

SÜRDÜRÜLEBİLİR BİNA KABUĞU TASARIMI VE FOTOVOLTAİK PANELLER

Müjde ALTIN

ÖZET

Bina kabuğu, bir binanın iç mekanını dış mekandan ayıran bir yapı bileşeni olup binaların enerji etkinliğinde önemli bir yeri olduğu için sürdürülebilirlikte de önemlidir. Yapı dış kabuğunda kullanılan fotovoltaik (PV) paneller binanın enerji ihtiyacını azalttığı için binaların enerji etkinliğine, dolayısıyla sürdürülebilirliğine de önemli katkıları olmaktadır. Buradan hareketle bu çalışmada amaç, bina kabuğunun sürdürülebilirliğinde fotovoltaik panel kullanımının enerji etkinliği açısından irdelenmesidir. Bunun için öncelikle sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir mimarlığın tanımı verilerek enerji etkinliğinin sürdürülebilir bina tasarımındaki yeri irdelenmiş, daha sonra bina dış kabuklarında, gerek cephede, gerekse çatıda PV panel kullanımı örnekler üzerinde incelenerek enerji etkinliği açısından irdelenmiş ve sonuçta sürdürülebilir bina kabuğu tasarımında PV panel kullanımı için öneriler getirilmeye çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Enerji etkinliği, Sürdürülebilir Mimarlık, Fotovoltaik Paneller, Bina Kabuğu.

ABSTRACT

Building envelope is important in sustainability as it is a structure that separates the interior from the outer space and has an important place in the energy efficiency of buildings. Photovoltaic (PV) panels that are used in the outer facade of the building have important contributions to the energy efficiency, thus sustainability of the building since they decrease the energy demand of the buildings. Therefore the aim of this study is to examine the PV panel use for the sustainability of the building envelope from the viewpoint of energy efficiency. To achieve this, first of all sustainability and sustainable architecture terms are described and the place of the energy efficiency in the sustainable building design is examined, and then PV panel use on building envelope, either on roof or on the façade, is examined on case-studies from the viewpoint of energy efficiency, and in conclusion suggestions for PV panel use on the building envelope design are given.

Key Words: Energy efficiency, Sustainable Architecture, Photovoltaic Panels, Building Envelope.

1. GİRİŞ

Bina dış kabuğu, bir binanın iç mekanını dış mekandan ayıran bir yapı bileşeni olup binaların enerji etkinliğinde önemli bir yeri olduğu için sürdürülebilirlikte de önemlidir. Yapı dış kabuğunda kullanılan fotovoltaik (PV) paneller, en sıcak devre dediğimiz dönemde güneşten olan istenmeyen ısı kazançlarını azalttığı ve aynı zamanda bu istenmeyen fazla güneş ışınımını kullanabileceğimiz enerjiye yani elektriğe dönüştürerek binanın enerji ihtiyacını azalttığı, hatta bazen sıfırladığı için binaların enerji etkinliğine, dolayısıyla sürdürülebilirliğine de önemli katkıları olmaktadır.

Buradan hareketle bu çalışmada amaç, bina dış kabuğunun sürdürülebilirliğinde fotovoltaik panel kullanımının enerji açısından irdelenmesidir. Bunun için öncelikle sürdürülebilirlik tanımı verilerek enerji etkinliğinin sürdürülebilir bina tasarımıdaki yeri irdelenmiş, daha sonra bina dış kabuklarında, gerek cephede, gerekse çatıda PV panel kullanımı örnekler üzerinde incelenerek enerji etkinliği açısından irdelenmiş ve sonuçta sürdürülebilir bina dış kabuğu tasarımında PV panel kullanımı için öneriler getirilmeye çalışılmıştır.

