

## ENERJİ ETKİN TASARIMIN ÇATI VE CEPHELERE YANSIMASI

Selma USLUSOY ŞENYURT <sup>1</sup>  
Müjde ALTIN <sup>2</sup>

**Konu Başlık No: 4 (Sürdürülebilir Çatı ve Cephe Sistemleri)**

### ÖZET

Sürdürülebilirlik, enerji etkinliği kavramları günümüzde mimari yapıların oluşumunu pekçok açıdan etkilemektedir. Enerji etkin tasarım, çevre kirliliği, küresel ısınma ve enerji sorunları açısından mimarlık alanında önemli yer tutmakta ve birçok alt kriteri içermektedir. Bu kriterlerin mimariye yansımaları, tasarım kurgusu ve sürdürülebilir malzeme seçimi olarak görülebilmektedir. Sürdürülebilir teknolojilerdeki yeniliklerin ortaya koyduğu malzeme seçenekleri yerel iklime bağlı olarak enerji etkin tasarımı şekillendiren alternatifler sunmaktadır. Mimari yapılarda yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, tasarımın bu amaca bağlı gelişmesi kendini özellikle çatı ve cephe sistemlerinde göstermektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından mimaride en çok kullanılan güneş enerjisinin cephe ve çatılar ile direk temas halinde olması, bu enerji kaynağına ulaşım kolaylığı açısından avantaj sunmaktadır ve bu yöndeki gelişmeleri cazip kılmaktadır. Çatı ve cepheler yapının en temel bileşeni olarak birçok fonksiyona sahiptirler. Yapıların çevresel etkilerinin azaltılması açısından da önemli fonksiyonları üstlenmeleri gerekmektedir. Çalışmanın amacı, enerji etkin tasarım kriterlerinin çatı ve cephelerde nasıl mimari ürüne dönüştüğünü aktarabilmektir. Bu kapsamda enerji etkin mimarlığın önemi açıklanarak, çatı ve cephelerde uygulanan enerji etkin tasarım kriterleri tanımlanmış ve mimari yapılardan örnekler verilmiştir. Sonuç olarak, bu amaca bağlı pekçok sistemin geliştirildiği ve mimariye hem estetik hem de enerji etkinliği açısından katkı sağladığı görülmektedir.

### ANAHTAR KELİMELELER

Enerji Etkin Tasarım, Enerji Etkin Yapı, Sürdürülebilir Çatı ve Cephe Sistemleri

<sup>1</sup> Selma USLUSOY ŞENYURT, Gediz Üniversitesi Mimarlık Bölümü, Seyrek/İzmir, 02323550000, 02323550046, selma.uslusoy@gediz.edu.tr

<sup>2</sup> Müjde ALTIN, Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü Tınaztepe Kampüsü Buca İzmir, 02323018448, 02324532986, mujde.altin@deu.edu.tr

## ENERJİ ETKİN TASARIMIN ÇATI VE CEPHELERE YANSIMASI

### 1. GİRİŞ

Yaşamın her alanında kullanılması zorunluluk olan enerji kaynakları, konut, sanayi ve teknolojik gelişmelerde, hızla artış gösteren ihtiyaçlar nedeniyle tükenmek üzeredir. Binalar ise toplam enerji tüketimi üzerinde büyük yüzdeye sahiptir. Bu yüzden binaların rüzgâr ve güneş gibi doğal kaynakların kullanımını içeren enerji etkin tasarımla şekillenmesi gerekmektedir.

Enerji etkin tasarım ile hedeflenen, az maliyetli ve daha az enerji kullanımı ile aynı miktarda enerji ile daha çok iş yapılmasını sağlamaktır. Enerji etkin tasarım parametreleri yapı çevre oluşumunda kapsamlı düzeyde tasarım kararlarını içermektedir. Bu parametreler yerleşme ölçeği, bina ölçeği ve yapı elemanı ölçeği olarak üç grupta ele alınabilmektedir. Yerleşme ölçeğinde; binanın yerleşimi, arazi seçimi, binaların birbirine göre konumu önem taşırken, bina ölçeğinde biçimlenme, uygun hacim organizasyonu ve yapı elemanı ölçeğinde ise bina kabuğu özellikleri tasarımda önemli etken olmaktadır. [1]

Enerji etkin tasarım başlığı altında yapı kabuğu; iç ve dış arasındaki ayrımı yapan yapı elemanı olmasının yanında hava, ısı ve nem gibi fiziksel çevre kontrolünü de sağlamaktadır.

