

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ENERJİ ETKİN BİNA CEPHE SİSTEMLERİNE
YÖNELİK YAKLAŞIMLARIN İRDELENMESİ

Şebnem KARAMANLIOĞLU

Haziran, 2011

İZMİR

ENERJİ ETKİN BİNA CEPHE SİSTEMLERİNE YÖNELİK YAKLAŞIMLARIN İRDELENMESİ

**Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi
Mimarlık Bölümü, Yapı Bilgisi Ana Bilim Dalı**

Şebnem KARAMANLIOĞLU

**Haziran, 2011
İZMİR**

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

ŞEBNEM KARAMANLIOĞLU, tarafından YRD. DOÇ. DR. FAHRİYE HİLAL HALICIOĞLU yönetiminde hazırlanan “ENERJİ ETKİN BİNA CEPHE SİSTEMLERİNE YÖNELİK YAKLAŞIMLARIN İRDELENMESİ” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

YARD. DOÇ. DR. FAHRİYE HİLAL HALICIOĞLU

Yönetici

Jüri Üyesi

Jüri Üyesi

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

‘‘ENERJİ ETKİN BİNA CEPHE SİSTEMLERİNE YÖNELİK YAKLAŞIMLARIN İRDELENMESİ’’ konulu tez çalışmasının ortaya çıkmasında benden sabır ve desteğini esirgemeyen, akademik bilgilerinin yanı sıra hayata karşı duruőu ile de bana ışık tutan değerli hocam ve tez danıőmanın Sayın Yrd. Doç. Dr. Fahriye Hilal HALICIOğLU’na teőekkürlerimi sunarım.

Mimarlık vizyonunu bana aőılayan ve değerli bilgi birikimlerini aktaran Sayın Doç. Dr. Serdar KALE, Sayın Doç. Dr. Mustafa Emre İLAL, Sayın Yard. Doç. Dr. Berrin AKGÜN YÜKSEKLİ ve Sayın Yard. Doç. Dr. Neslihan GÜZEL başta olmak üzere tüm hocalarıma teőekkürü bir borç bilirim.

Sadece bu çalışmanın őekillendięi süreçte değil tüm eğitim ve öğretim hayatım boyunca hedefime ulaőmamda emeği geçen, başta Sevin AğİROğLU, Serpil HAVALAN, Semiha GÜLEÇ ve merhum Zehra őEN TANYERİ olmak üzere tüm hocalarıma teşekkür ederim.

Ve beni gerek bu çalıőmaya gerekse hayata hazırlayan, bana olan inançları ile bugüne gelmemi sağlayan sevgili ailem; annem Seval KARAMANLIOğLU ve babam M.etin KARAMANLIOğLU’na minnettarım, iyi ki varsınız... Çalıőmamın tamamlanma sürecinde varlığıyla bana destek olan Berkay TOPRAğIN başta olmak üzere tüm yakınlarım ve dostlarıma sonsuz teőekkürler...

şebnem KARAMANLIOğLU

ENERJİ ETKİN BİNA CEPHE SİSTEMLERİNE YÖNELİK YAKLAŞIMLARIN İRDELENMESİ

ÖZ

Bina cepheleri iç ve dış ortamdaki geçişi sağladıklarından dolayı hem bina ölçeğinde hem de kent ölçeğinde önemli bir role sahiptir. Öncelikle koruma sağlar, içinde barındırdığı birey/bireyleri dış ortamdan ayırır, ayrıcalıklaştırır. Aynı zamanda cephelerin estetik ve kültürel fonksiyonu da önemlidir. Bina cephesi, bina ve tasarımcısının kimlik kartı gibidir. Diğer bina elemanları içinde en fazla dikkati toplayan kısım cephedir.

Diğer yandan bina cephelerinin, enerji kaynaklarının azalan hammadde problemine karşı sorumluluk bilinci ile tasarlanması cepheleri “sürdürülebilir düşük enerji” konseptinin bir bileşeni haline getirerek “**enerji etkin cephe**” kavramını ortaya çıkarmıştır. Dış ortam ile yüzey temasının doğal bir sonucu olarak cephe, enerjinin gerek üretimi gerekse korunumu konusunda etkin rol oynamaktadır (Schittich, 2001).

Bu tez çalışmasında, enerji kaynaklarının tükenbilme tehlikesi ile karşı karşıya olmasına ve sera gazı salınımındaki artış sonucu meydana gelen küresel ısınmanın tehlikeli sonuçlarına karşılık bina cephelerine yönelik olarak geliştirilmiş enerji etkin yaklaşımlar irdelenmiştir.

Çalışmanın birinci bölümünde, çalışmanın hedefi ve amaçları, kapsamı ve çalışmanın hazırlanmasında izlenen yöntem hakkında bilgi verilmiştir.

İkinci bölümde, öncelikle çalışma kapsamındaki temel kavramlar açıklanmış, konu ile ilgili yapılmış olan literatür çalışmalarına değinilmiştir. Cephelerin tarihsel süreç içerisindeki gelişimi incelenerek, cephenin binayı oluşturan alt sistemler arasındaki yeri ve önemi belirtilmiştir. Cephe tasarımı ve yapımında etkili olan iç ve

dış ortama bağı faktörler ele alınmış ve cephenin işlevleri belirtilmiştir. Cephede kullanılan geleneksel malzemeler ve teknolojik yenilikler sonucu geliştirilen malzemelere değinilmiştir. Enerji kaynakları sınıflandırılarak binaların enerji tüketimindeki rolü belirtilmiştir. Binalarda enerji etkinliğini değerlendiren sistemlere değinilmiş ve bina cepheleri ile enerji etkinliği arasındaki ilişki belirtilmiştir.

Üçüncü bölümde, bina cephelerinde enerji etkinliği sağlamaya yönelik yaklaşımlar hakkında bilgi verilmiş ve enerji etkinliği sağlamada kullanılan başlıca kriterler belirtilmiştir.

Dördüncü bölümde, yurt dışında ve ülkemizde son yıllarda yapılmış olan enerji etkin bina cephe örneklerinden bazıları belirlenen kriterler kapsamında incelenmiştir. İncelenen örnekler tek bir tablo oluşturularak karşılaştırmalı biçimde gösterilmiş ve örneklerdeki bina cephelerinin enerji etkinliği başlıca kriterler kapsamında değerlendirilmiştir.

Sonuç bölümünde ise, yukarıdaki bölümlerde elde edilen bulgular doğrultusunda incelenen bina cephe örneklerinin enerji etkinliği sağlamaya yönelik performansları yorumlanmıştır.

Anahtar sözcükler: Enerji etkinliği, bina cephe sistemleri, mimarlık, teknoloji, enerji etkin bina cephe sistemi yaklaşımları.

THE EXAMINATION OF APPROACHES TO ENERGY-EFFICIENT BUILDING ENVELOPE SYSTEMS

ABSTRACT

Building envelope systems have an important part about both the building and the city scale as they provide the transition between the interior and the exterior. First of all they provide protection, separate the person/people contained in themselves and differ them. Furthermore, the aesthetical and cultural functions of the envelopes are also important. The building envelope acts as the identity card of the building and the designer(s) of it. The focus element of the building among the others is the building envelope.

On the contrary, designing of the building envelopes by the awareness of responsibility for the current problem of the diminishing stores makes envelopes one of the components of the concept of “sustainable low energy” and reveals the “**energy-efficient envelope**” concept. The envelope systems act efficiently about both producing and conserving energy as the usual result of contacting the surface and the external environment (Schittich, 2001).

This study examines designing the building envelopes by the energy-efficient approaches in response to the exhaustion risk of the energy sources and the dangerous results of the global warming occurring by the increase of the greenhouse gasses emissions.

The first chapter describes the aim and the goals, the scope and the methods of this study.

The second chapter gives definitions of the terms about the subject of the study, deals with the literature researches and the historical development process of the materials used on the building envelopes.

The third chapter informs about the approaches intended energy-efficiency about the envelopes and states the criterias intended energy-efficiency.

Some of the examples of the energy-efficient building envelopes built both in Turkey and in the other countries in recent years are examined within some stated criterias in the fourth chapter. Furthermore the examined energy-efficient building envelope examples are shown comparatively on one table and the energy efficiency of the building envelope systems of the examples are estimated by some criterias intended energy efficiency.

The performances intended energy efficiency of the examined building envelopes are commented in the final chapter.

Keywords: Energy efficiency, building envelope systems, architecture, technology, approaches to energy-efficient building envelope systems.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
YÜKSEK LİSANS TEZİ SONUÇ FORMU.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZ.....	iv
ABSTRACT.....	v
BÖLÜM BİR – GİRİŞ.....	1
1.1 Çalışmanın Hedefi ve Amaçları.....	1
1.2 Çalışmanın Kapsamı.....	1
1.3 Çalışmanın Yöntemi.....	2
BÖLÜM İKİ – CEPHE, ENERJİ VE ENERJİ ETKİNLİĞİ KAVRAMLARININ TANIMLANMASI VE GELİŞİM SÜREÇLERİNİN İNCELENMESİ.....	3
2.1 Cephe.....	3
2.1.1 Cephe Tanımı.....	3
2.1.2 Cephelerin Tarihsel Süreç İçerisindeki Gelişimi.....	4
2.1.3 Cephenin Binayı Oluşturan Alt Sistemler Arasındaki Yeri ve Önemi.....	9
2.1.4 Cephe Tasarımı ve Yapımında Etkili İç – Dış Ortama Bağlı Faktörler.....	10
2.1.5 Cephenin İşlevleri.....	11
2.1.6 Cephede Kullanılan Malzemeler.....	12
2.1.6.1 Doğal Taş – Yapay Taş.....	13
2.1.6.2 Pişmiş Toprak (Kil).....	18
2.1.6.3 Beton.....	20
2.1.6.4 Ahşap.....	25

2.1.6.5 Metal.....	28
2.1.6.5.1 Titanyum.....	30
2.1.6.6 Cam.....	33
2.1.6.6.1 İklim Kontrollü Camlar.....	43
2.1.6.7 Plastik.....	45
2.1.6.7.1 Plastik Esaslı Saydam Yalıtım Malzemeleri.....	48
2.1.6.8 Kompozit Kaplama Malzemeleri.....	49
2.1.6.9 Nanoteknolojik Malzemeler	51
2.2 Enerji.....	54
2.2.1 Enerji Tanımı.....	54
2.2.2 Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması.....	55
2.2.2.1 Yenilenebilir Enerji Kaynakları.....	55
2.2.2.2 Yenilenemeyen Enerji Kaynakları.....	56
2.2.3 Binaların Enerji Tüketimindeki Rolü.....	57
2.3 Enerji Etkinliği Tanımı.....	59
2.3.1 Binalarda Enerji Etkinliğini Değerlendiren Sistemler.....	61
2.3.2 Bina Cepheleleri ve Enerji Etkinliği İlişkisi.....	64

BÖLÜM ÜÇ – BİNA CEPHELERİNDE ENERJİ ETKİNLİĞİ SAĞLAMAYA YÖNELİK YAKLAŞIMLAR.....65

3.1 Bina Cephelelerinde Enerji Korunumu Sağlamaya Yönelik Yaklaşımlar.....	65
3.1.1 Bina Yönlenme Durumu ve Form.....	65
3.1.2 Trombe Duvarı.....	69
3.1.3 Bidon Duvar.....	71
3.1.4 Güneş Kırıcılar.....	72
3.1.5 Çift Tabakalı Giydirme Cepheleleri.....	74
3.1.6 Enerji Etkin Malzeme Kullanımı.....	78
3.2 Bina Cephelelerinde Enerji Üretimine Yönelik Yaklaşımlar.....	79
3.2.1 Fotovoltaik (PV) Sistemler.....	79
3.2.2 Güneş Kolektörleleri.....	83

3.2.3 Rüzgar Türbinleri.....	85
3.3 Bina Cephelerinde Enerji Etkinliğini Sağlayan Başlıca Kriterler	86

BÖLÜM DÖRT – ENERJİ ETKİN BİNA CEPHE ÖRNEKLERİNİN İNCELENMESİ.....90

4.1 Yurt Dışından Enerji Etkin Bina Cephe Örnekleri.....	90
4.1.1 Rüzgar Kulesi.....	90
4.1.2 Deutsche Messe AG Yönetim Binası.....	93
4.1.3 Ulusal Uzay Merkezi Müzesi.....	98
4.1.4 Torre Agbar.....	104
4.1.5 Melbourne Belediye Binası.....	108
4.1.6 Pearl River Kulesi.....	111
4.1.7 Dinamik Güneş Cephesi Projesi.....	117
4.1.8 Uçan Şehir/Hidrojenaz Projesi.....	118
4.2 Türkiye’den Enerji Etkin Bina Cephe Örnekleri.....	121
4.2.1 Ege Üniversitesi Gama Tipi Güneş Evi.....	121
4.2.2 USO Center.....	122
4.2.3 Siemens Gebze Tesisi.....	123
4.2.4 Port Rezidansı.....	124
4.3 İncelenen Örneklerin Enerji Etkinliği Açısından Karşılaştırılması.....	129

BÖLÜM BEŞ – SONUÇ.....131

KAYNAKLAR.....133

BÖLÜM BİR

GİRİŞ

1.1 Çalışmanın Hedefi ve Amaçları

Bu çalışmanın hedefi, enerji etkin bina cephe sistemlerine yönelik yaklaşımların irdelenmesidir.

Çalışmanın belirlenen hedefi doğrultusundaki amaçları ise şunlardır:

- Cephe ve enerji etkinliği kavramlarının anlam ve içeriklerinin belirtilmesi,
- Cephelerin tarihsel süreç içerisindeki gelişiminin belirtilerek cephenin binayı oluşturan alt sistemler arasındaki yeri ve öneminin belirtilmesi,
- Cephe tasarımı ve yapımında etkili olan iç ve dış ortama bağlı faktörlerin belirtilmesi ve cephenin işlevlerinin incelenmesi,
- Cephelerde kullanılan geleneksel malzemeler ve teknolojik yeniliklere bağlı olarak geliştirilen malzemeler ve enerji etkinliğine katkılarının incelenmesi,
- Enerji kaynaklarının sınıflandırılması ve binaların enerji tüketimindeki rolünün belirtilmesi,
- Binalarda enerji etkinliğini değerlendiren sistemlere değinilerek bina cepheleri ve enerji etkinliği ilişkisinin belirtilmesi,
- Bina cephelerinde enerji etkinliğine yönelik yaklaşımların irdelenmesi,
- Yurt dışında ve ülkemizde son yıllarda yapılmış olan enerji etkin bina cephe örneklerinin incelenmesi ve incelenen örneklerin karşılaştırılarak yorumlanması.

1.2 Çalışmanın Kapsamı

Bu çalışma enerji etkinliği olan cephelere sahip binaları kapsamaktadır. Tez kapsamında son yıllarda yapılmış olan enerji üretimine ve enerji korunumuna katkıları bulunan bina cephe örnekleri, belirlenen başlıca performans kriterleri doğrultusunda incelenmiş ve tablolar oluşturularak karşılaştırılmıştır.

1.1 Çalışmanın Yöntemi

Çalışmanın oluşturulmasında izlenen yol öncelikle gerek basılı yayınlar gerekse internet ortamından ulaşılabilecek veri tabanlarından literatür incelemesi olmuştur. Bu doğrultuda enerji etkinliği, bina cephe sistemleri gibi tezin anahtar sözcükleri ile ilgili yerli/yabancı kitaplar, süreli yayınlar, bildiriler ve elektronik veri tabanlarında araştırmalar yapılmıştır. Çalışmada yer alan örneklerin görselleri ise çeşitli yerli/yabancı kitaplarda, süreli yayınlarda veya internet ortamında bulunan görseller ile yerinde görme ve fotoğraflama teknikleri ile oluşturulan görseller olup, araştırmacı tarafından detaylı incelemeler sonucu çalışmada yer almıştır.

BÖLÜM İKİ

CEPHE, ENERJİ VE ENERJİ ETKİNLİĞİ KAVRAMLARININ TANIMLANMASI VE GELİŞİM SÜREÇLERİNİN İNCELENMESİ

2.1 Cephe

Tez çalışmasının bu bölümünde cephe konusuna yönelik tanımlar açıklanmakta, cephenin binayı oluşturan alt sistemler arasındaki yeri ve önemi belirtilmekte ve cephede kullanılan malzemelere değinilmektedir.