2. MİMARİDE ENERJİ ETKİNLİĞİ VE SÜRDÜRÜLEBİLİR BİNA TASARIMI

Mimaride enerji etkinliğinin sağlanmasında kullanılan yöntemlerden bir tanesi, binalarda PV panel kullanılmasıdır. Böylelikle, PV eklenen bina kendi enerji ihtiyacını kendisi üretmeye başlamaktadır. Bu durumda, kullanılan PV sistemin gücüne, binanın enerji ihtiyacına, bulunan enleme ve o yörenin güneşlenme durumuna bağlı olarak binanın enerji ihtiyacının ya bir kısmı, ya da tamamı üretilmekte, bazı durumlarda eğer uygunsa fazlası da üretilerek bu fazla kısım şehir elektrik şebekesine satılmaktadır. Böylelikle yine üretilen bu fazla enerji ile de bir ek gelir sağlanmış olmaktadır.

PV modüllerin üretimleri sırasında, oldukça yüksek miktarda enerji kullanılmaktadır. Bu enerji de genellikle fosil kaynaklı yakıtlardan sağlandığından, PV bileşenlerin karbon salımları yüksek olmaktadır. PV bileşenlerin yaşam boyu karbon salımları genellikle üretimlerindeki bu yüksek enerji ihtiyacından kaynaklanmaktadır [1]. Orta Avrupa'da polikristal modüller kullanarak şebekeye bağlı PV sistemleri tarafından üretilen elektrik enerjisinden kaynaklanan spesifik CO₂ salınımı, ortalama bir karma santral ile konvansiyonel elektrik üretiminden kaynaklanan spesifik CO₂ salınımının yalnızca %20'sidir. Bu durumda PV bileşenlerin karbon salınımı açısından düşünüldüğünde daha iyi durumda olduğu görülmektedir. PV bileşenlerin yanında konvansiyonel enerji santralleri için enerji geri ödeme süresi bir kriter olamaz, çünkü her durumda bu santraller, ürettiklerinden daha fazla enerji tüketecekler, dolayısıyla karbon ayak izleri oldukça yüksektir. [2]

PV sistemlerin sürdürülebilir bina tasarımıdaki yeri ve önemi tartışılırken dikkate alınması gereken bir başka konu ise bileşenlerin enerji geri ödeme süreleridir (EGÖS). Şebekeye bağlı polikristal PV sistemlerde geri ödeme süresi, güney Avrupa'da iki, orta Avrupa'da ise üç yıl olup, sistem bu süreden sonra geri kalan ömründe (Net Enerji Ömrü) karbon salımlarından bağımsız olarak enerji üretmeye devam edecektir (Net Enerji Ömrü = Sistemin Ömrü – Enerji Geri Ödeme Süresi). Bir PV sistemin ömrünün 25 yıl olduğu düşünülürse, Avrupa için Net Enerji Ömrü 20 yıldan fazla bir süre olacaktır [2]. PV bileşenler, binalara entegre veya eklenmiş haldeyken sürekli olarak, güneş ışınımı olduğu müddetçe elektrik üretmeye, dolayısıyla karbon salınımı azaltmaya devam etmektedirler.

Fotovoltaik bileşenlerin patenti 1954'te alınmış, ancak ilk yıllarda, pahalı olmaları ve düşük verimleri nedeniyle sadece uzay araçlarında kullanılmıştır. 1970'lerdeki enerji krizi sonrası, bu teknolojinin yeryüzünde kullanımı araştırmacılar tarafından düşünölmeye başlanmış olup, ilk PV panel entegresi, 1978'de ABD'de Boston yakınlarında inşa edilmiş olan çok katlı bir binaya uygulanmıştır [3]. Daha sonra 1980 yılında şehir elektrik şebekesine bağlı ilk uygulama olan 7,5 kWp'lık güce sahip PV sisteme sahip Carlisle Evi inşa edilmiştir[3]. Şekil 1'de maket fotoğrafı görölen bu ev, tüm enerji ihtiyacını kendisi karşılar, ürettiği fazla elektriği de şehir şebekesine aktarmaktaydı. Daha sonra yine ABD, Brookline'de gelecekteki eğilimleri gösteren bir örnek olarak, Şekil 2'de fotoğrafı görölen "Impact 2000 Evi" inşa edilmiş olup[3], o günden günümüze kadar oldukça fazla sayıda binaya fotovoltaik bileşen entegresi veya eklenmesi gerçekleştirilmiştir. Yaklaşık 35 yıl olan bu süreç sonunda ilk uygulamalar dahil binalara entegre edilmiş veya eklenmiş tüm PV sistemlerin halen enerji üretimlerine devam ettiklerini söyleyebiliriz. Dolayısıyla bu sistemler, binanın üstünde durdukları sürece, kısaca ömürleri boyunca karbon salınımı azaltmaya devam etmektedirler.