### 2. ENERJİ ETKİN TASARIMDA ÇATI VE CEPHELER

Yapı kabuğu iç ve dış ortam arasında ara yüz oluşturarak konfor koşullarının sağlanmasında tasarımsal ve iklimsel kurgu açısından etkin rol oynamaktadır. Yapı kabuğunun alt bileşeni olan cephe ve çatılar, enerji etkin tasarım kriterlerini farklı işlevler ile karşılayabilmektedirler. Bu işlevler;

- Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı
- Isı yalıtımı
- Doğal aydınlatma
- Doğal havalandırma
- Güneş kontrolü şeklinde sınıflandırılabilir.

Yapı kabuğunun tasarımını etkileyen kriterler iklimsel verilere bağlı olarak şekillenmektedir. Kış döneminde cephede kullanılan açıklık oranı, malzeme seçimi gibi kriterler yalıtım, doğal aydınlatma ve günışığı kazanımına öncelik tanırken, yaz döneminde ise doğal havalandırma, aydınlatma ve gölgeleme önem kazanmaktadır. Yapı kabuğunda iç mekan konfor koşullarının sağlanması ve enerji tasarrufunun gerçekleştirilmesine yönelik geliştirilen sistemler pasif ve aktif yöntemler olarak ikiye ayrılmaktadır.

#### 2.1. Pasif Tasarım Kararları ile Şekillenen Çatı ve Cephe

Gerek enerji tasarrufunun sağlanması gerekse iç mekân konfor koşullarının istenen seviyede tutulması açısından yapı cepheleri ve çatıları büyük önem taşımaktadır. Bunun en önemli nedeni ise çatı ve cephelerin yani yapı kabuğunun iç ve dış mekânla bağlantılı olması, ayrıca fiziksel koşullara cevap verebilecek nitelikte olmasıdır. Enerji etkin yapı organizasyonu için yapı kabuğunun değişen çevresel koşullara uyum sağlayacak biçimde şekillenmesi gerekmektedir. Bunun için öncelikli olarak yenilenebilir enerji kaynakları kullanımının pasif yöntemlerle tasarıma entegrasyonu sağlanmalıdır. Pasif tasarım, iç mekân için gerekli olan konfor koşullarının sağlanmasında hem çevresel hem de ekonomik açıdan avantaj sunabilmektedir. Pasif sistemler, iç mekan için gerekli olan aydınlatma ve ısıtma ihtiyacını güneş enerjisinden sağlayan, doğal havalandırma ve soğutma işlevini rüzgâr enerjisinin kullanımına bağlı tasarım ilkeleriyle gerçekleştiren tasarım yaklaşımıdır. [2] Yapı tasarımında uygulanabilecek pasif sistem parametreleri aşağıdaki şekilde sıralanmaktadır:

- Yapı formu, yer seçimi, yönlendirme,
- Yapı kabuğunun fiziksel özellikleri,
- Güneş kontrol sistemleri,
- Doğal havalandırma tasarımı, atrium tasarımı
- Cephe kullanılan cam malzemenin fiziksel özellikleri.

Tüm bu parametrelerin bütünsel bir yaklaşımla ele alınması yapılarda, fosil yakıt kullanımının azaltılmasına katkı koymaktadır. Pasif tasarım ilkeleri, tasarım aşamasında yapının bulunduğu iklime bağlı olarak yapı kabuğunda alınacak tedbir ve malzeme kararlarını büyük ölçüde etkilemektedir. Isıtma yükünün önemli olduğu kış döneminde yapı kabuğunun ısı davranışı iç mekân konfor koşullarını ve ısıtma enerjisini etkilemektedir. Isıtma istenen dönemde, kabukta ısı iletimi yoluyla oluşan kayıpların azaltılması gerekmektedir. Yapı kabuğunda ısı kayıplarının azaltılması için ısı izolasyonu uygulanmaktadır. Bunun yanı sıra ısı depolama kabiliyeti olan malzeme kullanımı ile ısı kaçışları engellenerek, güneş ısı pasif olarak kullanılmaktadır. Bu amaca bağlı cephe ve çatı sistemleri:

- Isı yalıtım malzemeleri
- Şeffaf yalıtım uygulamaları
- ETFE panel kullanımı
- Tromb duvarı
- Yeşil çatı uygulamaları şeklinde sıralanabilmektedir.