2.1.1 Cephe Tanımı

Cephe kelimesi, Fransızca ‘‘façade’’, Latince’de ‘‘yüz’’ anlamına gelen ‘‘facia’’ kelimelerinden türetilmiştir (<http://www.merriam-webster.com/dictionary/facade>). Türk Dil Kurumu Büyük Türkçe Sözlük’teki cephe tanımları şöyledir: ‘‘1. Bir şeyin veya yapının ön tarafta bulunan bölümü. 2. Belli bir düşünce, istek çevresinde sağlanan beraberlik. 3. Yan, yön, taraf. 4. Üzerinde savaşın sürdüğü bölge. 5. Farklı ısıdaki iki su kütlesi arasındaki sınır. 6. Yerde veya daha yükseklerde sıklık, sıcaklık bakımından iki ayrı hava yığınının karşılaştıkları yer’’ (<http://tdkterim.gov.tr/bts/>).

Cephenin Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü’ndeki tanımı ise şu şekildedir: ‘‘1. Bir binanın yüzlerinden her biri; özellikle ön yüz. Cephe, baktığı doğrultuya ya da işlevine göre adlandırılır: güney cephesi, yol cephesi, deniz cephesi, manzara cephesi, giriş cephesi vb. 2. Bina yüzüne dik doğrultuda sonsuzdan bakılan görünüş’’ (Hasol, 2002, s.112).

Cephe kavramı ile ilgili pek çok görüş ve tanım süregelmiştir. Subaşı Direk (2003), binanın kabuğu olarak nitelendirdiği cepheyi şöyle tanımlamaktadır: ‘‘Yaratılacak etkilerin göz önünde tutulmasıyla için dışa ya da dışın içe hakim olması yolundaki tercih sonucu, yapının ana hatları ortaya çıkar. Bu iki mekan arasındaki sınırı oluşturan ve yapının kılıfı olan dış forma cephe denir’’(s.21-22).

Ünal (2008), cepheyi iç mekan ile dış mekanı sınırlayan bir kabuk sistem olarak tanımlamaktadır (s.17).

Güvenli (2006), cepheyi şu şekilde tanımlamaktadır: “İç mekan ve dış mekan arasında ayırıcı görevi gören, içinde barınanlar için koruyucu görevi üstlenmiş olan, yapının dış mekanı ile ilişki kuran, iletişim halinde olan bir yapı elemanı” (s.4).

Cephe, terminolojide görünüş (appearance) olarak da geçmektedir (Şener, 2006, s.3). Hasol (2002) görünüşü şu şekilde tanımlamıştır: “Bir yapının tümünün ya da bir parçasının düşey bir düzleme perspektifsiz olarak düşürülmüş gibi çizilen şekli, *cephe*” (s.193).

Sevinç (2006), cepheyi dokusal olarak ele almakta ve zarf (envelope) ve kılıf (skin) gibi kavramlarla açıklamaktadır. Bina cephesi (building envelope) iç ve dış ortam arasında bölücü olarak yer alan, aynı zamanda iç ve dış ortam arasında bağlantı sağlayan bir bina bileşeni olarak tanımlanmaktadır (<http://www.websters-online-dictionary.org/definitions/....=Search#922>).

Yukarıdaki açıklamalar doğrultusunda cephe tanımını şu şekilde yapmak mümkündür: Bir binanın dışarıdan bakıldığında ilk olarak algılanan, dış ortam ve iç ortam arasında ayırıcı ve dış ortama karşı koruyucu görevi olan, atmosfer ile direkt temas halinde olan dış kabuğudur.

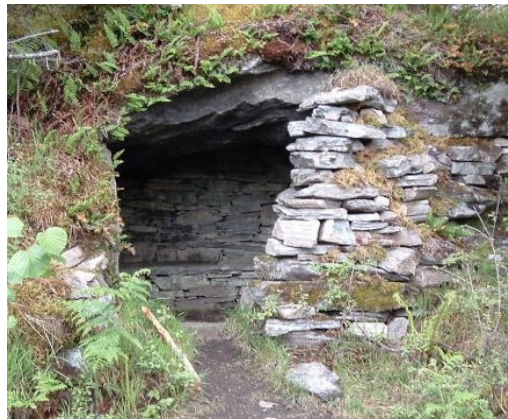
2.1.2 Cephelerin Tarihsel Süreç İçerisindeki Gelişimi

Bina cephesi hava ve dış etkenlere karşı koruma sağlayan binanın temel ve en önemli parçasını oluşturmaktadır. Tarihte eski çağlarda insanlar kendileri ve hayvanları için uygun olabilecek doğal korunaklı yerler oluşturmuşlardır. Örneğin; yer altındaki delikler, kaya mağaraları, çok kalın bitki oyukları vb. Başka bir deyişle, insanoğlu yaşamını sürdürebilmek için hayatta kalmayı sağlayacak korunaklı yerler arayışında olmuştur (Şekil 2.1), (Herzog, Krippner ve Lang, 2004, s.9).



Şekil 2.1 Mağara ve bitki oyuğu örnekleri
(<http://www.alpinist.com/doc/web08s/newswire-cave-rock-closed-permanently>).

İnsanoğlu göçebe hayattan yerleşik düzene geçtiğinde el işçiliği ile kendi barınaklarını yapmaya başlamıştır. Böylece çatı ve dış duvarlar doğmuştur. Bu el yapımı barınakların dış yüzeyi, hava koşulları ile doğrudan temas etmelerinden dolayı önem kazanmıştır (Şekil 2.2), (Herzog, Krippner ve Lang, 2004, s.9).



Şekil 2.2 Doğal taştan yapılmış dış duvar
örneği (<http://www.travelpod.com/s/photos/>).

Doğal taştan kütleler ya da doğa tarafından çevrelenen delikler ve mağaralar zamanla yerini daha ince dış katmanlara bırakmıştır. Bu sayede bina iç ve dış kavramlarını kazanmıştır. Zamanla dış duvarlar ile oluşturulan boşluğun kullanım ve konfor için birtakım koşulları karşılaması gerektiği ortaya çıkmıştır. Bunun için de malzeme seçimi önem kazanmıştır. Malzeme seçimiyle birlikte form kavramı ortaya çıkmıştır, malzeme seçiminin yanında seçilen malzemelerin birleşim şekilleri ve geometrik sıralamaları formu oluşturmuştur. Bununla birlikte dış duvarlar, bir yapılanmayı çevreleyen, saran yüzeyi, cepheyi oluşturmuştur (Herzog, Krippner ve Lang, 2004, s.9-10).

Cepheyi şekillendiren etkenlerden bir diğeri, ışık alma ihtiyacından dolayı dış duvarlara yapılan açıklıklar olmuştur. Bunun yanı sıra yerel koşullar ve sosyo-kültürel çevre de bina cephelerini şekillendirmede rol oynamıştır. Binaların görünüşü, tarih boyunca kültürel gelişmeleri zaman kapsülleri gibi ortaya koymaktadır. Yapılan arkeolojik kazılar ve antropolojik araştırmalar sonucu ortaya çıkan resimli bilgiler, tarih boyunca cephelere verilen önemi göstermektedir. Özellikle 15. yüzyıla rastlayan Rönesans dönemi boyunca dış duvarlar bir sergi etkisi yaratmıştır. Hümanizmin gelişmesi ve spiritüel bağımsızlığın büyümesi ile 17. ve 18. yüzyıllar arası, Barok dönemde sergi etkisi daha da artmıştır. Cepheye etkileyici, artistik anlamlar yüklenmiştir. Cepheler, caddeleri karşılayan ya da açık/yarı açık kamu alanları olan meydanlara bakan etkileyici ön yüzler haline gelmiştir. Dış duvarlarda rölyefler, heykeller ve boyama mozaikler kullanılmıştır (Şekil 2.3), (Herzog, Krippner ve Lang, 2004, s.11-12).



Şekil 2.3 (a) Trento'da bir cephe örneği (İtalya),
 (b) Bavaria'da bir cephe örneği (Almanya) (<http://picasaweb.google.com/schmitt>).

Teknolojik gelişmeler sonucu yeni malzemeler ve yapım teknikleri ile cephe tasarımları da hızlı bir gelişme göstermiştir.

Gelişen teknolojik imkanlar ile oluşturulan günümüzün renkli ekranlarla kaplı cepheleri, iletişim teknolojisi entegrasyonunun ürünü olarak çeşitli bilgiler taşıyan elektronik kontrollü LED aydınlatmalı cepheler (Şekil 2.4), eski dönem sergi etkisi oluşturan cephelerin geliştirilmiş halleri olarak yorumlanabilir (Herzog, Krippner ve Lang, 2004, s.13).



Şekil 2.4 Times Square, New York (ABD)
(<http://www.artreview.com/photo/photo/listForContributor?screenName=1urf4t3ljpkv>).

Toyo Ito'nun 1991 yılında yapımını tamamlamış olduğu, Tokyo'da bulunan Rüzgar Yumurtası projesinde cephe, imgelerle dolu bir ekran oluşturmaktadır. 16 x 8 metrelik elipsoid form, gözenekli alüminyum plakalar ile kaplıdır (Şekil 2.5) (<http://architecturalmoleskine.blogspot.com/2010/06/toyo-ito-tribute-to-winds.html>).



Şekil 2.5 Rüzgar Yumurtası, Tokyo (Japonya)

(<http://architecturalmoleskine.blogspot.com/2010/06/toyo-ito-tribute-to-winds.html>).

Bilgisayar kontrollü imajlarla yaratılan görsellik, cepheye yerleştirilen beş adet likit kristal projektör sayesinde yaratılmaktadır (Şekil 2.6). Ito'ya göre rüzgarla gelmekte ve rüzgarla gitmekte olan bu imgeler, güncel yaşamın acı veren gelip geçiciliğini ve ivediliğini görselleştirmektedir (Wittgenstein, 1990; İleriye, 2007).



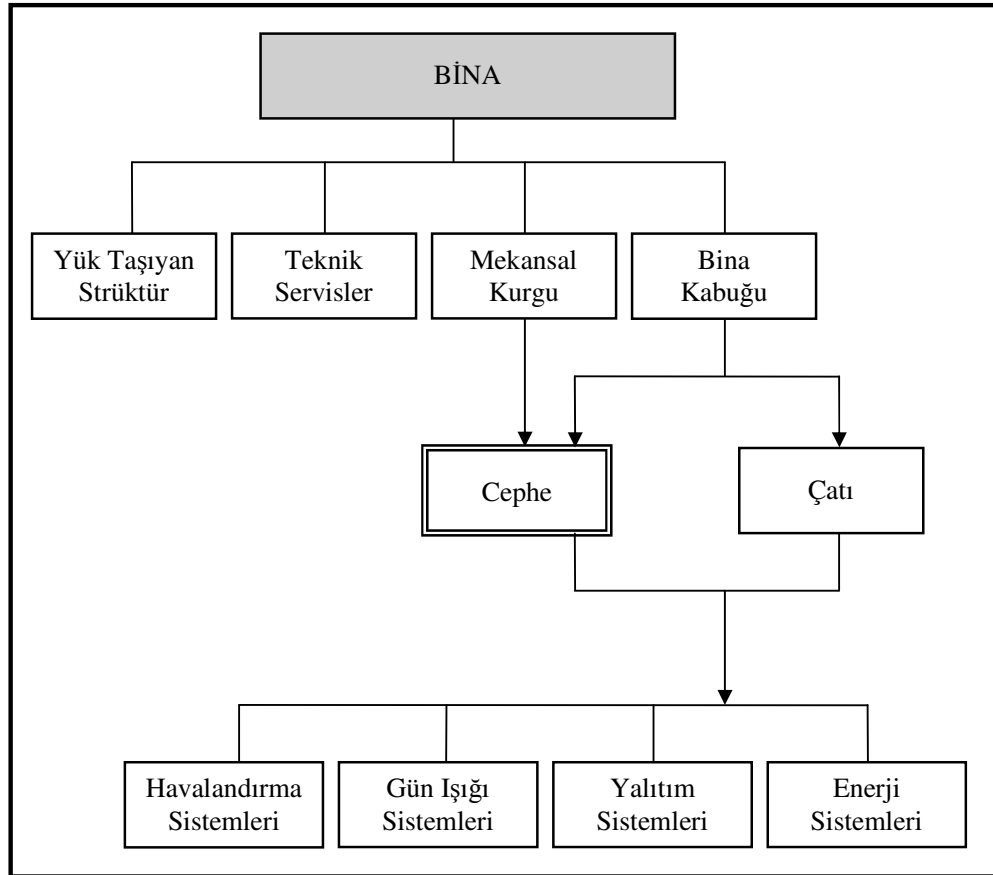
Şekil 2.6 Rüzgar Yumurtası, gece görünüşü (Jodidio, b.t.).

2.1.3 Cephenin Binayı Oluşturan Alt Sistemler Arasındaki Yeri ve Önemi

Bina çeşitli alt sistemlerin bir araya getirilmesinden oluşan bir sistemler bütünüdür, yük taşıyan strüktür, teknik servisler, mekansal kurgu..vb. Pek çok alt sistemle ilişki içinde olması cepheyi binanın alt sistemleri içerisinde en baskın sistem haline getirmektedir. Çatı ve cephe binanın kabuğunu oluşturmaktadır, ancak cephe gerek mekansal kurguya şekil vermesi gerekse binanın yapım aşamasının yanında işletim aşamasında da binaya birtakım servislerle (havalandırma sistemleri, yalıtım sistemleri..vb.) bütünleşik bir kurguyla hizmet verdiği için binanın en baskın sistemi olarak nitelendirilmektedir (Schittich, 2001, s.30).

Tablo 2.1’de binayı oluşturan alt sistemler ve bu alt sistemler arasında cephenin konumu gösterilmektedir.

Tablo 2.1 Binayı oluşturan alt sistemler (Schittich, 2001, s.30’ dan uyarlanmıştır).

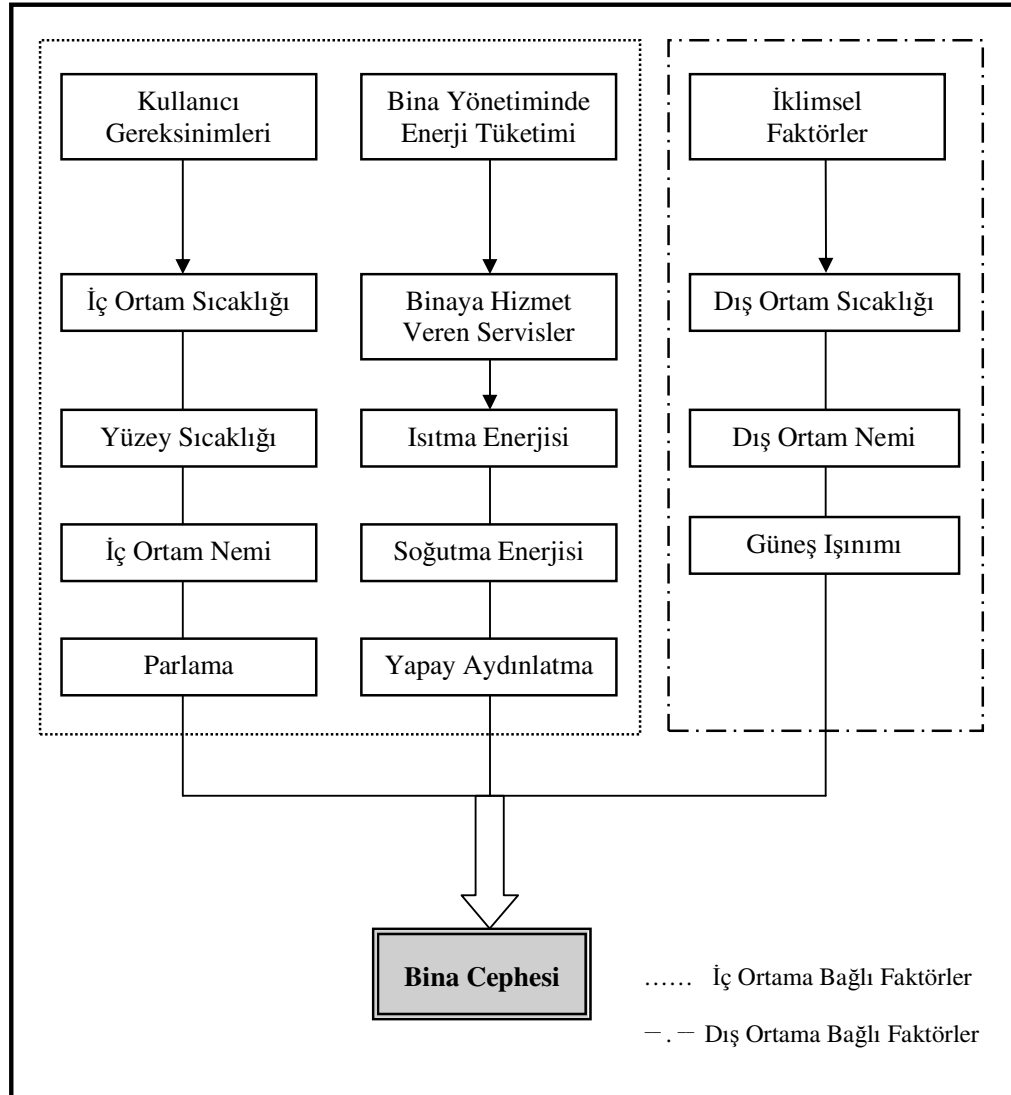


2.1.4 Cephe Tasarımı ve Yapımında Etkili İç – Dış Ortama Bağlı Faktörler

Bina cephelerinin tasarımı ve yapımında aşağıdaki faktörler etkili olmaktadır (Tablo 2.2) (Schittich, 2001, s.31):

- Kullanıcı gereksinimleri,
- Bina yönetiminde enerji tüketimi,
- İklimsel faktörler.