Şekil 1. Carlisle Evi Maketi [4]



Şekil 2. Impact 2000 Evi, Boston, ABD [5].

3. FOTOVOLTAİK PANEL KULLANILAN BİNA ÖRNEKLERİNİN İRDELENMESİ

Bu bölümde, son yıllarda inşa edilmiş veya yenilenmiş binalara entegre edilmiş veya eklenmiş PV bileşen uygulama örnekleri ele alınmış olup öncelikle bu binalar genel olarak tanıtılmış, daha sonra enerji etkinliği ve sürdürülebilirlik açısından karşılaştırılmışlardır.

3.1. Novartis Gehry Binası'nda PV Panel Kullanımı

Novartis Gehry binası, Basel, İsviçre'de bir ilaç firması için Frank O.Gehry tarafından tasarlanarak inşa edilmiş bir binadır. Zemin kotu seviyesi üstünde 5 kat ve yeraltında 630 kişilik bir oditoryum'dan oluşmaktadır. Hem kullanıcının hem de ilaç firmasının hedefi, kullanım aşamasında toplam ısıtma, soğutma ve elektrik tüketimi 300MJ/yıl olan düşük enerjili bir bina inşa edilmesi olduğu için, bunu karşılayan bir konsept geliştirilmiştir [6].

Binanın çatısına yerleştirilen fotovoltaik hücreler, 1300 m²'lik yüzey alanıyla, toplam çatı alanının %85'inden fazlasını kaplamaktadır (Şekil 3) [8]. Bu hücreler bir yandan binanın aydınlatma enerjisini üretirken diğer yandan ise gölgeleme elemanı olarak görev yaparak binanın istenmeyen ısı kazancını engellemekte, gelen güneş ışınımının %88'ini filtrelemektedir [9] (Şekil 4). Binanın elektrik tüketimi

sürekli olarak izlenmekte, elektrikli aydınlatma sadece yeterli günışığı olmadığında veya geceleri kullanılmaktadır [10].

Binanın Künyesi

Binanın adı, yeri	Novartis Gehry Binası, Basel İsviçre
Mimarı	Frank O. Gehry ve Ortakları
İnşaatin tamamlanma tarihi	Haziran 2009
Toplam alan	19.500 m ²
Sistem gücü	92,74 kWp
Fotovoltaik Güneş Modülleri	Schüco & Sunways, 1300 m ² 125.000 şeffaf, mono-kristal, kare, gümüş güneş hücresi.
Enerji üretimi	65,000 kWh/yıl
CO ₂ salımı kazancı	32,5 ton/yıl



Şekil 3. Novartis Gehry Binasının Havadan Görünümü [7]



Şekil 4. Novartis Gehry Binasında Kullanılan PV Bileşenlerin İç Mekandan Görünümü [7]

3.2. BMW World Binası'nda PV Panel Kullanımı

Binanın tasarımı, beş ana bloktan oluşmuştur: hol, prömiyer, forum, kule ve çift koni. Yeni tasarlanan bina sadece firmanın prestijini değil, çevreye saygısını, yeni teknolojilere bakış açısını da göstermektedir. Bina tasarımında pasif ilkelerin yanı sıra oldukça büyük kapasiteli bir PV sistem kurulu olup, bu bina için paneller özel olarak tasarlanmış, böylelikle verimleri artırılmıştır. Açılan yarışma sonucu otomotiv firması, tasarımının vizyon sahibi, sürdürülebilir, çok yönlü bir duruşu olmasından ve binanın tek bir çatı altında genişleyebilen konsepti nedeniyle Avusturyalı Coop Himmelb(l)au'nun projesini seçmiştir [11].

