Artı-Enerjili binalarda PV çatı uygulaması
Bakanlık tarafından açılan proje yarışmasını, doğal havalandırmalı ve doğal aydınlatmalı, ekolojik mimari karakter taşıyan proje kazanmıştır. Eğitim merkezi, konaklama birimleri, toplantı salonları, idari merkez, çocuk kütüphanesi ve kafeterya gibi farklı işlevlere sahip binalardan oluşan proje, 15 m yüksekliğinde tek çatı örtüsü altına alınmıştır. İklim koşullarının denetlendiği yarı kamusal bir alanın yaratılması, enerji üretim ve tüketimine duyarlı bir ortam oluşturulması projenin ana amacıdır. Avrupa Birliği tarafından Joule Programı kapsamında desteklenen projede, yeni bir çevre konseptinin (mikro-klimatik kabuk) bilimsel olarak araştırılması, analiz sonuçlarının bilgisayar simülasyonları ile yapılabirliğinin ortaya çıkarılması amaçlanmaktadır. Cam kabuğun çatısına monokristal, polykristal modüllerden oluşan 1 MW gücünde güneş pili entegre edilmiştir. 72,0 m x 168,0 m boyutlarına sahip cam fanusta, sera niteliği, atık ısının geri kazanımı ve PV elemanları ile beklenen enerji tasarrufu gerçekleşmekte olup, aynı yalıtım standartlarına sahip binalara karşın % 23, iklimlendirilmiş binalara karşın ise % 18 oranında daha az CO2 emisyonu açığa çıkmaktadır. Yıllık enerji tüketimi 50 kWh/m²'den daha az olan binada, iklimlendirme tesislerinin optimum düzeyde çalıştırılması durumunda yaklaşık 32 kWh/m²yıl olacağı tahmin edilmektedir.[8] Bina çatı ve güneybatı cephesine entegre edilen 1 MW güç kapasitesi ile yılda yaklaşık 750 000 kWh elektrik enerjisi üretmektedir. Güç kapasitesi 192-416 Wpeak arasında değişen modüllerden elde edilen doğrusal akımı, alternatif akıma çevirmek için kullanılan dönüştürücü (invertör) sayısı 600 adettir. Mimar Gilles Perraudin, sistem hakkında “Bu bir binaya eklenen ve güneş enerjisiyle çalışan, sürekli bir enerji kaynağına sahip olacak ve enerji korunumu yasasına uyan, şimdiye dek hayata geçirilen en güzel örneği oluşturacak” demiştir. Güneş çatısı enerji üretmenin yanında, PV modüllerin organik dağılımı ve yoğunluğu farklı hücre kullanımı ile ışık kontrolü de sağlamaktadır. Binada kullanılan PV sistemine ilişkin veriler Tablo 2’de görülmektedir.

TABLO 2: Mont-Cenis Akademisi PV- Sistemi Verileri [9]

Toplam çatı alanı	12 600 m ²	Panellerin elektrik gücü	250 – 416 Wp
PV alanı	8 400 m ²	Çatı panelleri eğim açısı	5 derece
Standart PV çatı paneli	1,16 m x 2,78 m	Cephe panelleri eğim açısı	90 derece
Standart PV cephe paneli	1,16 m x 2,40 m	Dönüştürücü sayısı	yaklaşık 600
Çatı paneli sayısı	2 904	Toplam elektrik gücü	1 MWp
Cephe paneli sayısı	280	Elektrik üretimi	yaklaşık 750 000 kWh

Bu uygulamada teknoloji, yalnızca bir yapım tekniği ya da imaj ögesi olmak yerine, sürdürülebilir bir yaşamın kalitesini artırmaya, maliyetini ve doğal kaynak tüketimini azaltmaya yönelik olarak kullanılıyor. Bunu sağlamak için güneş paneli, çatı örtüsü gibi zorunlu donanım, yapıya entegre edilerek mimari bütünün bir parçası haline dönüştürülmüştür.[10]

Resim 5: Mont-Cenis Akademi Binası, Genel Görünüm ve Çatıda PV uygulaması



Uygulamalar örneklerde de görüldüğü gibi gerek yeni bina inşalarında gerekse de iyileştirme gerektiren yerleşimlerde giderek artmaktadır. Bilindiği gibi ABD’de de 2010 yılına kadar 1 milyon sıfır-enerjili bina yapılması planlanmaktadır. Söz konusu binalar elektrik gereksinimlerini fotovoltaik elemanlardan sağlayacak, mekanların ısıtma ve soğutma gibi diğer tüm enerji gerektiren işlevlerin sürdürülebilirliği de yine güneşe dayalı sistemler tarafından karşılanacaktır. Ayrıca 1990 yılında Almanya’da 1.000 çatıda PV modül uygulama projesi devlet desteği ile yaşama geçirilmiş olup, şu anda 100 000 çatı uygulaması gündemdedir. Üretim ve uygulamalar konusunda öncü rol oynayan ülkelerden biri olan Japonya’da 2002 yılı itibari ile kurulu PV gücün 600 MW’ı aştığı bilinmektedir. [11]