Tablo 2.2 Bina cephe tasarımı ve yapımında etkili faktörler (Schittich, 2001, s.31’den uyarlanmıştır).



Bina cephelerinin tasarımında, dış ortam sıcaklığı, dış ortam nemi, güneş ışınımı gibi dış ortama bağlı faktörler iklimsel faktörler olarak değerlendirilmektedir. Cephe tasarımında iç ortama bağlı faktörler ise kullanıcı gereksinimlerini karşılayan iç ortam sıcaklığının, yüzey sıcaklığının, iç ortam neminin ayarlanması ve parlamanın önlenmesi gibi belirleyiciler olarak nitelendirilmektedir. Bunların yanında bina yönetiminde yine iç ortama bağlı binaya hizmet veren servisler ısıtma, soğutma, yapay aydınlatma da bina cephelerinin yapımında etkili olan faktörlerdendir. Bina cephelerinin gerek tasarım gerekse yapımında etkili olan faktörlerde ortak nokta, bina cephelerinin meydana gelmesi ve bina ömrü boyunca kullanıcılara hizmet verebilmesi için enerjiye ihtiyaç duyulması gerçeğidir.

2.1.5 Cephenin İşlevleri

Bina cepheleri birtakım işlevler içermektedir. Bunlardan başlıcaları şunlardır (Schittich, 2001, s.30):

- Aydınlatma,
- Havalandırma,
- Nemden koruma,
- Sıcak/soğuk hava koşullarına karşı yalıtım (rüzgara karşı koruma, güneşe karşı koruma),
- Parlamaya karşı koruma,
- Görsel koruma,
- Görsel temas/geçirgenlik,
- Güvenlik,
- Mekanik hasara karşı koruma,
- Gürültüye karşı koruma,
- Yangına karşı koruma,
- Enerji kazancı.

Cephenin işlevlerini birbirinden bağımsız düşünmek mümkün değildir. Örneğin, cephenin aydınlatma işlevini gerçekleştirebilmesi için yüzeye boşluklar açılmaktadır. Bu boşluklar da sıcak/soğuk hava koşullarına karşı korunma ihtiyacını ortaya çıkarmaktadır. Bu birbiri ile ilişki içinde olan işlevlerin yerine getirilmesi için enerji gerekli olmaktadır. Gerek birbirine bağımlı gerekse bağımsız olan ancak her iki koşulda da çoğunlukla enerji harcamaya sebep olan cephe işlevlerine son yıllarda bir yenisi eklenmiştir: enerji kazancı. Bu çalışmada bina cephelerinin işlevlerinden enerji kazancı ele alınmaktadır. Bina cephelerinde enerji kazancı sağlamaya yönelik yaklaşımlar ise çalışmanın üçüncü bölümünde belirtilmiştir.

2.1.6 Cephede Kullanılan Malzemeler

Bina cephelerinde enerji etkinliği sağlamaya yönelik yaklaşımlardan önemli bir bölümü malzemelere dayalı olduğundan tez çalışması kapsamında, öncelikle eski tarihlerden günümüze kadar kullanılan malzemelere kısaca değinilmiş, sonrasında teknolojik yenilikler sonucu geliştirilen malzemelere ilişkin örneklerden bazıları incelenmiştir.

İnsanoğlunun tarih boyunca varlığını tanımlamak için ihtiyaçlarına cevap verecek mekanlar yaratma çabası, malzemeyi şekillendirerek fiziksel karşılık bulmuş ve tarihsel süreçte malzemenin kullanımı gelişmiş ve çeşitlenmiştir (Baktır, 2006).

Bina cephelerinde kullanılan malzemeler şunlardır (Herzog, Krippner ve Lang, 2004, s.61):

- Doğal taş – Yapay Taş,
- Pişmiş Toprak (Kil),
- Beton,
- Ahşap,
- Metal,
- Cam,
 - *İklim kontrollü camlar,*

- Plastik,
 - *Plastik esaslı saydam yalıtım malzemeleri.*

Teknolojik yeniliklere bağılı olarak geliştirilen, bina cephelerinde kullanılan malzemeler ise şu şekilde belirtilebilir:

- Kompozit kaplama malzemeleri,
- Nanoteknolojik malzemeler.

2.1.6.1 Doğal Taş – Yapay Taş

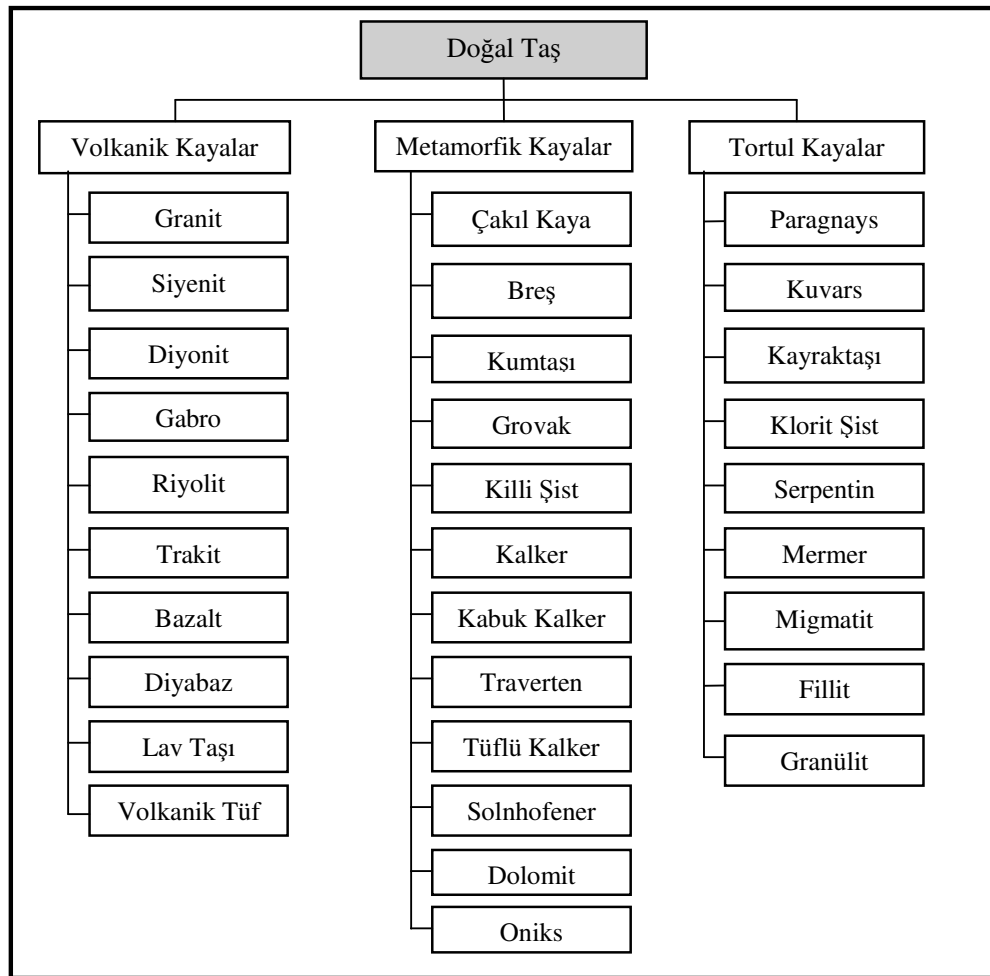
Taş Devri, tarih öncesi devirlerden ilki olarak kabul edilmektedir ve insanoğlu bu devirde el işçiliği ile çeşitli aletlerin yapımında doğadaki malzemeleri kullanmıştır. Doğal taşın kullanımı çeşitli araç gereç ve silahlardan, mezar ve duvar yapımına kadar uzanmaktadır.

Doğal taş köken olarak üç alt sınıfa bölünebilir (Herzog, Krippner ve Lang, 2004, s.63):

- Volkanik kaya,
- Tortul kaya,
- Metamorfik – Başkalaşmış kaya.

Bu üç alt sınıf da kendi içinde çok çeşitlenmektedir; granit, kumtaşı, mermer... gibi (Tablo 2.3), (Herzog, Krippner ve Lang, 2004, s.64).

Tablo 2.3 Bina cephelerinde kullanılan doğal taşların sınıflandırması (Herzog, Krippner ve Lang, 2004, s.64).



Basınç kuvvetine karşı dayanıklı, çekme kuvvetine karşı zayıf bir malzeme olmasından dolayı taş, yığma yapılar için oldukça uygun bir malzemedir ve önemli ölçüde ısı yalıtımı sağlamaktadır (Özer, 2006). Mezopotamya ve Mısır taşı yığma duvarlarda kullanan ilk uygarlıklardandır (Herzog, Krippner ve Lang, 2004, s.63).

Önceleri mağara, mezar gibi yapılar (Şekil 2.7) için kullanılan taşı işleme teknikleri, Rönesans dönemi ile birlikte dış görünüşe verilen önemin artmasıyla birlikte geliştirilmiştir (Herzog, Krippner ve Lang, 2004, s.64). Bu sayede yığma duvarlarda ana taşıyıcı olarak kullanılan taşlar, süsleme elemanı olarak da kullanılmaya başlanmıştır.



Şekil 2.7 Mezarlar, Petra (http://www.123rf.com/photo_4884272_petra-nabataeans-capital-city-al-khazneh--jordan-monastery-tomb-with-bedouin-new-village-in-backgro.html).

Günümüzde müze işlevi gören, 1493 yılında Ferrara’da (İtalya) Biagio Rossetti tarafından tasarlanan Palazzo dei Diamanti sarayının dış cephesinde elması temsil edecek biçimde taş işçiliği uygulanmıştır (http://en.wikipedia.org/wiki/Palazzo_dei_Diamanti) (Şekil 2.8).



Şekil 2.8 Palazzo dei Diamanti, Ferrara (İtalya) (<http://www.panoramio.com/photo/20315193>).

Yüzey kaplamada doğal taş kullanımına bir başka örnek, Pennsylvania’da (ABD) Frank Lloyd Wright tarafından 1939 yılında tasarlanan Şelale Evi’dir (Şekil 2.9). Doğa ile iç içe bir görünüme sahip olan binanın dış duvarları, nehir yatağının

katmanlı yapısını göstermek amacıyla katmanlı biçimde tasarlanmıştır. Betonarme bir bina olan Şelale Evi cephesinde doğal kum taşları, çelik ve cam ile iç içe kullanılmıştır (Herzog, Krippner ve Lang, 2004, s.65).



Şekil 2.9 Şelale Evi, Pennsylvania (ABD)

(<http://www.wrighthouse.com/frank-lloyd-wright/fallingwater-pictures/FISW-fallingwater-in-fall.html>).

Üretim teknolojisindeki gelişmeler ile birlikte doğal taş görünümünde olup, daha ucuzca imal edilip istenilen ölçülerde düzgün parçalar elde etme imkanı sunan yapay taşların kullanımı yaygınlaşmıştır. Demir ya da ahşap kalıpların içerisine genellikle çimento döküm işlemi ile oluşturulan yapay taşların pek çok çeşidi bulunmaktadır: kale taşı (Şekil 2.10), yapay taş esaslı beton kaplamalar (Şekil 2.11)..vb (Ağırbasar, 2006, s.25).



Şekil 2.10 Kale taşı
(http://www.arteknik.com/index.php?lang=tur&page=11&pluginProducts_vl_catID=13).



Şekil 2.11 Yapay taş esaslı beton kaplama örnekleri (Ağırbasar, 2006, s.25).

Yapay taşlar kullanıcıya birtakım avantajlar sağlamaktadır. Duran (2008) yapay taşların kimyasal özelliklerini şu şekilde belirtmiştir (s.117):

- Su geçirmezlik,
- Kimyasal dayanıklılık, asitlere karşı dayanıklılık,
- Mekanik basınçlara dayanıklılık, doğal taştan daha güçlü bir çarpma ve darbe rezistansı,
- Lekelere dayanıklılık, gözeneksiz bir yüzey yaratarak leke tutmaya karşı güçlü bir yüzey,
- Anti statik rezistans, günlük hayattaki kullanım ile oluşan statik elektriği deşarj edebilme özelliği,
- Kaymazlık. Islak olabilecek alanlarda aranan yüksek ölçüde kaymazlık özelliği,
- Buza dayanıklılık, donma ve çözülme gibi iklimsel değişikliklere karşı yüksek dayanıklılık,
- Ultra-viole (UV) dayanıklılığı,
- Anti bakteriyel özellik, gözeneksiz yüzeyinin bakteri yaşamasını engellemesi,
- Kumlama, matlaştırma, gibi (<http://www.yapaygranit.com>).

2.1.6.2 Pişmiş Toprak (Kil)

Alüminyumlu minerallerin bozunmasıyla oluşan yumuşak, suyla biçim verilebilen değişik renklerdeki bir çeşit toprak olan kilin kum oranı yüksek olan çeşidi, tuğla ve kiremit yapımında kullanılmaktadır (Hasol, 2002, s.265).

Pişmiş tuğlanın endüstriyel anlamda ilk üretimi, M.Ö. 4. yüzyılda cephesinde sistemli bir şekilde kullanılmış olan Babil Kulesi (Şekil 2.12) yapımına rastlamaktadır (<http://tr.wikipedia.org/wiki/Tu%C4%9Fla>).



Şekil 2.12 Babil Kulesi'ni simgeleyen yağlıboya resim(<http://www.britannica.com/EBchecked/media/4379/The-Tower-of-Babel-oil-painting-by-Pieter-Bruegel-the>).

Makineleşmeye bağlı olarak ilerleyen üretim şekilleri ile birlikte 1800'lü yıllarda helezonlu şekillendirme presleri ile daha az ham madde ve daha az enerji kullanımı ile delikli ve daha hafif tuğla üretimi gerçekleşmiştir (Herzog, Krippner ve Lang, 2004, s.84).