Binanın Künyesi

Binanın adı, yeri	BMW World Binası, Münih, Almanya
Mimarı	COOP Himmelb(l)au, Viyana Avusturya
Yapım tarihi	2003 - 2007
Toplam alan	Yaklaşık 16.000 m ²
Sistem gücü	823,5 kWp
Fotovoltaik Güneş Modülleri	8000 m ² - 3.660 adet mono-kristal yüksek performanslı modül, 220.000 adet siyah mono-kristal güneş hücresi
Enerji üretimi	-
CO ₂ salımı kazancı	-

Binanın çatısı, hemen yanındaki Olimpia Kulesi'nden ve BMW Grup Binası'ndan her an görülebildiği için, çatının mimari tasarımına büyük özen gösterilmiş, dikkatle detaylandırılmıştır. Siyah parlayan fotovoltaik modüllerin arasında, paslanmaz çelikten şeritler tasarlanmış, bu şeritler çatı boyunca devam ederek çatı yüzeyinde değişik bir örgü yaratmıştır. (Şekil 5, 6, 7, 8)



Şekil 5. BMW World Binası'nın Çevresiyle Birlikte Görünüşü [11].

Fotovoltaik modüller, çatı drenajının üstüne, paslanmaz çelik bir koruyucu ile gömme montaj sistemiyle monte edilmişlerdir [9] (Şekil 7). Gömme montaj sistemi ile kullanılan siyah arka cam, ayaklı standla monte edilen sisteme göre enerji veriminde %16 verim artışı sağlanmıştır [9].



Şekil 6. BMW World Binası'nın Çatısının Görünüşü [9].



Şekil 7. BMW World Binası'nın Çatısından Detay [9]



Şekil 8. BMW World Binası'nın Çatısından Detay [9]

3.3. Westendgate Binası'nda PV Panel Kullanımı

Bina, 1976'da inşa edildiğinde, 159 metrelik yüksekliğiyle Almanya'nın en yüksek binası olmuş ve bu ünvanı bir süre devam ettirmiştir. 2008-2010 yılları arasında bina kompleksi tamamen yenilenmiş, enerji konusunda da köklü bir yenileme yapılmıştır. Kulelerin güneybatı köşelerine, çift cam arasında PV güneş hücreleri yer alan PV modüller yerleştirilmiştir (Şekil 9). Gündüz güneş ışınımından üretilerek depolanan enerji, gece LED aydınlatma bantlarında kullanılarak binaya görsel bir zenginlik katmakta, aynı zamanda binanın karbon salımını azaltmaktadır. [12]

Binada, cepheye entegre edilmiş PV sistem, binanın enerji etkinliğini arttırmak için, optimize edilmiş yalıtım-aydınlatma ve teknoloji ile elde edilen enerji tasarrufu konseptiyle birlikte çalışmaktadır. Bunun sonucu olarak enerji ihtiyacında ve CO₂ salımında %36'lık bir azalma olmuştur. Sonuç olarak, Avrupa Birliği binayı "Yeşil Bina" sertifikası ile ödüllendirmiştir. [12], [13].

Binanın Künyesi

Binanın adı, yeri	Westendgate Binası, Frankfurt, Almanya
Mimarı	Just/Burgeff Architekten & a3lab (Asterios Agkathidis Architecture) Siegfried Hoyer, Richard Heil
Yenileme:	2008-2010
Toplam alan	m ²
Sistem gücü	23,4 kWp
Fotovoltaik Güneş Modülleri	10,500 zümrüt-yeşili güneş hücresi (mono-kristal silikon, 125 x 125mm) 298 emaye-destekli çift cam modül
Enerji üretimi & CO ₂ salımı kazancı	%36



Şekil 9. WestendGate Binası Genel Görünümü [14]

3.4. Gaita Evi'nde PV Panel Kullanımı

Bina, pozitif enerjili bir bina olarak tanımlanmaktadır. Ahşap taşıyıcı sistemli bu bina, 3 katlı olup 280m² yaşama alanına sahiptir. Pozitif enerji dengesi, fotovoltaik paneller, jeotermal enerji ve değişik tasarım ilkeleriyle sağlanmıştır.