Yaz döneminde ise soğutma ihtiyacının doğal havalandırma yöntemleri ile sağlandığı tasarım etkin olmaktadır. Özellikle günümüzde plansız şehirleşmeye bağlı olarak birbirinin rüzgârını kesen, doğal havalandırma tekniklerinden yoksun yapılarda mekanik iklimlendirme sistemleri yoğun biçimde kullanılmaktadır. Tüm bunların sonucunda ise iç mekânda sağlıklı ortam oluşmakta ve soğutma enerjisi yükü artmaktadır. Yapıda enerji tüketiminin azaltılması ve iç hava kalitesinin artırılması için etkili bir doğal havalandırmanın sağlanması gerekmektedir. [3] Yapının;

- Hakim rüzgâr verilerini baz alarak yapı kabuğunun şekillenmesi,
- Pencere açıklıklarının bu amaca yönelik belirlenmesi,
- Rüzgâr bacası
- Atrium gibi sistemler,

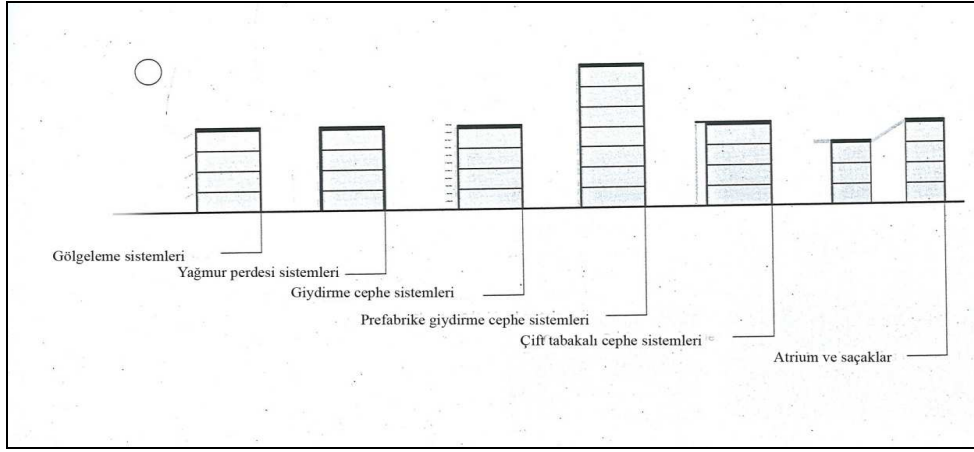
iç mekânda doğal hava sirkülasyonuna yardımcı olmaktadır. Yaz döneminde yapılar için önemli olan bir başka pasif tasarım etkeni gölgeleme olmaktadır. Kışın ısıtma enerjisi sağlayan güneş ısı yazın ise iç mekânda soğutma yükünü artırabilmektedir. Bu nedenle yapıya giren güneş ışınımının kontrol edilmesi gerekmektedir. Cepheye ve çatıya entegre edilen farklı gölgeleme elemanları, güneş kontrol camları ile güneş kontrolü sağlanmaktadır. Burada dikkat edilmesi gereken nokta ise güneş kontrolünü doğal aydınlatma yükünü artırmayacak şekilde sağlamaktır.

## 2.2. Aktif Sistem Uygulamalarını İçeren Çatı ve Cephe

Enerji etkin yapı kavramının gelişmesi, bu konudaki yaptırımların artması ve bilinçli yapılaşma ışığında yenilenebilir enerji kaynaklarının yapı kabuğunda kullanım yöntemleri farklı sistemleri beraberinde getirmektedir. Enerji etkin tasarım parametresinin bir girdisi olan yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı için bir diğer yöntem yapı kabuğunun aktif sistem öğeleri olarak ele alınması olmaktadır. Burada amaç, iç mekânda gerekli olan konfor şartlarının sağlanmasında yani başlıca ihtiyaçlar olan ısıtma, soğutma, aydınlatma enerjisinin tüketilebilir, pahalı kaynaklardan sağlanmasını engellemek ve yenilenebilir enerji kaynaklarının yapılara adaptasyonunu gerçekleştirebilmektir. Bu amaca yönelik geliştirilen aktif sistemler; güneş ve rüzgâr enerjisini iç mekânda kullanılabilir kılan mekanik ve elektronik sistemler bütünü olarak tanımlanabilmektedir. Yapı kabuğunda güneş enerjisinden yararlanabilmek için PV paneller kullanılmaktadır. Rüzgâr enerjisinden ise Rüzgâr türbinleri vasıtasıyla aktif sistemler olarak yararlanılmaktadır.