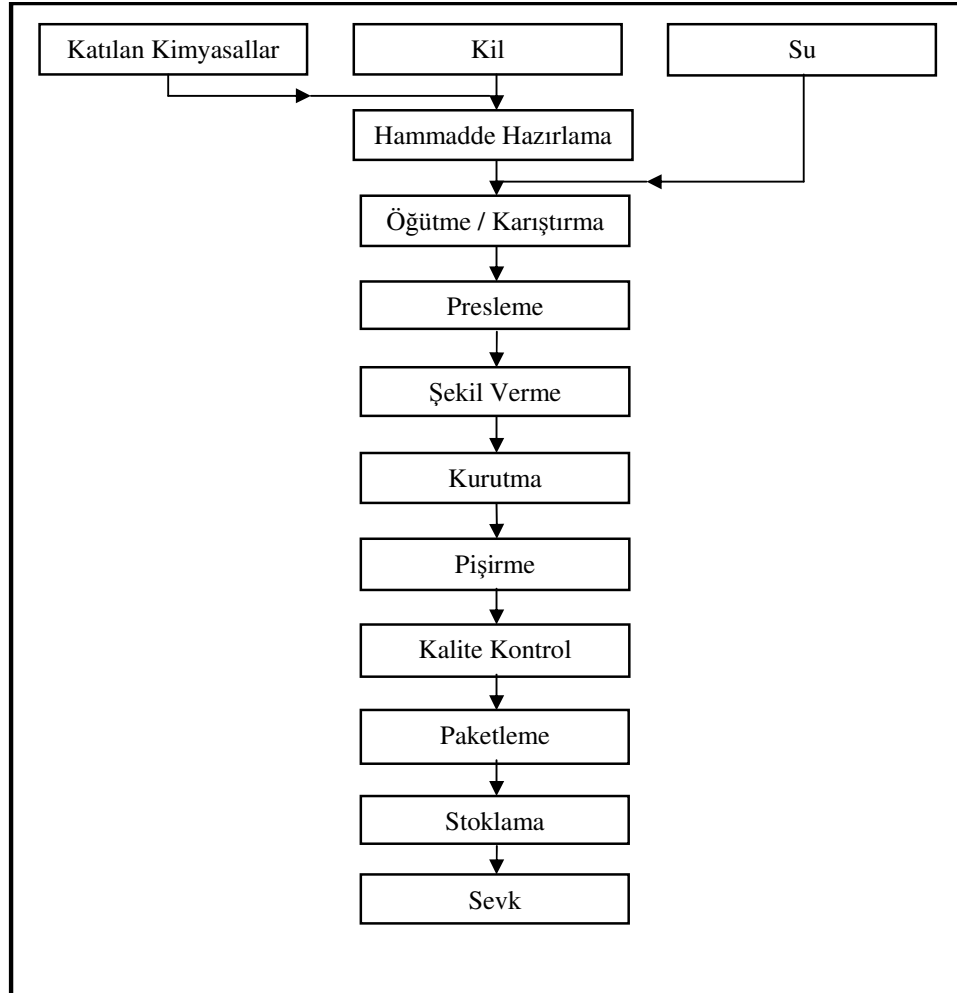
Tuğlanın cephede kullanımından önceki hammadde hazırlanışından sevk işlemine kadar geçirdiği işlemler ve üretim aşamaları Tablo 2.4'teki gibi sıralanabilir (Herzog, Krippner ve Lang, 2004, s.83).

1900'lü yıllarda Modernizm'in öncülerinden Alvar Aalto ve benzer mimari anlayışa sahip diğer mimarlarda bina cephelerinde çoğunlukla tuğla kullanımı birer simge haline gelmiştir (Herzog, Krippner ve Lang, 2004, s.84). Alvar Aalto'nun Espoo'da yapmış olduğu üniversite kütüphanesinin cephesi örnek olarak verilebilir (Şekil 2.13).



Şekil 2.13 Otaniemi Teknik Üniversite Kütüphanesi, Espoo (Finlandiya)
(http://www.greatbuildings.com/buildings/Otan_Univ_Library.html).

Tablo 2.4 Bina cephelerinde kullanılan tuğlanın üretim aşamaları (Herzog, Krippner ve Lang, 2004, s. 83).



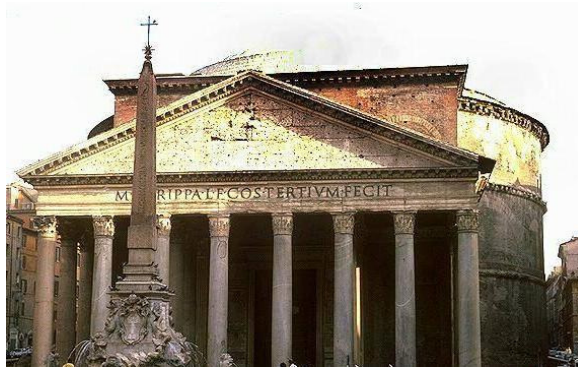
2.1.6.3 Beton

Çimento, su, agrega (kum, çakıl, kırma taş), kimyasal ve mineral katkıların uygun miktarda karıştırılması ile elde edilen beton, hem bir taşıyıcı eleman hem de dekoratif malzeme olarak ortaya çıkmaktadır (Kimya Terimleri Sözlüğü II, 2007). Yangına dayanıklılığı, şekil verilebilme kolaylığı, yüksek basınç dayanımı, su geçirmezliği bakımından da tercih edilmektedir. Ayrıca pigmentlerle renklendirilebilmektedir.

Estetik etkileri ele alınarak bir değerlendirme yapıldığında beton malzeme beş kategoriye ayrılabilir (Herzog, Krippner ve Lang, 2004, s.101):

- Düz yüzeyli beton,
- Prekast beton,
- Yeniden yapılandırılmış taş paneller,
- Yığma yüzey beton elemanları,
- Çimentolu levhalar.

Romalılar betonu, tuğla kırıntısı ve lav taşı karışımından ilkel biçimde elde ederek kullanmışlardır. Roma'daki en eski kubbeli bina olan Panteon'un (Şekil 2.14) yapımında da Romalılara özgü beton kullanılmıştır (Herzog, Krippner ve Lang, 2004, s.101).



Şekil 2.14 Panteon, İtalya (Roma)
(http://www.greatbuildings.com/cgi-bin/gbi.cgi/Pantheon.html/cid_1349932.gbi).

1824 yılında Portland çimentosunun elde edilmesiyle birlikte beton binalarda sıkça kullanılan bir malzeme haline gelmiştir (Herzog, Krippner ve Lang, 2004, s.101). Önceden hazırlanmış elemanlar ya da bileşenlerin yapı yerinde montajı ile gerçekleştirilen yapı kurma yöntemi olan prefabrikasyonun geliştirilmesi ile de betonun taşınabilir eleman haline gelmesi sağlanmıştır (Hasol, 2002, s.376). Sonraki yıllarda taşıyıcı sistemi geleneksel yöntemlerle inşa edilen binaların cephelerinde bile prefabrike beton cephe elemanlarının kullanımı görülmektedir (Tosun, 1992).

Le Corbusier'in 1960 yılında yapmış olduğu binasında brüt betonu estetik biçimde kullanabilme çabasını görebilmek mümkündür (Şekil 2.15).



Şekil 2.15 Sainte-Marie-de-la-Tourette Manastırı, Eveux (Fransa)
(<http://www.globalarchitectsguide.com/library/La-Tourette-Monastery.php>)

1970'lerden bu yana elyaf takviyeli çimentodan yapılmış düz levhalar da kullanılmaya başlanmıştır (Herzog, Krippner ve Lang, 2004, s.103). 2000 yılında Alman mimar Elmar Ludescher tarafından tasarlanan okul binasının cephesinde opak ve yarı geçirgen elyaf takviyeli çimento levhalar kullanılmıştır. Ayrıca delikler açılmış cephe elemanları birer ışık filtresi ve hava tampon bölgesi olarak görev yapmaktadır (Şekil 2.16-2.17).



Şekil 2.16 Okul binası cephesi, Lauterach (Almanya)
(<http://www.baudata.com/referenzobjekte#4a362e2a-cc12-4f4c-8246-1ec30f9edab6>).



Şekil 2.17 Okul binası cephesi gece görüntüsü, Lauterach (Almanya)
(http://www.baunetzwissen.de/objektartikel/Fassade_Erweiterung-und-Sanierung-Schule-Untersfeld-Lauterach_A_70574.html).

1997 yılında Santiago Calatrava tarafından tasarlanan ve yapımı 2005 yılında tamamlanan İspanya'nın Valencia kentindeki Valencia Opera Binası'nda (Şekil 2.18) katkı malzemeleriyle geliştirilmiş, çelik yerine plastik elyaf ile karıştırılarak elde edilmiş, kolay şekillenebilen beton kullanılmıştır. Bu tip betonlar “yüksek performanslı beton” olarak nitelendirilmektedir (Süslü, 2009, s.26).



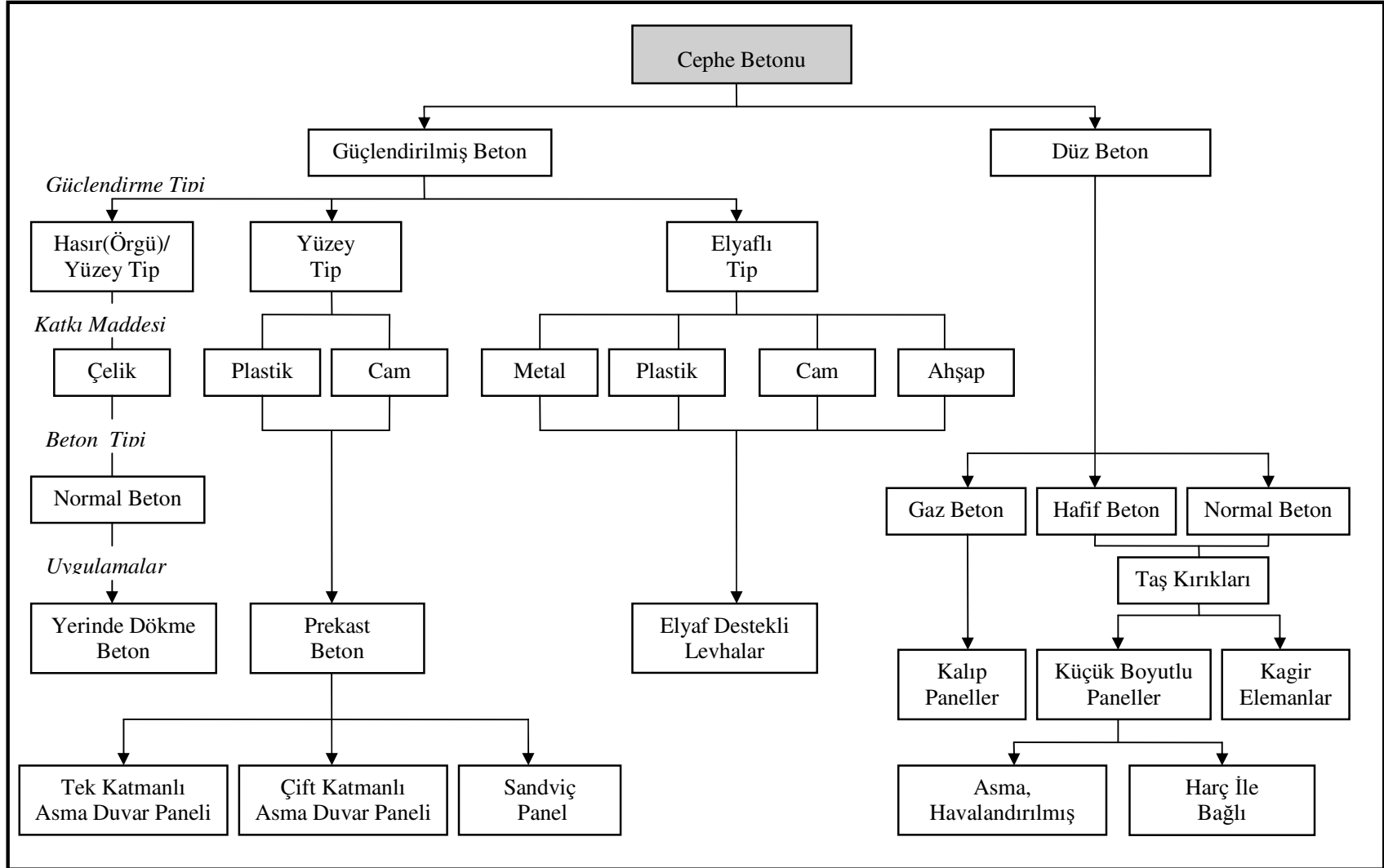
Şekil 2.18 Valencia Opera Binası (İspanya)

(<http://www.flickr.com/photos/7301969@N08/985172343/ve>

<http://www.designbuild-network.com/projects/valenciaopera/valenciaopera5.html>).

Cephe betonu, güçlendirilmiş ve düz beton olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Cephe betonunun güçlendirme tipi ve uygulamalarına kadar geçirdiği üretim aşamaları Tablo 2.5'te gösterilmiştir. Ortaya çıkan işlenmiş beton çeşitlerinden gaz beton, havalandırılmış beton, elyaf destekli beton ve prekast beton ısı yalıtımı sağlamaları ile enerji korunumuna katkıda bulunan ve sık kullanılan beton çeşitlerindedir.

Tablo 2.5 Cephe betonu üretim aşamaları (Herzog, Krippner ve Lang, 2004, s. 105'ten uyarlanmıştır).



2.1.6.4 Ahşap

Neolitik dönemde başlayan ağaç kütüklerinin ahşap duvar ve cepheler için kullanımının yaygınlaşması Endüstri Devrimi ile birlikte gerçekleşmiştir (Herzog, Krippner ve Lang, 2004, s.125).

Ahşap malzemenin cephe konstrüksiyonuna ilişkin teknik özellikleri şu şekilde sıralanabilir (Herzog, Krippner ve Lang, 2004, s.125):

- Düşük ağırlıkla yüksek dayanım,
- Kolay işlenebilme özelliği,
- Yüksek ısı dayanıklılık – direnç,
- Cephenin iç yüzeyinde nem dengesini düzenleyici davranış.

Ahşap doğal, değerli ve ekolojik olarak korunması gereken bir malzemedir. Büyük çapta ağaçların azalması ile ahşap endüstrisi büyük boyutlu kereste ve masif ahşap yerine ufak çaplı ağaçlar veya biçme artıklarıyla malzeme üretme yolunu seçmiş ve ahşap kompozit malzemeler ortaya çıkmıştır. Ahşap kompozit malzemelerin özellikleri genel olarak ahşap malzemenin özelliklerine benzemektedir. Ancak doğal ahşap malzemede görülen lif yönlerine bağlı olarak değişen değerler göstermezler (Seçkin, 2006).

Binalarda tercih edilen ahşap esaslı malzemelerin başında tutkallı lamine ahşap gelmektedir. Richard Rogers'a ait TGI binasında (1998) ise birden fazla ahşap esaslı malzeme bir arada görülmektedir. Binanın iç cepheleri kontrplakla kaplanmıştır (Şekil 2.19). Kendi kendini taşıyan yedi adet mahkeme salonundan her biri beton taban üzerine oturtulmuş tutkallı lamine ahşap üst yapıya sahiptir (Şekil 2.20) (Seçkin, 2006, s.146).



Şekil 2.19 TGI Binası, Bordeaux (Fransa)
(http://www.richardrogers.co.uk/work/all_projects/bordeaux_law_courts/completed).



Şekil 2.20 TGI Binası, iç mekan
(http://www.richardrogers.co.uk/Asp/uploadedFiles/Image/1990_Bordeaux/RSHP_A_JS_1990_L_E_GB.pdf).

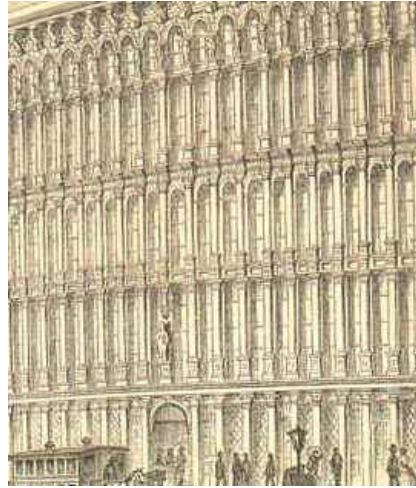
Ahşap ve ahşap esaslı ürünlerin üretim şekillerine göre sınıflandırılması Tablo 2.6'daki gibidir (Herzog, Krippner ve Lang, 2004, s.127).

Tablo 2.6 Ahşap ve ahşap esaslı ürünlerin üretim şekillerine göre sınıflandırılması (Herzog, Krippner ve Lang, 2004, s. 127).

İşleme	Masif Ahşap			Ahşap Esaslı Ürünler				
	Kabuk Soyma	Kabuk Ayırma	Biçme	Biçme	Soyma/Dilimleme	Çapak Alma	Püskürtme	
Ara Ürün	Kütük	Şıngıl	Biçilmiş Kereste	Biçilmiş Kereste	Kaplamalar	Odun Talaşı	Yonga	Elyaf
Son Ürün		Serpme/Şıngıl	Profilli Levha	Damarlı Kontrplak	Lamine Cilalı Kereste	Kaplamalı Sunta	Yonga Levha	Gözenekli Elyaf Levha
		Dekoratif Şıngıl		Lamine Plaka	Paralel Yivli Kereste	Odun Talaşı Levhası	Lamine Yivli Kereste	Orta Sert Levha
				Kontrplak	Kaplı Kontrplak	Çok Katmanlı Sunta	Yönlü Yivli Kereste	Sert Levha
				Kaplamalı Sunta	Sentetik Reçine Plaka		Çekme Elyaf Levhası	Orta Yoğun Levha
				Tutkallı Lamine Ahşap			Alçılı Yonga	Alçı Levha
							Çimento Kaplı Yonga	Çimentolu Elyaf Levha
							Elyaf Kaplı Yonga	Lif Takviyeli Alçı Panel
						Kaplamalı Yonga	Bitümlü Levha	

2.1.6.5 Metal

18. yüzyılın ortalarında İngiltere’de demir levhaların üretilmeye başlanmıştır. 1854 yılında Fransa’da işlenmiş demirden ilk I profiller üretilmiştir. 1855 yılında çeliğin icadı ile cephe konstrüksiyonlarında metalin kullanılmaya başlanması aynı döneme rastlamaktadır. Aynı yıl James Bogardus, New York’ta bulunan Harper ve Brothers şirketine ait binanın caddeye bakan cephesini prefabrik dökme demir elemanlar kullanarak inşa etmiştir (Şekil 2.21) (Herzog, Krippner ve Lang, 2004, s.155).