Binanın Künyesi

Binanın adı, yeri	Gaita Evi, Paris, Fransa
Mimarı	Pascal Gontier
Yapım tarihi	-
Toplam alan	280 m ²
Sistem gücü	Çatı: 235 kWp
Fotovoltaik Güneş Modülleri	Siyah mono-kristal güneş hücreleri (125x125 mm) Çatıda 10 adet PV panel (235 W) 18 adet çift cam arası PV modül
Enerji üretimi	-
CO ₂ salımı kazancı	-

Siyah mono-kristal güneş hücrelerinden üretilmiş çift cam arası PV modüller, binanın güney cephesine, gölgeleme elemanı olarak monte edilmiştir. Binanın aşırı ısınmasını önlerken, bir yenilenebilir enerji kaynağı olan güneş enerjisinden elektrik üretmektedir (Şekil 10).



Şekil 10. Gaita Evi Genel Görünümü [15]

3.5. Karşılaştırma

Binaların sürdürülebilir olmasında etkili özelliklerden birisi enerji etkinliği, bir diğeri de karbon ayakizidir. Enerji etkinliğini sağlayan önemli etkenlerden birisi de, binanın enerji tüketiminin azaltılmasıyla birlikte yenilenebilir enerji kaynakları kullanmaktır. Özellikle PV bileşen kullanımı durumunda, binanın elektrik enerjisi ihtiyacı binanın kendisi tarafından üretildiği için, hem enerji etkinliği artırılmış olmakta, hem de karbon salımı azaltılarak, binanın karbon ayakizi düşürülmektedir. Böylelikle bina daha sürdürülebilir olmaktadır.

Tablo 1. İncelenen Örneklerin Karşılaştırma Tablosu.

Binanın adı, yeri	Novartis Gehry Binası, Basel İsviçre	BMW World Binası, Münih, Almanya	Westendgate Binası, Frankfurt, Almanya	Gaita Evi, Paris, Fransa
Mimarı	Frank O. Gehry ve Ortakları	COOP Himmelb(l)au, Viyana Avusturya	Just/Burgeff Architekten & a3lab (Asterios Agkathidis Architecture) Siegfried Hoyer, Richard Heil	Pascal Gontier
Açılış tarihi	Haziran 2009	2007	2008-2010	-
Toplam alan	19.500 m ²	Yaklaşık 16.000 m ²	-	280 m ²
Sistem gücü	92,74 kWp	823,5 kWp	23,4 kWp	Çatı: 235 kWp
Fotovoltaik Güneş Modülleri	Schüco& Sunways, 1300 m ² 125.000 şeffaf, mono-kristal, kare, gümüş güneş hücresi.	8000 m ² 3.660 adet mono-kristal yüksek performanslı modül, 220.000 adet siyah mono-kristal güneş hücresi	10,500 zümrüt-yeşili güneş hücresi (mono-kristal silikon, 125 x 125mm) 298 emaye-destekli çift cam modül	Siyah mono-kristal güneş hücreleri (125x125 mm) Çatıda 10 adet PV panel (235 W) 18 adet çift cam arası PV modül
Enerji üretimi	65,000 kWh/yıl	-	%36	-
CO ₂ salımı kazancı	32,5 ton/yıl	-	-	-

İncelenen örneklerde, ulaşılan bilgilere göre, Novartis Gehry binasında 125.000 adet PV güneş hücresi, BMW World binasında 220.000 adet PV güneş hücresi, WestendGate binasında 10.500 adet PV güneş hücresi kullanılmıştır. Enerji üretimi ve CO₂ salımı kazancı değerlerinde ise sadece Novartis Gehry binasının bilgilerine ulaşılabilmektedir. Buna göre binanın PV sisteminin enerji üretimi 65.000kWh/yıl, CO₂ salımı kazancı değerleri ise 32,5 ton/yıl olarak verilmiştir. Diğer binalarla ilgili bu verilere ulaşılamamış olup ancak WestendGate binası dışında diğer iki binanın sistem gücünün Novartis Gehry binasının sistem gücünden daha büyük olduğu düşünülürse, en az onun kadar enerji üreteceği ve daha fazla CO₂ salımı kazancı değerine sahip olacakları düşünülebilir.