PV paneller güneş ısısını elektrik enerjisine dönüştüren yarı iletken sistemlerdir. Yapı kabuğu, doğrudan güneş ışınlarına maruz kaldığı için PV panellerin yapıda kullanımında verim açısından en uygun bileşen olmaktadır. Güneş pillerinin verim oranları, çalışma prensipleri bakımından maruz kaldıkları güneş ışınım değerlerinden ve güneş ışınlarının geliş açısına bağlıdır. Paneller, uygulanacağı yerin yıllık güneşlenme süresi dikkate alınarak, tasarım aşamasında etüt edilmelidir ve güneş ışığını dik alacak şekilde uygun açıyla konumlandırılmalıdır. PV paneller yapı cephesinde farklı şekilde tasarım olanağı bulabilmektedir. (Şekil 1) Bu sistemler;

- Gölgeleme elemanı, (strüktüre eklendiği için en basit şekilde yapıya entegre olabilmektedir. Elektrik üretiminin yanında güneşten koruma sağladığı için çift fonksiyon yerine getirmektedir).
- Yağmur perdesi, (geleneksel yapı elemanına dış yüzeyden monte edilmektedir.),
- Giydirme cephe sistemleri,(hafif giydirme cephe sistemlerinde opak yada şeffaf cam panel yerine PV panel uygulamasıdır),
- Çift tabakalı cephe sistemleri olarak sıralanabilmektedir. [6]



Şekil 1. Yapı kabuğunda PV panel entegrasyon seçenekleri [6]

PV paneller yapı kabuğu olarak cephede kullanımının yanısıra aktif sistem ögesi olarak çatıda da yer alabilmektedir. Çatıda kullanıldığında uygun eğim açısının daha kolay verilmesi bakımından verimlilikleri daha yüksek olmaktadır. Bir diğer avantajı ise mevcut yapılarda enerji etkin iyileştirme kapsamında çatıya entegrasyonunun daha kolay olmasıdır. PV panellerin çatı uygulamaları;

- Bina Monte PV Sistemler
- Bina Entegre PV Sistemler olarak ikiye ayrılmaktadır.

Bina monte PV sistemler çatı kaplamasının üzerine uygulanmaktadır. Kaplama ve panel arasında boşluk bırakıldığı takdirde paneller havalandırıldığı için enerji verimlilikleri artmaktadır. Bina entegre PV sistemler ise, çatı strüktürünün yerini alarak kabuğun kendisini oluşturmaktadır.

Çatı ve cephelerde kullanılan bir başka aktif sistem yöntemi ise rüzgâr türbinleri olmaktadır. Rüzgâr enerjisinden elektrik elde eden bu sistemler yapılarda özellikle çatılarda kullanım tercihine sahiptir. İç mekan tasarımını etkilemesi ve gürültü sorunu yaratmasına bağlı olarak cephelerde kullanımı daha az olmaktadır. Rüzgâr türbinleri yapıda:

- Bina-monte rüzgâr türbinleri
- Bina-entegre rüzgâr türbinleri olarak iki şekilde kullanılmaktadır.

Bina-monte rüzgâr türbinleri, çatı yada cephe formundan bağımsız, yapıyı kule olarak kullanan sistemlerdir. Bina-entegre rüzgâr türbinleri ise, tasarım aşamasında rüzgâr enerjisinin kullanımının esas alındığı yapıların bu tasarımla şekillendiği sistem biçimidir.

### 3. ENERJİ ETKİN ÇATI VE CEPHELERE SAHİP YAPI ÖRNEKLERİ

Enerji etkin tasarım ile doğal kaynaklardan optimum yarar sağlayan, aktif ve pasif sistemlerle desteklenen yapı kabuğu, iç mekan konfor koşullarının sağlanması ve enerji tüketiminin azaltılmasında önemli rol oynamaktadır. Bu bölümde enerji etkin tasarım kararlarının uygulandığı yapı örnekleri, çatı ve cephelerde kullanılan yöntem ve tasarım açısından değerlendirilecektir.