SONUÇ

Fotovoltaik sistemlerin kullanım alanları, yeryüzünde uygulanmaya başladığı 1970’lerden bu yana değişik yönelimler göstermiştir. Son yıllarda binaların cephelerine ve çatılarına uygulanarak şebekeye bağlı elektrik üreten kW ve MW gücünde sistem sayısında hızlı bir artış görülmektedir. Mimaride PV kullanımına devlet desteği ile teşvik verilen ülkelerin sayısı giderek artmaktadır. Doğayı kirletmeden enerji kazanımı, aynı zamanda mimaride sağladığı tasarım olanakları ile mimaride yüzeyler PV kullanımı için önemli bir potansiyel oluşturmaktadır. PV modüllerin enerji üretimi yanı sıra gölgeleme, istenilen oranlarda ışık geçirgenlik, çift camlı kuruluşlarda düzenlenerek ısı yalıtımı ve bina kabuğunda su geçirimsizliği sağlama gibi çok işlevli olarak uygulanmaları yüksek maliyet sorununa bir çözüm olarak görülebilir. Gelişen teknolojinin maliyetinde son yıllarda önemli oranda düşüş yaşanması, gelişen çevre bilinci ve sürdürülebilir gelecek açısından uygulamaların yaygınlaşmasını sağlayacaktır. Ülkemize kıyasla güneş ışınım değerleri daha düşük olan ülkelerde gerçekleştirilen onlarca “güneş yerleşimi” uygulamalarının, güneş kuşağı olarak adlandırılan bölgede bulunan ülkemizde daha fazla katkı sağlayacağı açıktır. Enerji tüketiminde % 70-75 oranlarında dışa bağımlı olan ülkemizde gerek kullanıcı, gerekse bilim çevrelerinde ve enerji politikasında söz sahibi ilgililer açısından sürdürülebilir gelecek, yaşanabilir çevre için güneş enerjisine yönelmenin kaçınılmaz bir gerçek olduğu ortadadır.

KAYNAKÇA

- [1] Erkün, S., “Şok Tedavisi Amacıyla Tükenen Doğaya Ağıt, Bursa”, KENT ve ÇEVRE: Planlamaya Ekolojik Yaklaşım, Türkiye’de 17. Dünya Şehircilik Günü, 4-6 Kasım 1993.
- [2] Atalık, G., Baycan, T., “Sürdürülebilir Kalkınma/Kentleşme İkilemelerine İlişkin Görüşler”, KENT ve ÇEVRE: Planlamaya Ekolojik Yaklaşım, Türkiye’de 17. Dünya Şehircilik Günü, 4-6 Kasım 1993.
- [3] Hullmann, H., Photovoltaik in Gebäuden, Handbuch für Architekten und Ingenieure, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart 2000.

- [4] Landesinitiative Zukunftsenergien NRW, 50 Solarsiedlungen in Nordrhein-Westfalen, Gelsenkirchen.
- [5] Landesinitiative Zukunftsenergien NRW, 50 Solarsiedlungen in Nordrhein-Westfalen, Altbausanierung Köln-Bocklemünd.
- [6] Landesinitiative Zukunftsenergien NRW, 50 Solarsiedlungen in Nordrhein-Westfalen, Altbausanierung Steinfurt-Borghorst.
- [7] Göksal, T., “Mimaride Sürdürülebilirlik-Teknoloji İlişkisi:Güneş Pili Uygulamaları”, Arredamento Mimarlık, s. 76-80100+54, Ocak 2003.
- [8] Compagno, A., Intelligent Glass Facades, Material, Practice, Design, Birkhauser Publishers, Basel, Boston, Berlin, 1999.
- [9] Entwicklungsgesellschaft - Mont-Cenis , Fortbildungsakademie Herne, Stadtteilzentrum Herne-Sodingen, 1 Megawatt Solarkraftwerk der Stadtwerke, Oktober 1998.
- [10] Güzer, A., “Dönüştürücü Bir Güç Olarak Teknoloji”, XXI-Mimarlık Kültürü Dergisi, Sayı:8, 5-6, s. 50-53, İstanbul 2001.
- [11] Sonnenstrom von tausend Dächern, Fraunhofer-Institut für solare Energiesysteme.