Ortalama bir ailenin ısıtma, soğutma, yemeklerin pişirilmesi ve saklanması, bulaşık ve çamaşırların yıkanması, televizyon gibi eğlence araçlarının kullanılması ve aydınlatma amacıyla harcadığı elektrik enerjisinin yılda 6 bin kWh civarında [16] olduğu kabul edilirse, Novartis Gehry binasının yıllık elektrik üretimi yaklaşık 11.000 ailenin yıllık enerji tüketimini karşılamaktadır.

TEDAŞ'a göre, 2011 yılı elektrik ithalatımız (satın alınan enerji) 92,5Milyar kWh (92.486.404 MWh) olarak gerçekleşmiştir [17]. Buna göre, basit bir hesaplama, Novartis Gehry binası kadar enerji üreten 1.422.868 tane bina inşa edilse, tüm elektrik ihtiyacı hemen bu binalardan karşılanacağı için, enerji ithal edilmesine gerek bile kalmayacaktır. Bunun yapılması zordur; ancak enerjinin tüketildiği yer olan binaların hepsinin üzerinde PV paneller kullanılırsa, yine aynı şekilde enerjide dışa bağımlılığın önüne geçilmiş olacaktır.

TÜİK verilerine göre, 2010 yılında gerçekleşen kişi başına CO₂ emisyonu 4.5 ton/kişi olarak gerçekleşmiştir [18]. Bu karbon salımı tasarruf değerleri dikkate alındığında ise, Novartis Gehry binasının karbon salımı tasarrufu yılda 7 kişinin karbon salımına karşılık gelmektedir.

SONUÇ

Bina dış kabuğunda kullanılan fotovoltaik paneller, binanın enerji ihtiyacını azalttığı için, binaların sürdürülebilirliğinde önemli bir yer tutmaktadır. PV paneller, elektrik üreterek fosil kaynaklı yakıt tüketimini azaltırken, aynı zamanda çevre kirliliğine ve küresel ısınmaya sebep olan karbon gazı salımını da azaltmaktadırlar. İncelenen örneklerde de görüldüğü gibi, binalar oldukça önemli enerji üretim alanları olarak kullanılabilirler, enerji santrali gibi çalıştırılabilirler. Böylelikle hem herkes için serbestçe kullanılabilen bir enerji kaynağı olan güneş enerjisi, enerji kaynağına para ödenmeden kullanılmakta, hem de aynı zamanda fosil enerji kaynağı kullanımı ve dolayısıyla karbon salımı azaltılarak çevreye verilen zarar da engellenmektedir. Bu durum, PV paneller güneş ışınımını gördüğü süre boyunca devam etmekte, kısaca PV panelli binalar ömürleri boyunca karbon salımını azaltmaya devam etmektedirler. Böylelikle bina kabukları, sürdürülebilirliği sağlayan yapı bileşenleri olarak karşımıza çıkmakta, geleceğin enerji kaynağı olarak bizlere hizmet vermeye devam etmektedirler. Dolayısıyla, her binanın üzerine PV sistem kurulduğu takdirde, binalar kendi enerjilerini kendileri üretecekler, enerjide dışa bağımlılık ortadan kalkmış olacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] Altın, M. & Orhon, A. V., "Binalarda Kullanılan Fotovoltaik Bileşenlerin Sürdürülebilirlik Açısından İrdelenmesi", Sürdürülebilir Yapı Tasarımı Ulusal Konferansı, 12-13 Kasım 2012, İzmir (sunulmuş bildiri-yayın aşamasında), 2012.
- [2] Pehnt, M., Bubenzer, A., & Rauber, A., "Life Cycle Assessment of Photovoltaic Systems - Trying to Fight Deep-Seated Prejudices", A. Bubenzer, & J. Luther içinde, Photovoltaics Guidebook for Decision-Makers (s. 179-214), Berlin, Germany: Springer-Verlag, 2003.
- [3] www.solardesign.com adresinden 24.01.2013 tarihinde alınmıştır.
- [4] <http://museum.mit.edu/150/138> adresinden 01.02.2013 tarihinde alınmıştır.
- [5] <http://www.cirenew.org/renew/solar.html> adresinden 01.02.2013 tarihinde alınmıştır.