#### 3.1. BedZed Konutları

İngiltere’de 2009 yılında inşa edilen konut yerleşimi enerji etkin tasarım kararları ile şekillenen bu amaca bağlı aktif ve pasif sistem kararlarını taşıyan yapı grubu olmaktadır. [4]

Cephede, termal kütle kullanımını içeren yapı, yıl boyunca pasif iklimlendirmeden yararlanmaktadır. Isıtma ve soğutma için mekanik sistem ihtiyacının ortadan kalktığı projede cephe, yüksek yalıtım, yüksek ısı kütle(ağır agregalı beton duvar), enerji performansı yüksek yapısı ile güneş enerjisiyle ısıtılmakta, pasif yöntemlerle havalandırılıp soğutulmaktadır. Pasif yöntemlerin yanı sıra PV modül cam kullanımı ile hem elektrik enerjisi hem de gölgeleme sağlanmaktadır.



Şekil 2. Güney cephesinde elektrik enerjisi ve gölgeleme fonksiyonunu sağlayan PV hücre lamine cam uygulaması [5]

Çatıda, mekan serinletme için alışlagelmiş konvansiyonel havalandırma sistemi dışında havalandırma bacası tercih edilmiştir. Bacalar rüzgar basıncına bağlı havayı emerek dışarı atmakta doğal havalandırmaya katkı sağlamaktadır. Yapının enerji kazancının güneş enerjisinden sağlanması amaçlı 180 adet monokristalin PV modül çatıya monte edilmiştir. 157m<sup>2</sup>’lik alanı kaplayan PV modüllerden yıllık enerji kazanımı 16.230 kWh’dir. [6]



Şekil 3. PV panellerden görünüm [5]

### 3.2. Kaliforniya Bilim Akademisi

Mimar Renzo Piano tarafından tasarlanan Kaliforniya Bilim Akademisi'nin yeni müze eki binası Golden Gate Park'ta yer almaktadır. Yapı; yeşil çatı, doğal havalandırma, doğal aydınlatma, PV panel kullanımı gibi bir dizi sürdürülebilir özellikleri kapsamaktadır.

Cephede, yapının üst örtüsünü oluşturan yeşil çatının çevresi boyunca uzanan saçağa PV panel entegre edilmiştir. 720 PV modül içeren saçak yılda yaklaşık olarak 213.000 kWh enerji üretmektedir. Bu enerji müze yapısının elektrik ihtiyacının %5'ini karşılamakta ve gölgeleme sağlamaktadır. [6]



Şekil 4. Yapı saçağında bulunan PV paneller [7]

Çatı, ısı ve nemi optimize eden, doğal havalandırma ve aydınlatmayı sağlayan teknolojileri kapsamaktadır. Doğal havalandırma ve aydınlatmanın sağlanması için gerekli durumlarda açılıp kapanabilen çatı ışıklıkları yapıda yer almaktadır. Aynı zamanda yeşil çatı uygulaması ile ısı yalıtımına katkı sağlanmaktadır. [6]



Şekil 5. Yapı çatısında bulunan açılabilir ışıklıklar[7]

### 3.3. Kuzey Apartmanları

Helmut Jahn tarafından tasarlanan konut yapısı, güneş ve rüzgâr enerjisinin avantajlarından yararlanarak işletim maliyetini düşürmeyi hedeflemektedir.

Cephede, ısı yalıtımı amaçlı sert köpük kullanılan, 0,4 U-faktörlü Low-e cam sisteminin olduğu metal panel kullanılmıştır. Kuzeybatı-güneydoğu yönünde yer alan açılabilir pencereler ile gün ışığı ve doğal havalandırma sağlanmaktadır.