Şekil 2.21 Harper ve Brothers Binası,
New York (ABD)
([http://www.officemuseum.com/office_
buildings.htm](http://www.officemuseum.com/office_buildings.htm)).

Endüstriyel gelişmelere paralel olarak yapı elemanlarını seri üretim ile üretmek mümkün olmuştur. 1929/45 yılları arasında Dymaxion Dağıtım Birimi (Şekil 2.22) üretimine de bu yöntem ile başlanmış ancak İkinci Dünya Savaşı sırasında yaşanan çelik üretim sıkıntısı nedeniyle üretim yarım kalmıştır. Tasarımı Buckminster Fuller tarafından gerçekleştirilen ve oluklu çelik malzemeden üretilen 20 metre çapındaki dairesel kulübeyi taşıyacak 20 adet ayak üzerine oturtulması planlanmıştır (<http://www.buckminsterfuller.com/>).



Şekil 2.22 Dymaxion Dağıtım Birimi prototipi
(<http://www.sustainy.com/?p=675>)

1955 yılında Chicago’da Skidmore, Owings ve Merrill tarafından inşa edilen Inland Steel Building (Şekil 2.23) cephesinde paslanmaz çelik kullanılmıştır (http://www.som.com/content.cfm/inland_steel_building).



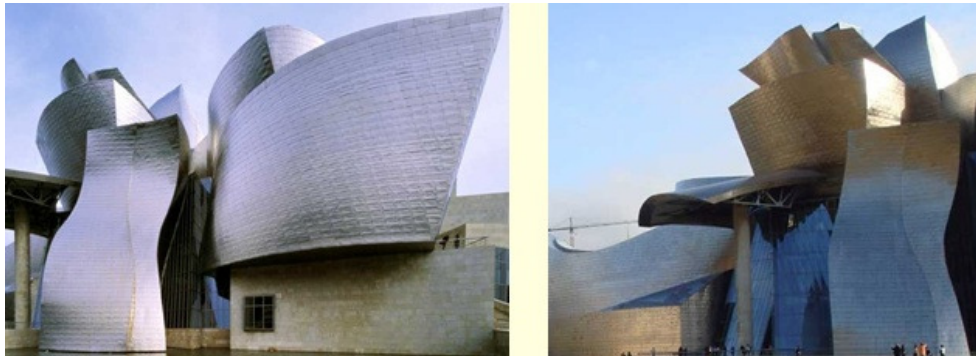
Şekil 2.23 Inland Steel Building, Chicago
(ABD)(http://www.som.com/content.cfm/inland_steel_building).

2.1.6.5.1 *Titanyum*. Hafif, dayanıklı ve korozyona karşı dirençli olmasının yanı sıra parlak estetik görünüm sağlamasına rağmen önceleri kullanılması mümkün olmayan titanyum malzeme, son yıllarda teknolojik gelişmelere bağlı olarak bilgisayar destekli tasarımlar ile detayları çözülen bina cephelerinde kullanılmaya başlanmıştır. 1982 yılında Londra’da Thames Nehri için Rendel, Palmer ve Triton tarafından tasarlanan sel kontrol tesisindeki bariyerler (Şekil 2.24) titanyum malzemeden imal edilmiştir (Herzog, Krippner ve Lang, 2004, s.158).



Şekil 2.24 Thames Nehri Sel Kontrol Bariyerleri, Londra (İngiltere)
(<http://www.arkitera.com/h4278bir-kentin-tasariminda-mimarin-rolu-ne-olmalidir.html>).

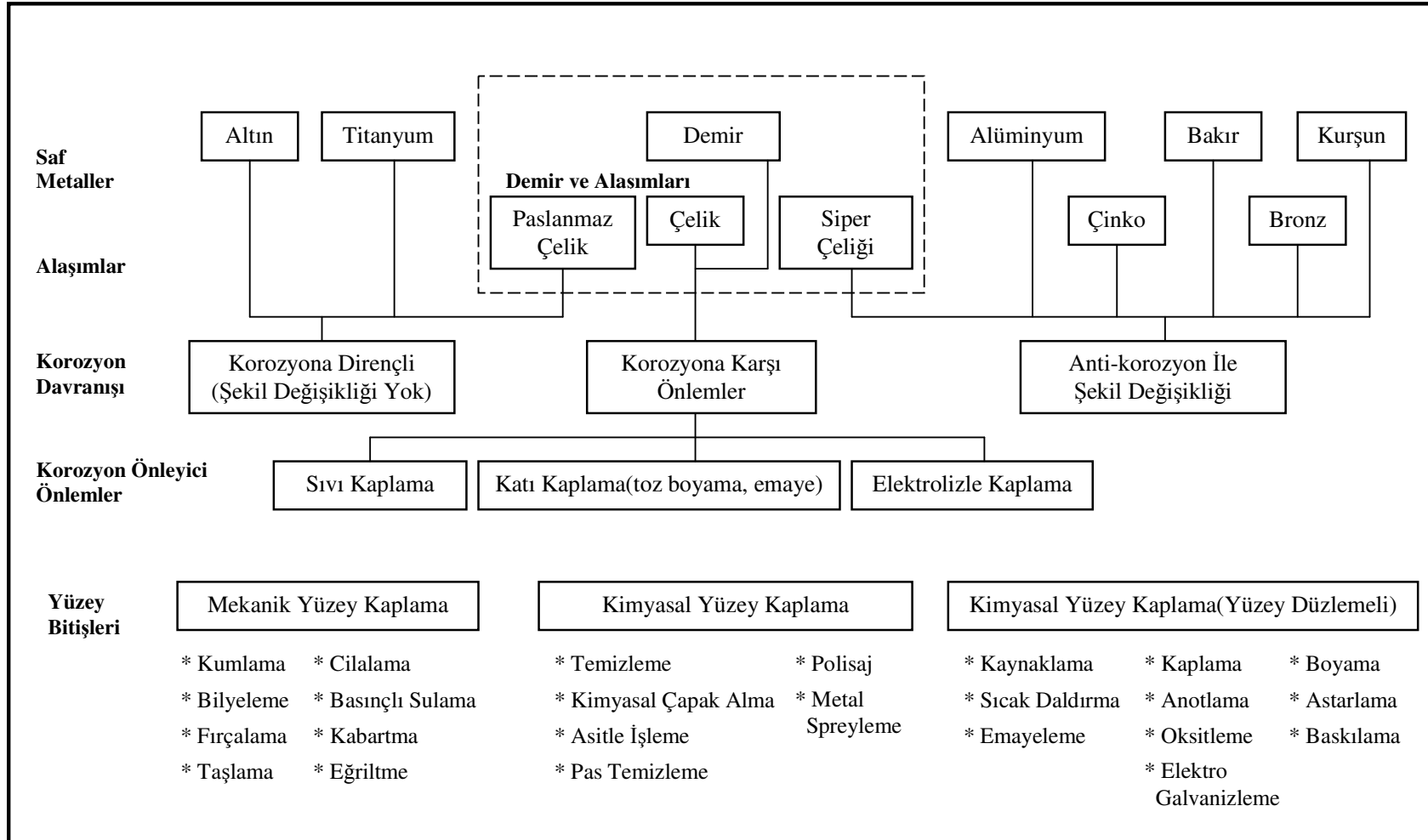
Frank Owen Gehry tarafından tasarlanan, üç boyutlu bilgisayar yazılımı CATIA ile konstrüksiyonu hesaplanan ve 1997 yılında yapımı tamamlanan Bilbao’daki 11,000 m²’lik alana inşa edilmiş olan Guggenheim Müzesi’nin titanyum kaplı cepheleri, malzemenin aldığı farklı şekiller ve yüzeyinden yansıttığı ışık sayesinde bıraktığı etkiyi gösteren başlıca örnekler arasındadır (Şekil 2.25) (Herzog, Krippner ve Lang, 2004, s.158).



Şekil 2.25 Guggenheim Müzesi, Bilbao (İspanya)
(http://www.earchitect.co.uk/bilbao/guggenheim_museum_bilbao.htm).

Bina cephelerinde kullanılan metaller Tablo 2.7'deki gibi sınıflandırılabilir. Metaller estetik görünüm elde etme imkanı sunmalarından dolayı sıklıkla tercih edilen malzemeler olmalarının yanı sıra korozyona uğramaları ve yüzey bitişlerinde birtakım işlemler (asitle işleme, kimyasal çapak alma..vb.) gerektirmektedir. Örneğin saf metallere altın, titanyum ile demir alaşımı olan paslanmaz çelik korozyona karşı dirençli metallere aittir. Bunun yanında demir ve çelik ise korozyona karşı birtakım önlemler (sıvı kaplama, elektrolizle kaplama..vb.) gerektiren metaller sınıfına girmektedir (Herzog, Krippner ve Lang, 2004, s.159). Bina cephelerinde kullanılan metallere titanyum korozyona karşı dirençli olup kullanım sürecinde bakım işlemi gerektirmediğinden enerji korunumu sağlamaktadır.

Tablo 2.7 Bina cephelerinde kullanılan metallerin sınıflandırılması (Herzog, Krippner ve Lang, 2004, s. 159).

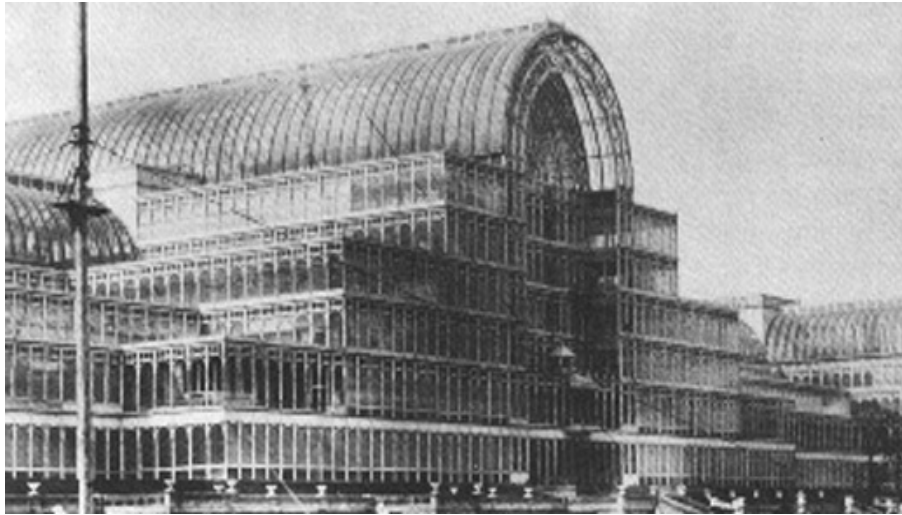


2.1.6.6 Cam

Hammaddeleri kum, soda ve kireç olan cam en eski yapı malzemeleri arasındadır. Gerektiğinde opak hale gelebilen saydam bir malzeme olan camın cephede kullanılması için dikkate alınması gereken özellikleri, genleşme, ısı iletkenlik kat sayısı, UV ışınları geçirme ve mekanik özellikleridir (Kahraman, 2003, s.22).

Tarihte cephede camı ilk defa M.Ö. 100 dolaylarında Pompei’de 30x60 cm boyutlarındaki bronz çerçeveler içinde Romalılar kullanmıştır (Saritaş, 2008, s.49).

1856 yılında Joseph Paxton tarafından yapılan Crystal Palace’da (Şekil 2.26-2.27) demir ve cam malzeme bir arada kullanılarak büyük şeffaf duvarlar oluşturulmuş ve bina Modern Mimari’nin ilk örneklerinden biri olarak değerlendirilmiştir (Kahraman, 2003, s.30).



Şekil 2.26 Crystal Palace, Londra (İngiltere)

(<http://soa.syr.edu/faculty/bcoleman/arc523/lectures/523.crystal.palace.images.html>).



Şekil 2.27 Crystal Palace, iç mekan görünüşü
(<http://www.modernmimari.com/mimarlikvemuhendislik/egitim-ve-arastirma/839-modern-mimarlik-modern-mimari.html>).

1898 yılında ilk kez İngiltere’de tel donatılı cam, 1902 yılında ilk cam tuğla kullanımı gerçekleşmiştir (Kahraman, 2003, s.29). 1904 yılında Frank Lloyd Wright New York’ta yaptığı Larkin şirketinin yönetim binasının (Şekil 2.28) cephelerinde ilk olarak tümüyle cam kapılar ve çift camlı pencereler kullanılmıştır (Sarıtaş, 2008, s.50).



Şekil 2.28 Larkin Şirketi Yönetim Binası, New York (ABD)
(<http://www.buffalohistoryworks.com/photograph/others/pic49.htm>).

Endüstri Devrimi öncesinde binalar genellikle yük aktaran masif duvarlar ile taşınmakta olup, bu taşıyıcı duvarlar hem strüktürel hem de ısısal bariyerlik görevi üstlenmiştir. Dökme demir ve çelik çerçevelerin 19. yüzyılda geliştirilmesi ve betonarme çerçevelerin kullanılması, taşıyıcı masif duvarlı binalara olan bağımlılığı ortadan kaldırmıştır. Strüktürel çerçevelerin sağladığı olanaklar ve teknolojik gelişmelerin de yardımıyla cephe tasarımında daha yenilikçi metotlara yönelilmiştir. Böylece çerçeveli cam cephe sistemleri ve giydirme cephe sistemi ortaya çıkmıştır (Gür, 2001, s.4).

1911 yılında Walter Gropius Almanya'nın Alfeld kentinde Fagus Fabrikası'nda (Şekil 2.29) yoğun bir cam cephenin çelik iskeletle desteklenmesi yoluyla oluşturulmuş giydirme cephe sistemi kullanılmıştır. Aynı mimar tarafından 1925 yılında tasarlanan Bauhaus binası (Şekil 2.30) da bugünün modern tasarımcılarının dış ve iç mekan entegrasyonu oluşturan saydam cephe sistemi anlayışına öncülük ettiği kabul edilmektedir. Bauhaus binasında saydam cam cephe boyunca devam ederken, binanın iskeleti cepheyi gridal şekilde bölmektedir (İleriye, 2007, s.45).

1922 yılında düzenlenen ilk gökdelen yarışmasında Mies Van Der Rohe tarafından tasarlanan çelik iskeletli Cam Gökdelenler (Şekil 2.31) o tarihte uygulanmamış, daha sonra 1960-70'li yıllarda ABD'de gerçekleştirilmiştir (Sarıtış, 2008, s.50).



Şekil 2.29 Fagus Fabrikası, Alfeld (Almanya)
(<http://en.structurae.de/structures/data/index.cfm?id=s0036154>).



Şekil 2.30 Bauhaus Binası, Dessau (Almanya)
(http://www.bc.edu/bc_org/avp/cas/fnart/fa267/gropius.html).



Şekil 2.31 Cam Gökdelenler (<http://www.germanposters.de/rahmenstudio.html?id=71>, ve http://www.arcadja.com/auctions/en/mies_van_der_rohe_ludwig/artist/67017/).

Cam endüstrisinin gelişmesine paralel olarak cam malzemenin bina cephelerinde kullanımı yaygınlaşmış ve 1926 yılında güvenlik camı üretilmeye başlanmıştır. Güvenlik camları genel olarak basınç etkisine ve ısı kırılma risklerine karşı ısı işlemleri (temperlenmiş) camlar olarak tanımlanabilir (Kahraman, 2003, s.35). 1948 yılında ise ısı yalıtımında kullanılmak üzere cam lifi üretilmeye başlanmıştır (Sarıtaş,

2008, s.51).