- [6] “Novartis Campus: Gehry Building Wsj242, Basel (Ch)”. 23.01.2013 tarihinde Trans Solar: http://www.transolar.com/htmldocs/04_projekte/04_projekte_novartis_e.htm adresinden alınmıştır.
- [7] “Novartis Gehry Building”, 24.01.2013 tarihinde <http://www.tritec-energy.com/en/reference-cases/1007-novartis-gehry-building-basel/> adresinden alınmıştır.
- [8] “Gehry Building Basel - Energy within a Glass Envelope”, 26.01.2013 tarihinde Sunways Photovoltaic Technology: <http://www.sunways.eu/en/references/building-integration/gehry-building-basel/> adresinden alınmıştır.
- [9] Sunways broşürü “Quality in Detail. Syste Matic Innovation .” 23.01.2013 tarihinde www.sunways.eu/en adresinden alınmıştır.
- [10] Lentz, L. C. (2011, August). Fabrikstrasse 15, 26.01.2013 tarihinde Architectural Record: <http://archrecord.construction.com/projects/lighting/2011/08/fabrikstrasse-15.asp> adresinden alınmıştır.
- [11] http://en.wikiarquitectura.com/index.php/BMW_Welt adresinden 01.02.2013 tarihinde alınmıştır.
- [12] <http://www.sunways.eu/en/> adresinden 24.01.2013 tarihinde alınmıştır.
- [13] “WestendGate Frankfurt with Building-Integrated PV from Sunways”, 24.01.2013 tarihinde http://news.enf.cn/en/news/news_17810.html adresinden alınmıştır.
- [14] <http://www.archiscene.net/hotels/westendgate-just-burgeff-architekten-a3lab/> adresinden 25.01.2013 tarihinde alınmıştır.
- [15] <http://www.enerzine.com/1037/10862+la-maison-gaita---une-maison-a-energie-positive-a-paris+.html> adresinden 23.01.2013 tarihinde alınmıştır.
- [16] “Elektrikli Ev Aletlerinin Enerji Etiketlemesinin İncelenmesi”, 28.01.2013 tarihinde http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/728306c33e38495_ek.pdf?tipi=.. adresinden alınmıştır.
- [17] <http://www.tedas.gov.tr/BilgiBankasi/KitaplikIstatistikBilgiler/2011%20y%C4%B1%C4%B1%20faaliyet%20raporu.pdf> adresinden 28.01.2013 tarihinde alınmıştır.
- [18] <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=10910> adresinden 28.01.2013 tarihinde alınmıştır.

ÖZGEÇMİŞ

Müjde ALTIN

1974 yılı İzmir doğumludur. 1997 yılında DEÜ Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü'nü bitirmiştir. Aynı üniversitenin Yapı Bilgisi Anabilim Dalı'ndan 1999 yılında Yüksek Mimar ve 2005 yılında Doktor unvanını almış olup, 1998-2006 yılları arasında Araştırma Görevlisi olarak görev yapmış, 2006 yılından beri Yrd. Doç. Dr. olarak görev yapmaktadır. Yapı bilgisi, enerji, yenilenebilir enerji kaynakları, güneş mimarisi, sürdürülebilir mimarlık konularında çalışmaktadır.