Çatıda, 8 adet rüzgâr türbinlerinin entegrasyonu ve PV panellerle güneş enerjisinin de kullanıldığı yapıda binanın elektrik ihtiyacının %15'i karşılanmaktadır. Bina geometrisi ve yönelmesi rüzgâr hızını arttırmak için özel olarak tasarlanmıştır. Çatı kenarlara doğru rüzgâr türbinlere almak için eğri form almaktadır. [8]



Şekil 6. Metal panel kaplama cepheden görünüm [8]

### 3.4. Strata Tower

148 m yüksekliğinde gökdelen, 43 katlı rezidans olarak tasarlanmıştır. Fosil yakıt kullanımını minimize etme amacı taşıyan yapıda, doğal havalandırma, yüksek performanslı cam kullanımı, enerji etkin önlemler ile yapının enerji kullanımı, mevcut yapının enerji kullanımına kıyasla %60'ın altındadır. [9]

Cephede, çevresel etkileri azaltmak için bazı pasif yöntemler seçilmiştir. Doğal havalandırma amaçlı kabukta bazı bölümlerde nefes alabilen katmanlar kullanılmıştır. Isı kayıp ve kazançlarını kontrol edebilmek için Low-e pencere tercih edilmiştir. [9]

Çatı, 3 adet rüzgâr türbininin kabuğa entegrasyonu ile yapının elektrik ihtiyacının %8'ini karşılamaktadır. 9 metre çapındaki türbinler normalde 3 kanatlı olan türbinlerden farklı olarak gürültüyü azaltmak için 5 kanada sahiptir.



Şekil 7. Rüzgar türbinleri [9]

### 3.5. Cherokee Lofts

Hollywood'da ilk Leed Platinium sertifikasına sahip konut, enerji tüketiminin azaltılması ve yapı performansının artırılması amacı ile pasif tasarım stratejilerine sahiptir. Konut bloğunun sahip olduğu pasif tasarım kurgusu, kullanıcı tarafından kontrol edilebilen çift tabakalı cephe sistemidir. Dış katmanı oluşturan üzeri delikli 3.2 mm kalınlığındaki alüminyum paneller gerekli durumda açılıp kapanabilmektedir. Bu paneller sadece mimari eleman olarak değil, aynı zamanda güneşin iç mekana alınması, gölgeleme ve havalandırmanın sağlanması ile iç mekan konfor şartlarını pasif yöntemlerle iyileştirmek için kullanılmışlardır. [10]



Şekil 8. Cephede kullanılan gölgeleme elemanı [10]

## 4. SONUÇ

Enerji etkin mimarinin tasarımında cephe ve çatılara ne ölçüde ve ne şekilde yansıtıldığını incelemek için 5 örnek bina ele alınmıştır. Tasarım aşamasında verilen karara bağlı olarak, her yapının çatı ve cephesinin, iç mekan konfor şartlarını üst düzeyde tutma amacını taşıdığı görülmektedir. Strata Tower, Kuzey Apartmanları, Kaliforniya Bilim Akademisi, Bedzed Konutları hem çatı hem de cephe kuruluşu tasarımında aktif ve pasif tasarım kriterlerini içermektedirler. Cherokee Lofts yapısı ise sadece pasif tasarım kararlarını içermektedir. Seçilen sistemlere bakıldığında, öncelikli olarak ısı konforun sağlanmasına yönelik tasarım kararlarının alındığı, sonrasında ise yapı için enerji üretiminin amaçlandığı görülmektedir. Ele alınan yapılarda cephe ve çatıda kurgulanan tasarım özelliklerinin karşılaştırılması için aşağıdaki tablo oluşturulmuştur.

Tablo 1.Yapılarda çatı ve cephelerde kullanılan sistem ve fonksiyonları

Yapılar	Yönlendirme	Malzeme	Yapı kabuğu	Sistem	İşlev	Aktif/Pasif
Strata Tower	Güney-Güneybatı	Giydirme cephe	Cephe	Low- E cam	Isıtma-soğutma	pasif
			Çatı	Rüzgâr Türbinleri	Elektrik üretimi	aktif
Kuzey Apartmanları	Kuzeybatı	ısı yalıtımı metal panel	Cephe	Low- E cam	Isıtma-soğutma	pasif
			Çatı	PV Panel Rüzgâr Türbinleri	Elektrik üretimi Elektrik üretimi	aktif aktif
Kaliforniya Bilim Akademisi	Güney	yeşil çatı	Cephe	PV Panel saçak	Elektrik üretimi Gölgeleme	aktif pasif
			Çatı	Işıklık	Doğal aydınlatma Doğal havalandırma	pasif pasif
Bedzed Konutları	Güney	agregalı beton duvar	Cephe	Termal kütle	Isıtma-soğutma	pasif
				Low- E cam	Isıtma-soğutma	pasif
				PV hücre lamine cam	Elektrik üretimi	aktif
				PV hücre lamine cam	Gölgeleme	pasif
			Çatı	PV Panel Rüzgâr Keçesi	Elektrik üretimi Doğal havalandırma	aktif pasif
Cherokee Lofts	Doğu	-	Cephe	Delikli metal panel	Gölgeleme	pasif
					Doğal havalandırma	pasif