1949 yılında Mies Van Der Rohe tarafından tasarlanan Farnsworth Evi (Şekil 2.32) ve benzer bir anlayışla Philip Johnson tarafından tasarlanan Cam Ev (Şekil 2.33) binalarının cephelerinde kullanılan cam yüzeylerin çokluğu ile neredeyse yokmuş izlenimi uyandırmaktadır (İleriye, 2007, s.49).



Şekil 2.32 Farnsworth Evi, Chicago (ABD)

(http://www.earchitect.co.uk/chicago/farnsworth_house.htm).



Şekil 2.33 Cam Ev, Connecticut (ABD)

(<http://architecture.about.com/od/greatbuildings/ig/ModernandPostmodern-Houses/Glass-House.htm>).

20. yüzyıl başlarında uygulanan yeni teknolojilerle levha cam üretiminde büyük aşama gerçekleşmiştir. İkinci Dünya Savaşı sonrası giydirme yüzeylerin kaplanmasını sağlayacak endüstri düzeyine gelinmiştir (Başer, 1999).

1951-52 yıllarında Skidmore, Owings ve Merrill tarafından New York'ta Lever House (Şekil 2.34) gökdeleninin yapımı gerçekleşmiştir. Binanın tamamen camdan oluşan cephesindeki derzler ince paslanmaz çelik çıtalarla kapatılmış ve cephede ısı tutucu cam panolar kullanılmıştır (Sarıtış, 2008, s.51).



Şekil 2.34 Lever House, New York (ABD)

(<http://www.flickr.com/photos/arndalarn/122604358/>).

1970'li yıllarda enerji sorunlarından kaynaklanan global kriz daha önceki yaklaşımları değiştirmiş ve cam üreticilerini ısı ve radyasyonu kontrol edebilecek yeni teknolojiler geliştirmeye yöneltmişti. Cephelerde ısı kontrolünü sağlayan düşük emisyonlu camlar kullanılmaya başlanmıştır (Sarıtış, 2008, s.49).

1974 yılında Norman Foster ve ortakları tarafından Ipswich'te yapılan Willis, Faber ve Dumas Genel Merkez Binası'nın (Şekil 2.35) cepheleri, güneş ışınlarını geçirmeyen bir tür aynalı cam giydirme yüz ile kaplanmıştır (Saritaş, 2008, s.51).



Şekil 2.35 Willis, Faber ve Dumas Genel Merkez Binası, Ipswich(İngiltere)
(<http://www.fosterandpartners.com/Projects/0102/Default.aspx>).

Antenna tasarım bürosu tarafından restore edilmiş Broadfield Cam Müzesi'nde ise taşıyıcı metal bağlantılar kullanmaksızın cam strüktür kullanımı görülmektedir (Şekil 2.36). Müzede güneş ışınlarının camdaki görülebilir tonlamasını azaltmak amacıyla, ancak mikroskopla görülebilecek incelikte gümüş dolgular içeren cam levhalar kullanılmıştır (Kahraman, 2003, s.153).



(a)



(b)

Şekil 2.36 (a) Cam Müzesi (<http://www.superstock.com/stock-photos-images/1801-7699>), (b) Cam Müzesi, köşe birleşimi (<http://www.viewpictures.co.uk/Details.aspx?ID=49458&TypeID=1>).

Bina cephelerinde kullanılan cam malzeme ile ilgili çeşitli sınıflandırmalar yapılmıştır. Kahraman (2003), yapıda kullanılan camları şu şekilde belirtmektedir:

- Pencere camları,
- Float cam,
- Emprime camları,
- Cam tuğlalar,
- Mat camlar,
- Kristal camlar,
- Güvenlik camları,
- Ayna camı,
- Güneş kontrol camları,
- İklim kontrol camları,
- Güçlendirilmiş camlar.

Umaroğulları (2001) cephede kullanılan cam malzemeyi iki ana başlık altında incelemiştir; geleneksel camlar ve ileri teknoloji ürünü camlar olmak üzere (s.27). Bina cephelerinde kullanılan geleneksel camlar, pencere camları ve cam tuğlalardır. Geleneksel camın ikincil üretim işlemlerinden geçmesi ile ısı kontrolü, gürültü kontrolü, optik geçirgenlik gibi performansları sağlayan yeni ürünler elde edilmektedir (Umaroğulları, 2001, s.28).

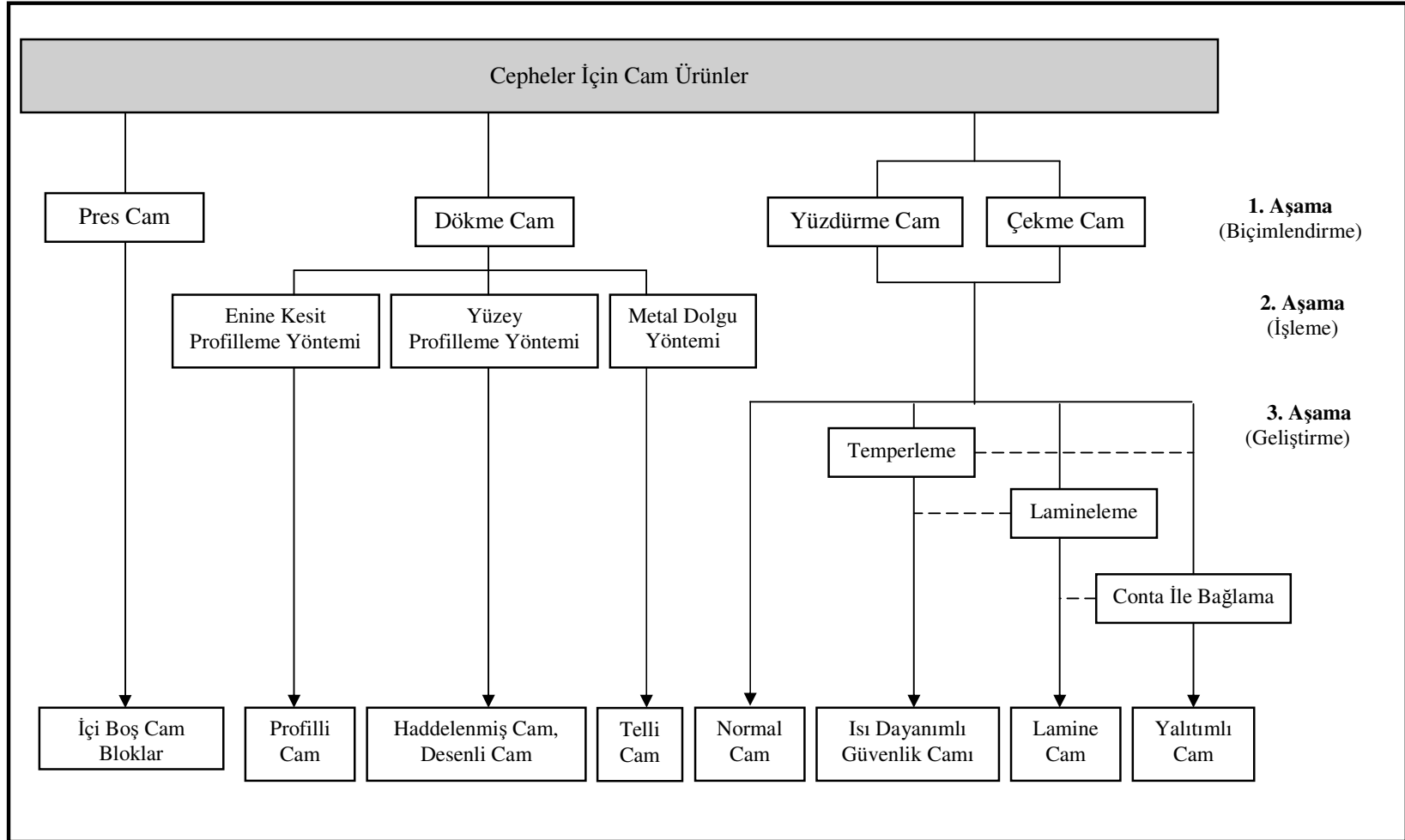
Turhan (2007) ise bina cephelerinde kullanılan cam malzemeyi beş alt grupta sınıflandırmaktadır:

- Normal cam,
- Yüzey kaplamalı camlar (Low-E kaplamalı, seramik-emaye kaplamalı..vb.),
- Güvenlik camları,
- Cam tuğlalar,
- Tabakalı camlar (Fotovoltaik modül tabakalı camlar..vb.).

Bina cephelerinde kullanılan cam ürünlerin; biçimlendirme, işleme ve geliştirme aşamalarını gösteren üretim şeması Tablo 2.8’de gösterilmektedir (Herzog, Krippner ve Lang, 2004, s.185).

Presleme, dökme, yüzdürme veya çekme yöntemleri ile biçimlendirilen cam, enine kesit profilleme, yüzey profilleme ve metal dolgu yöntemlerinden biri ile işlenmektedir. Temperleme, laminleme ve conta ile bağlama yöntemleri ile geliştirilen camlardan bina cephelerinde ısı dayanımlı güvenlik camı ve yalıtımlı cam kullanımı ile enerji korunumu sağlamak mümkün olmaktadır.

Tablo 2.8 Bina cephelerinde kullanılan cam ürünlerin üretim şeması (Herzog, Krippner ve Lang, 2004, s.185).



2.1.6.6.1 İklim Kontrollü Camlar. Bina cephelerinde kullanılan yalıtım esaslı malzemelerden iklim kontrollü camlar, teknolojik gelişmelere bağlı olarak özellikleri geliştirilen malzemelerdir.

İklim kontrollü camlar iki veya daha fazla cam tabakasının arasında bırakılan 6mm ile 20mm arasında değişen boşluğa argon gazı benzeri etkisiz gazlar doldurularak bir termal tampon bölge elde edilerek enerji korunumu sağlamaktadır (Ersoy, 2008, s.65).

İki cam tabaka arasındaki hava boşluğunda iletkenliği zayıf olan ve homojen yapılı cam elyafı (Şekil 2.37) veya aerojel (Şekil 2.38) de kullanılmaktadır (Baktır, 2006, s.42).



Şekil 2.37 Cam elyafı demeti
(http://en.wikipedia.org/wiki/Glass_%28fiber%29).



Şekil 2.38 Aerojel görünümü
(<http://www.greentechmedia.com/articles/read/video-aerogels-and-the-energy-efficient-home/>).

Başka bir enerji korunumu sağlayan uygulama da cam yüzeyinin metal veya metal alaşımları ile bütünleştirilmesi yoluyla yüzey kaplamalı camların oluşturulmasıdır. Turhan (2007), yüzey kaplamalı camları low-E kaplamalı camlar, dikroik kaplamalı camlar ve seramik-emaye kaplamalı camlar olmak üzere üç alt grupta incelemiştir. Bunlardan low-E ısı kontrol kaplamaları iç mekan ısını yeniden yansıtarak bina sıcaklığının dış kaçışını yarıya kadar indirebilmektedir (Ersoy, 2008, s.67). Dikroik kaplamalı camlar ve seramik-emaye kaplamalı camlar ise güneş ışığının bir kısmını yansıtıp bir kısmını geçirerek veya ışığı spektral renklere ayırarak enerji korunumundan çok görsel etki sağlamaktadır (Turhan, 2007, s.11-13).

Bina cephelerinde enerji etkinliği oluşturmak amacı ile cam malzemenin ışık geçişlerinin seviyesi kontrol edilerek oluşturulan kaplamalardan bina cephelerinde en yoğun tercih edilen düşük emisyonlu low-E olarak nitelendirilen yansıtıcı camlar olmaktadır (Sarıtaş, 2008, s.67).

1997 yılında yapımı tamamlanmış olan Antalya'daki Cam Piramit (Şekil 2.39), low-E cam kullanılmış olan bir örnektir.



Şekil 2.39 Cam Piramit, Antalya (<http://tr.urbika.com/projects/view/4423-cam-piramit>).

2.1.6.7 Plastik

Önceleri sadece iç bağlantılarda ve mobilya üretiminde kullanılan plastik 1950'lerden itibaren bina cephelerinde de kullanılmaya başlanmıştır (Herzog, Krippner ve Lang, 2004, s.211). Plastik malzemelerin genel özelliği ısıya karşı düşük dayanım göstermeleri ve amorf bir içyapıya sahip olmalarıdır. Birçok plastik türünün kesin bir erime noktasının olmaması ve katı halden yüksek akışkanlı sıvı haline geçişlerinin oldukça yavaş gerçekleşmesi nedeniyle kalıplanması, şişirilmesi ve sıkıştırılması mümkün olmaktadır. İstenilen karmaşık şekillerde elde edilebilmesi, maliyetinin cama göre ucuz olması, dayanıklı, şeffaf, hafif ve montajının kolay olması plastik malzemenin bina cephelerinde kullanılmasındaki en büyük etkenler arasında sayılabilir. Bina cephelerinde kullanılan ve ince yapılarından dolayı “membran” olarak nitelendirilen plastik malzemelerden en çok tercih edilenler arasında başta florlu polimerlerden ETFE ve teflon malzeme olarak da bilinen PTFE, pleksiglas olarak da bilinen polimetil metakrilat (PMMA) ve polikarbonat (PC) gelmektedir (Turhan, 2007, s.22-23).

1984 yılında Renzo Piano tarafından IBM için tasarlanan pavyonda (Şekil 2.40) tümü prefabrik olarak üretilen ahşap kirişler, döküm alüminyum düğüm elemanları ve saydam polikarbonat (PC) piramitler kullanılmıştır (Turhan, 2007, s.27).



Şekil 2.40 IBM Pavyonu, Cenova (İtalya) (<http://arquitecturaenmovimiento.tumblr.com/>).

1999 yılında Dubai’de Atkins ve Epsom tarafından tasarlanan Burj Al Arab Oteli (Şekil 2.41) cephesinde aşınmaya ve yüksek sıcaklığa karşı dayanımlı teflon (PTFE) kaplı cam elyaf (fiberglas) membran sistem kullanılmıştır (Herzog, Krippner ve Lang, 2004, s.230).



Şekil 2.41 Burj Al Arab Oteli, Dubai (Birleşik Arap Emirlikleri)(<http://www.flickr.com/photos/jigisha/292312248/>).

2003 yılında Avrupa'nın kültür başkenti seçilen Graz kenti için düşünülen sanat evi için yapılan mimari tasarım yarışmasını kazanan Peter Cook ve Colin Fournier'e ait Knusthaus Sanat Evi (Şekil 2.42) yapımında oldukça hafif ve saydam pileksiglas (PMMA) malzeme kullanılmıştır (<http://www.arcspace.com/exhibitions/linz/linz.html>).