Tablo incelendiğinde, yapı kabuğu malzeme açısından ele alındığında, öncelikli olarak ısı yalıtımı açısından uygun malzeme seçimi tercih edilmiştir. Isı yalıtımlı metal panel, agregalı beton duvar ve yeşil çatı gibi malzeme seçimi ile geleneksel yöntemlerin dışına çıkıldığı görülmektedir. Kabuk sistem açısından incelendiğinde ise PV panel, rüzgar türbinleri, delikli metal panel, ışıklık kullanımına rastlanmaktadır. İncelenen örneklerde tek bir sistemin ana fonksiyonu dışında başka amaçlara hizmet ettiği saptanmıştır. Örneğin Bedzed Konutları ve Kaliforniya Bilim Akademisi'nde PV panel, işlev tanımına göre farklı tasarıma sahiptir. Gölgeleme amacıyla binaya monte şekilde saçakta, binaya entegre olarak cama lamine biçimde kullanılabilen aynı zamanda elektrik üretmektedir. Kaliforniya Bilim Akademisi'nde yeşil çatı üzerinde kurgulanan otomatik açılabilir camlar ise hem doğal havalandırma hem de aydınlatmaya yardımcı olmaktadır.

Cephe ve çatılar arasında fonksiyon açısından önem derecesi incelendiğinde ise; cephelerde ısı konfor, gölgeleme ve elektrik üretiminin, çatılarda ise doğal havalandırma ve elektrik üretimi ihtiyacının ön plana çıktığı tasarım kararları alınmıştır. İncelenen yapılarda aktif ve pasif sistemlerin bazen birden fazla ihtiyacı karşılayabildiği görülmektedir. Tek bir sistem ile birden çok fonksiyonun karşılanabilirliği ise hem estetik hem ekonomik hem de çevresel açıdan mimari yapılara artı değer katmaktadır.

## KAYNAKÇA

- [1] Manioğlu, G., Geleneksel Mimaride İklimle Uyumlu Binalar: Mardin'de Bir Öğrenci Atölyesi, VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi (2007)
- [2] Dikmen,Ç., Enerji Etkin Yapı Tasarım Ölçütlerinin Örneklenmesi, *Politeknik Dergisi Journal of Polytechnic* ,Sayı: 2 s. 121-134, (2011)
- [3] Esin,T.,Yüksek,İ., Yapılarda Enerji Etkinliği Bağlamında Doğal Havalandırma Yöntemlerinin Önemi, *Tesisat Mühendisliği - Sayı 125 – syf 63-64* (2011)
- [4] Utkutuğ,G.(2007).Sıfır enerjili binalar, İngiltere ve Çin'den uygulama örnekleri, *Tasarım*,170,116-123
- [5] Twinn,C.(2003). BedZED, *The Arup Journal*,17,10-16
- [6] Roberts,S.& Guariento,N.(2009) *Building integrated photovoltaics: a handbook*. Berlin:Birkhäuser,s.45
- [7] *California Academy of Sciences*,(n.d.), Retrieved April 24, 2012, from [www.arup.com](http://www.arup.com)
- [8] *Green Projects*, (n.d.).Retrieved May 23, 2012,from [brightgreenresearchblog.wordpress.com](http://brightgreenresearchblog.wordpress.com)
- [9] Vaughan, A, (April 4, 2010).London landmark building will generate 8% of its energy needs. *The Guardian home*, 20 Nisan 2012 <http://www.guardian.co.uk/environment/2010/mar/14/razor-tower-wind-turbines>
- [10] Cherokee Lofts: Renovated Recording Studio Seeks LEED <http://occinteriordesign.blogspot.com/2013/05/cherokee-lofts-renovated-recording.html>