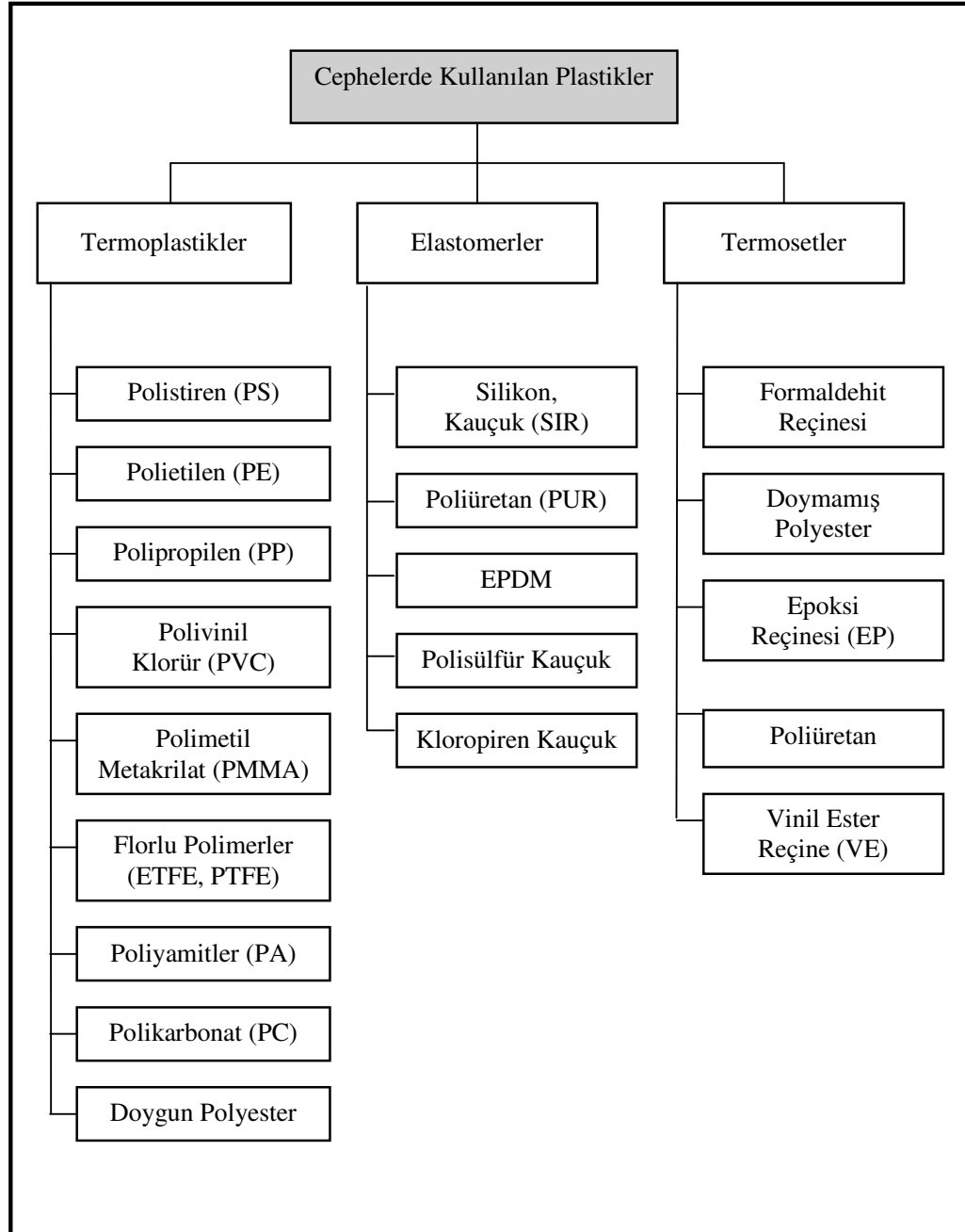


Şekil 2.42 Knusthaus Sanat Evi, Graz (Avusturya)
(<http://www.arcspace.com/exhibitions/linz/linz.html>).

Herzog, Krippner ve Lang (2004), bina cephelerinde kullanılan plastik malzemeleri üç alt grupta sınıflandırmıştır (Tablo 2.9).

Bina cephelerinde kullanılan plastikler, termoplastikler, elastomerler ve termosetler olmak üzere çeşitlenmektedir. Bunlardan polietilen ve polikarbonat gibi termoplastikler, saydam yalıtım malzemesi üretiminde kullanılmaktadır (Herzog, Krippner ve Lang, 2004, s.213).

Tablo 2.9 Bina cephelerinde kullanılan plastiklerin sınıflandırılması (Herzog, Krippner ve Lang, 2004, s.213).



2.1.6.7.1 Plastik Esaslı Saydam Yalıtım Malzemeleri. Saydam yalıtım malzemesi üretiminde genel olarak polikarbonat, polietilen gibi termoplastikler, aerogeller ve cam kullanılmaktadır (Baktır, 2006, s.38). Bunlardan bina cephelerinde şeffaflık gerektiren ve cam malzemenin kullanılmayacağı yerlerde tercih edilen yalıtım esaslı

malzemelere örnek olarak ETFE (ethyl tetrafluoroethylene) malzeme verilebilir. İstenilen forma kolaylıkla dönüştürülmesi, dayanıklılık, hafiflik, kullanım ömrünün yüksek olması gibi özelliklere de sahip olan ETFE son yıllarda oldukça tercih edilen bir malzeme olarak karşımıza çıkmaktadır (Turhan, 2007, s.26).

2004 yılında Diethard Johannes Siegert tarafından Bad Tölz'de yapılan Gerontology Teknoloji Merkezi (GTZ) (Şekil 2.43) ETFE malzeme ile kaplıdır (Herzog, Krippner ve Lang, 2004, s.226).



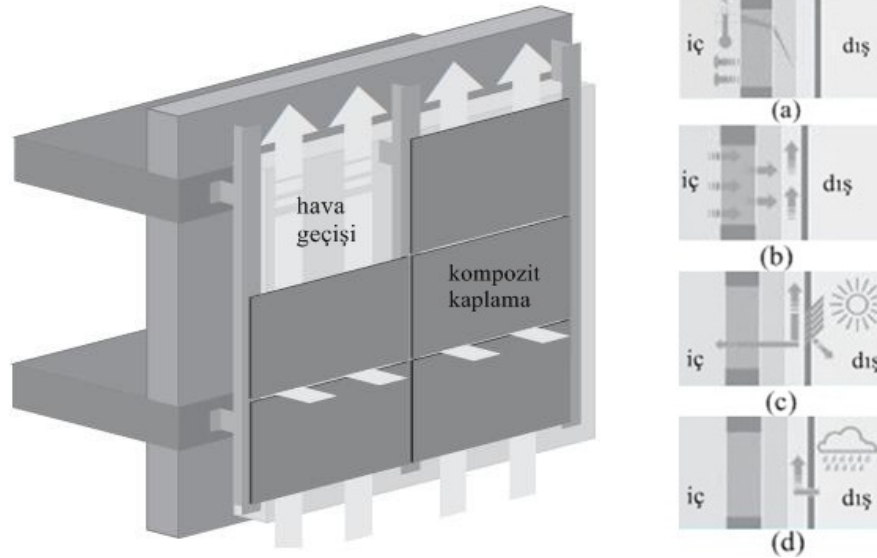
Şekil 2.43 Gerontology Teknoloji Merkezi (GTZ), Bad Tölz (Almanya) (http://www.hightexworld.com/oldsite/page/projects/gtz_kopie.html).

2.1.6.8 Kompozit Kaplama Malzemeleri

Güçlü (2001), “kompozit malzeme” terimini makroskobik olarak birbirinden ayrı iki veya daha fazla malzemenin birleşerek kullanılabilir yeni bir malzeme meydana getirmesi olarak tanımlamaktadır. İyi tasarlanmış kompozit bir malzemenin, kendini meydana getiren malzemelerin en iyi özelliklerini göstermekte olduğunu belirtmektedir (Jones, 1999).

Kompozit kaplama malzemeleri de en az iki farklı malzemenin değişik tekniklerle bir araya getirilmesiyle oluşan malzemelerdir. İki levha arasına yalıtım amaçlı malzemeler (polikarbonat, köpük dolgu gibi) yerleştirilerek tek bir eleman olarak üretilirler. Bu sayede yüksek ısı dirence sahip aradaki polimer tabaka ile cephe

elemanları bina cephesinin toplam ısı geçirgenlik değerini de düşürmektedir. Bunun yanında dış yüzey malzemenin arkasından cephenin doğal olarak havalandırılmasına olanak veren uygulamalar sayesinde (Şekil 2.44) bina cepheleri enerji korunumuna katkıda bulunmaktadır (<http://www.science.org.au/nova/059/059key.htm>).



Şekil 2.44 Kompozit kaplama ile hava geçiş şeması, (a) İç mekan ısı duvar yüzeyinde sabit kalır, (b) Yoğunlaşma yüzeyden uzaklaştırılır, (c) Yaz aylarında ısının bir kısmı hava sirkülasyonu ile tahliye edilir, (d) Nem termal hareket ile tahliye edilir, (<http://www.swisspearl.com/download/>).

Duran (2008), kompozit kaplama malzemelerini metal kompozitler (alüminyum kompozit panel, çinko kompozit panel, titanyum kompozit panel, paslanmaz çelik kompozit panel ve galvaniz trapez saç kompozitler), ahşap kompozitler (çimentolu yonga levha, fibercement kompozit paneller) ve betonarme kompozitler olmak üzere üç alt grupta sınıflandırmıştır.

Kompozit panel üretimi ilk olarak 1969 yılında Almanya’da gerçekleştirilmiştir. Yaklaşık yirmi yıldan bu yana kompozit paneller ülkemizde de kullanılmaktadır. Prefabrike olarak üretilen modüler giydirme cephe sistemlerine dahil edilen panel sistemler, bakım gerektirmediklerinden bina cephelerinde enerji korunumuna katkı sağlamaktadırlar (Erdoğan, 2007, s.53).

Kompozit kaplama malzemelerinin hafif, kolay işlenebilir olmaları ve görsel estetik ihtiyacını kolaylıkla karşılamaları da tercih edilmelerindeki etkenlerdendir (Özmeral, 2006, s.60). Önceleri üretiminden kullanımına kadar harcanan enerji miktarı azımsanmayacak değerlerde olan kompozit malzemelerin günümüzde üretim aşamasında bina sektöründeki atıkların değerlendirilmesi, tercih edilebilirliğini artırmaktadır.

Ahşap esaslı kompozit malzemelerin kullanımının, atmosfere yayılan ve sera etkisi yaratan karbondioksitin (CO₂) tutulmasını sağlamasından dolayı bina cephelerinde enerji etkinliğine önemli katkısı bulunmaktadır (Filiz, Şahin, Usta ve Kayapınar, 2010, s.141).

İzmir’de 2010 yılında inşa edilen bir konut binasının cephesi (Şekil 2.45), ahşap esaslı kompozit panel kaplama malzeme kullanımına örnek olarak gösterilebilir.



Şekil 2.45 Gaziemir’de bir konut binası cephesi (İzmir), (2010).

2.1.6.9 Nanoteknolojik Malzemeler

Nano herhangi bir ölçünün milyarda birini ifade etmektedir. Nanoteknoloji de maddeyi atomal ve moleküler seviyede işleme bilimidir (<http://www.merriam-webster.com/dictionary/nano?show=0&t=1304321869>).

Nanoteknoloji fikri 1960'lı yıllarda ortaya çıkmış ve artan çevre sorunları nedeniyle 1990'lı yıllarda konu üzerinde daha çok çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Nanoteknoloji sayesinde moleküler üretim metodları ile çevresel kirlenmeye sebep olan üretim metodlarının ortadan kaldırılması hedeflenmektedir (Elvin, 2007).

Nanoteknoloji pek çok alanda kullanılmaktadır: iletişim (cep telefonları), kozmetik (güneşe karşı güçlü koruma geliştirilen güneş kremleri), tıp (kanserli hücrelerin tedavisi), temizlik (toz bezleri), otomotiv (güneş ışınlarına maruz kaldığında kararına sağlayan fotokromatik özellik kazandırılan araç camları, vb.), uzay ve havacılık (uzay mekiği ve roketlerde sıcaklık farklarını önleyici aerojeller yardımıyla yalıtım, vb.), aydınlatma (daha düşük enerji harcaması ile organik ışık yayan lambalar) ve mimarlık bu alanlardan bazılarıdır (<http://www.nanotec.org.uk/finalreport.htm>).

Mimarlık alanında nanoteknolojinin kullanımı ile binalarda meydana gelen atık su, katı atıklar ve üretim hataları bulunan ürünlerin birtakım özellikler kazandırılması yoluyla geri dönüşümünün sağlanması, ısınma ve soğuma sonucu fiziksel değişim ile kendisinde depoladığı enerjiyi kullanabilen malzemeler (PCMs) elde edilmesi, gibi enerji kazançları elde etmeyi amaçlayan çalışmalar yapılmaktadır (<http://www.elseiver.com/locate/surfsoat>). Bu çalışmalardan bina cephelerine yönelik olanları şu şekilde belirtmek mümkündür (Ayçam ve Özeler Kenan, 2010, s. 296-298):

- Cephelerde kendi kendini temizleyen nanoteknoloji tabanlı boyaların kullanımı,
- Yüksek performanslı malzemelerin oluşturulması (karbon takviyeli çelik, vb.) (<http://www.elseiver.com/locate/compscitech>),
- Enerji korunumu sağlamaya yönelik uygulamalar (aerajeller yardımıyla ısı yalıtımı, vb.),
- Kendi kendini temizleyen malzemelerin (beton, cam, vb.) kullanımı,

- Araçlardan yayılan egzoz gazlarını temizleyen malzemelerin (seramik, vb.) kullanımı,
- Havada bulunan kirli moleküllerin yüzeye yapışması ile UV ışınları altında yapılarının bozulup oluşan tepkimeler sonucu yüzeyden temizlenmiş şekilde atılmaları ile cephelerin havayı temizlemelerinin sağlanması.

Prekast panellere fotokatalitik nanomoleküller yerleştirilerek kendi kendini temizleme özelliği kazandırılmış beton kullanımına örnek olarak, tasarımı Richard Meier ve ortaklarına ait olan ve 2003 yılında yapımı tamamlanan Jubilee Kilisesi (Şekil 2.46) gösterilebilir (Elvin, 2007).



Şekil 2.46 Jubilee Kilisesi, Roma (İtalya) (<http://siusam.deviantart.com/art/The-Jubilee-Church-45819436>).

Nanoteknoloji yeni ve daha etkin bir performansa sahip, “akıllı (smart)” malzemelerin üretilmesi yönünde çalışmalara olanak vermektedir (Bayraktar ve Solak, 2010, s.92). Baktır (2006), akıllı malzemeleri çevreden gelen uyarılara özelliklerini ve enerjilerini değiştirerek cevap veren malzemeler olarak tanımlamaktadır (s.29).

Akıllı malzemelerin enerjilerinin değişebilirlik ve yönlendirilebilirlik özellikleri bu malzemelere geçici çevresel değişimlere cevap verebilme olanağı sunmaktadır. Bu da değişen koşullara karşı enerji harcanmadan dayanım kazandırmaktadır. Akıllı malzemelerin bina cephelerinde kullanılması ile çevresel etkilere tepki verme yolu ile binanın enerji korunumu açısından performansını artırmaktadır (Baktır, 2006, s.37).

Baktır (2006), cam malzemeyi akıllı malzeme kapsamında dört alt grupta incelemiştir; fotokromik camlar (ışığa duyarlı), elektrokromik camlar (kullanıcıların isteklerine veya ısıtma/soğutma sisteminin gereksinimine duyarlı), termokromik camlar (sıcaklığa duyarlı) ve holografik camlar (seçici filtrelili) olmak üzere. Kromik sistemlere dayalı malzemeler, aydınlatma ve soğutma enerjisi giderlerini büyük ölçüde azaltmayı hedeflemektedir (Yurttakal, 2007, s.34).

2.2 Enerji

Tez çalışmasının bu bölümünde enerji tanımı yapılarak enerji kaynakları hakkında bilgi verilmekte ve binaların enerji tüketimindeki rolüne değinilmektedir.

2.2.1 Enerji Tanımı

Enerji iş yapabilme gücü anlamına gelmektedir (<http://www.merriam-webster.com/dictionary/energy?show=0&t=1304367803>).

Türk Dil Kurumu Güncel Türkçe Sözlük'te enerji şu şekilde tanımlanmaktadır: "Maddede var olan ve ısı, ışık biçiminde ortaya çıkan güç, erke" (<http://tdkterim.gov.tr/bts/>).

Enerji kavramı insan yaşamının temel gereksinimlerinden biridir. Ülkelerin sanayi devrimiyle ekonomik kalkınma yarışına girmeleri, teknolojik gelişmelerin hızla ilerlemesi, nüfus artışı gibi nedenlerden dolayı son elli yılda enerji tüketimi hızla

artmıştır (Sayın, 2006). Gelecek nesillere yaşanabilir çevreler bırakmak için, çevre kirlenmesini engelleyici önlemlerin alınması kaçınılmaz olmaktadır.

Binalar yaşam döngüleri boyunca harcadıkları enerjilerle oluşan kirlenmelerde ve enerji kaynaklarının tükenmesinde oldukça etkili olmaktadır. Bu nedenle binaların enerji etkin anlayışlarla tasarlanmaları ile ilgili çalışmalar gün geçtikçe çeşitlenmektedir. Bu tez çalışması kapsamında binaların atmosfere temas halinde olan yüzeyleri, cephelerin enerji ile ilişkisi incelenmekte olduğundan bir sonraki bölümde enerji kaynakları ve enerji kullanım oranları hakkında bilgi verilmektedir.

2.2.2 Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması

Çevreye etkileri ve tükenebilirlikleri açısından dünyadaki enerji kaynakları ikiye ayrılmaktadır (Bozdoğan, 2003, s.11):

- Yenilenebilir enerji kaynakları,
- Yenilenemeyen enerji kaynakları.

2.2.2.1 Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Yenilenebilir enerji kaynakları şunlardır:

- Güneş enerjisi,
- Rüzgar enerjisi,
- Jeotermal enerji,
- Hidroelektrik enerji,
- Biyokütle enerjisi,
- Hidrojen enerjisi,
- Deniz enerjisi.

Karbon emisyonları yenilenemeyen (dönüşümsüz) enerji kaynaklarına göre yok denecek kadar az olmasından dolayı temiz enerjiler olarak da adlandırılan yenilenebilir enerji kaynakları kendi kendini yenileyebilen doğal kaynaklardan oluşmaktadır. Fotosentez ve su döngüsü gibi olaylarla doğal dönüşümlere uğrayan güneş enerjisi yenilenebilir enerji kaynaklarından biridir. Bir diğeri rüzgar enerjisi, rüzgarın şiddetinden yararlanılarak elde edilen bir enerji türüdür, rüzgar türbinleri aracılığıyla kinetik enerji elektrik enerjisine dönüştürülmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından bir diğeri yer kabuğunun alt katmanlarında birikmiş olan ısınn oluşturduğu jeotermal enerjidir. Diğeri bir yenilenebilir enerji kaynağı, suyun potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüştürülmesi ile elde edilen hidroelektrik enerjidir. Biyokütle, elektrik ve diğeri enerjilerin üretiminde kullanılan, güneş enerjisinin depolandığı organik madde olarak tekrar enerjiye dönüştürebilen yenilenebilir bir kaynaktır ve bu sayede elde edilen enerji, biyokütle enerjisi olarak adlandırılmaktadır. Diğeri yenilenebilir enerji kaynakları yüksek enerji değerine sahip hidrojen enerjisi ve deniz enerjilerinden olmaktadır (Bozdoğan, 2003, s.12-17).

2.2.2.2 Yenilenemeyen Enerji Kaynakları

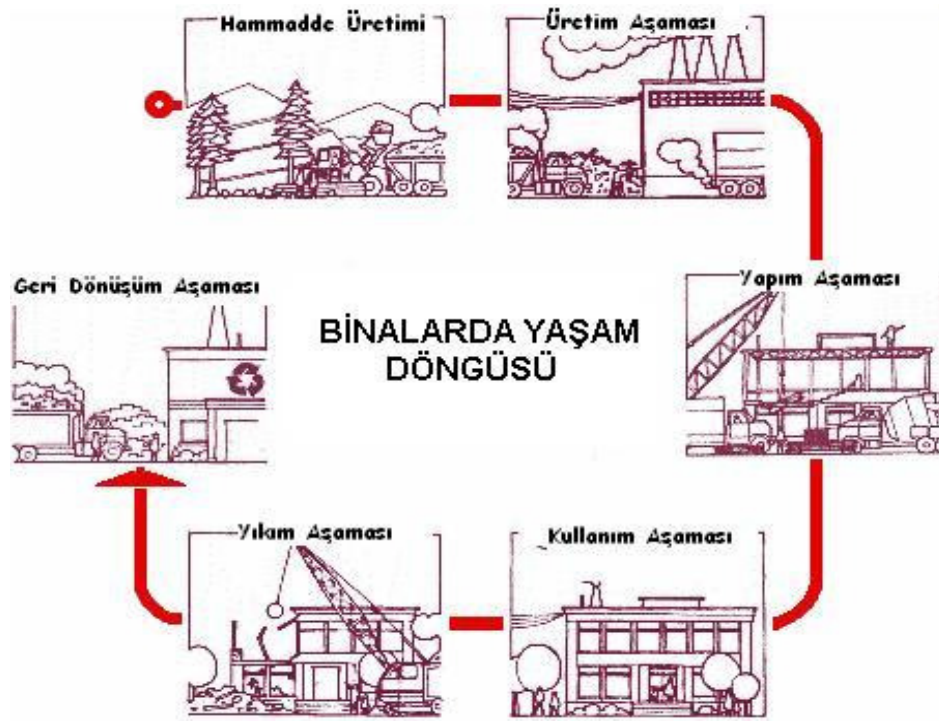
Yenilenemeyen enerji kaynakları şunlardır:

- Petrol,
- Doğal gaz,
- Kömür,
- Turba,
- Nükleer enerji.

Yenilenemeyen enerji kaynakları tükenebilir nitelikte olan ve çevreye zararlı etkileri bulunan enerji kaynaklarıdır. Fosil yakıtlar olan petrol, doğal gaz, kömür, turba ve nükleer enerji bu gruptandır. Sanayi devriminden sonra hızlı bir şekilde kullanımı artmış olan fosil yakıtların tükenebilir niteliği ve çevreye zararlı etkilerinden dolayı ilk sırada tercih edilmemesi gereken kaynaklar olmaktadır (Güvenç, 2008, s.50).

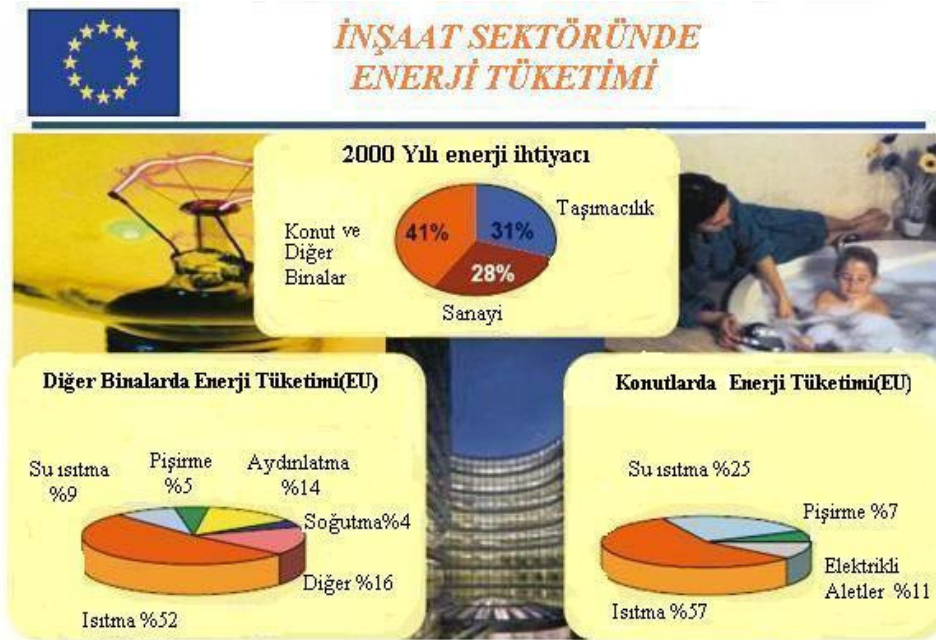
2.2.3 Binaların Enerji Tüketimindeki Rolü

Dünya genelinde binalarda tüketilen enerji, toplam enerji tüketiminde önemli bir yere sahiptir. Binaların gerek yapım aşamasında gerekse kullanım aşamasında enerji tüketimi gerçekleşmektedir. Binalardaki yaşam döngüsü (Şekil 2.47), binaları oluşturan hammaddenin elde edilmesiyle başlayıp, bina kullanımının sona ermesi sonucu yok edilmesiyle biten süreçler bütünü olmaktadır ve tüm bu süreçlerde enerji tüketimi söz konusudur (Işık, 2007, s.8).



Şekil 2.47 Binalarda yaşam döngüsü süreci (Işık, 2007, s.8).

Avrupa Komisyonu tarafından binalarda enerji verimliliği çalışmaları kapsamında hazırlanan 2000 yılı enerji tüketiminin sektörlere göre dağılımı (Şekil 2.48) incelendiğinde en büyük oranın inşaat sektörüne ait olduğu görülmektedir (Çakmaklı, 2010, s.539).



Şekil 2.48 İnşaat sektöründe enerji tüketimi (http://ec.europa.eu/energy/index_en.htm)

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın açıkladığı 1990-1999 yılları arasında Türkiye'de sektörel enerji tüketimini gösteren rakamlar incelendiğinde (Tablo 2.10) en yüksek miktarın konut ve sanayi sektörü arasında değiştiği görülmektedir (<http://www.dtm.gov.tr/dtmadmin/upload/EAD/KonjokturIzlemeDb/teut.doc>).

Tablo 2.10 Türkiye'de 1990-1999 yılları arasında sektörel enerji tüketimi

YILLAR	Sanayi	Konut	Taşımacılık	Tarım
1990	14,543	16,087	8,723	1,956
1991	15,181	16,646	8,304	1,976
1992	15,454	17,491	8,545	1,994
1993	16,333	17,734	10,419	2,450
1994	15,272	17,163	9,907	2,480
1995	17,372	18,469	11,066	2,556
1996	20,050	19,373	11,778	2,714
1997	21,790	20,672	11,338	2,823
1998	21,555	20,298	10,760	2,827
1999	20,894	20,228	13,322	2,923

Enerji tüketim değerleri göstermektedir ki, binaların enerji tüketimindeki payı oldukça yüksektir. Binalar da tükettikleri enerjilerle oluşan kirlenmeler ve

enerji kaynaklarının tükenmesinde önemli rol oynamaktadır.

Yirminci yüzyılda sanayileşmenin beraberinde getirdiği makineleşmeye bağlı olarak artan enerji ihtiyacı, yenilenemeyen enerji kaynaklarının tükenbilme tehlikesiyle karşı karşıya kalmasına neden olmaktadır. Bu da kullanılan enerjinin büyük bir bölümünü tüketen binaların doğal çevreye getirdiği yükün azaltılabilmesi için mimarları binaları enerji bilinciyle tasarlamaya yöneltmektedir (Güvenç, 2008). Bu nedenle binaların yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanabilecek şekilde tasarlanmaları ve enerji tüketen bir unsur olmaktan çıkıp enerji korunumuna katkı sağlayan, hatta kendi ihtiyacı olan enerjiyi üretebilen sistemler haline dönüşmeleri sağlanmalıdır (Sayın, 2006).

2.3 Enerji Etkinliği Tanımı

Etkin sözcüğü, bir amaç ya da göreve ilişkin zaman ya da çabanın en iyi şekilde kullanımı olarak tanımlanabilir (http://en.wikipedia.org/wiki/Efficiency_%28disambiguation%29).

Mevcut kaynakların etkin biçimde değerlendirilmesi gündeme geldiğinden bu yana enerji tüketiminin bina kullanıcılarının yaşam kalitesini etkilemeden düşürülmesi yönünde eğilimler oluşmaktadır (Knapp ve Wagner, 2009). Güvenç (2008), enerjinin etkin kullanımını genel anlamda, istenilen performans düzeyi, kalite ve konfor koşullarından ödün verilmeksizin, bir hizmet elde etmek için gerekli olan enerji miktarının azaltılması olarak tanımlamaktadır (s.78).

Tokuç (2004), enerji etkin mimari kavramını sonlu enerji kaynaklarına olan bağlılığın azaltılması için çevresel kaynaklardan en fazla yararlanan ve sonlu enerji kaynaklarının en fazla verim alınacak şekilde tasarım yapılması olarak ifade etmektedir (s.9).

Özdemir (2005), enerji etkin pasif bina tasarımını, konfor koşullarını çevre kirliliği yaratmayacak şekilde oluşturmak ve minimum enerji ile sağlamak olarak ele

almaktadır (s.42).

Sakınç (2006), enerji etkin binaları doğal kaynakları en verimli şekilde değerlendirebilen, yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanan ve olabildiğince kendi kendine yetecek biçimde planlanan binalar olarak tanımlamaktadır.

Lakot (2007), enerji etkin yaklaşımın hedeflerini, yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanmak ve kullanılan enerjiyi korumaya yönelik önlemleri almak olarak belirtmektedir.

Canan (2008), enerjinin etkin kullanımını, yaşam düzeyinden özveride bulunmaksızın kalite ve verimi düşürmeden bir mal veya hizmet elde etmek için gerekli olan enerji miktarının azaltılması olarak tanımlamaktadır.

Ünal (2006), enerji etkinliğini performans, sağlık ve konfor için en az seviyede enerji girdisi ve en az seviyede enerji harcanması olarak tanımlamaktadır.

Tıkır (2009), enerji etkinliğini harcanan her birim enerjinin daha fazla hizmet ve ürüne dönüşmesi olarak tanımlamaktadır (s.7).

Zigenfus (2008) ise enerji etkinliğini, binalarda kullanılacak malzemenin üretimi, binanın yapımı ve işletimi aşamalarının tümünde kullanılan enerjinin çevresel etkilerini en az düzeyde tutmak, şeklinde tanımlamaktadır (s.18).

Bütün bu tanımlamalardan yola çıkılarak enerji etkinliği genel anlamda, enerji gerektiren bir uygulama için enerji tüketimini en az düzeye indirgeme yeteneği olarak tanımlanabilir. Bu çalışma kapsamında enerji etkinliği bina cepheleri ölçeğinde ele alınmakta ve bina cephe sistemlerine yönelik olarak geliştirilmiş enerji etkin yaklaşımlar değerlendirilmektedir.

2.3.1 Binalarda Enerji Etkinliğini Değerlendiren Sistemler

Doğal kaynakların sınırlı olması ve azalan enerji kaynakları hammadde problemi, sera gazı salınımlarının artışına paralel olarak gelişen küresel ısınma, asit yağmurları, ozon tabakasındaki incelme gibi sorunların nedenleri ile alınacak önlemler bağlamında Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu (World Commission on Environment and Development - WCED) tarafından 1987 yılında yayınlanan, ‘‘Brutland Raporu’’ olarak da anılan, ‘‘Ortak Geleceğimiz (Our Common Future)’’ başlıklı belgede yeryüzündeki olumsuz gelişmelere dikkat çekilirken, sürdürülebilirlik kavramı gündeme gelmiştir. ‘‘Şimdiki kuşakların ihtiyaçlarının gelecek kuşakların kendi ihtiyaçlarını karşılayabilme yetisine engel olmaksızın karşılanmasına olanak sağlayan büyüme politikaları’’ olarak tanımlanan sürdürülebilirliğin hedefleri, yapay ve doğal çevrenin korunumunu, aynı zamanda insanların ve kaynakların da sürekliliğini sağlamak olarak ifade edilebilir (Şenel ve Halıcıoğlu, 2010, s.651).

Sanayileşme-nüfus artışı-sürekli artan kullanıcı konforu bağlantısının çevresel değerler üzerinde olumsuz etkileri gelecek nesillerin bu değerlerden yararlanabilmesi adına duyulan kaygı, mimarlığın da enerji bilinçli değişime uyum sağlaması gerekliliğini ortaya çıkarmıştır (Güvenç, 2008). Bununla birlikte, varlığının her döneminde çevreye duyarlı, doğaya en az düzeyde zarar veren ve enerjiyi en verimli şekilde kullanan binalar ortaya koyma gereksinimi doğmuştur.

Lakot (2007), enerji alanında sürdürülebilirliğin sağlanabilmesinin üç ana ilkeye dayanmakta olduğunu belirtmiştir:

- Enerjinin etkin kullanımı ve enerji tasarrufu,
- Enerji üretimi ve kullanımının çevrede meydana getirdiği olumsuz etkilerin ve kirlenmenin en aza indirilmesi için çevre dostu enerji stratejilerinin geliştirilmesi,
- Yenilenebilir enerji kaynakları kullanımının artırılması ve bu alandaki teknoloji yeteneğinin yükseltilmesi (s.15).

Enerjiyi en verimli biçimde kullanan bina yapımı ve inşaat sektörünün çevresel sorumluluğu geliştikçe binaların birtakım çevresel standartlar kullanılarak yapılması gündeme gelmiş, farklı bölgeler ve ülkelerde kullanılmak üzere çeşitli sertifika sistemleri oluşturulmuştur. Bu bağlamda çevresel performans değerlendirmesi için bina ölçeğinde LEED, BREEAM, CASBEE, SB Tool, yapı malzemesi ölçeğinde BERS, GABI gibi değerlendirme sistemleri ve ATHENA, ENVEST gibi tasarım araçları geliştirilmiştir (Dorbek, 2007).

Bu değerlendirme sistemlerinin etkisi ile bina kabuğunu oluşturan enerji etkin yapı elemanları, aktif çatı ve cephe sistemleri, ısıtma-soğutma-havalandırma (HVAC) sistemleri gibi yenilikler ile geri dönüşümlü, çevre dostu yeni malzemelerin kullanılması yaygınlaşmıştır (Şenel ve Halıcıoğlu, 2010, s.651).

1990 yılından bu yana İngiltere’de kullanılmakta olan BREEAM, değerlendirme ölçütleri enerji, ulaşım, kirlilik, malzeme, su, arazi kullanımı ve ekoloji, atıklar, sağlık ve memnuniyet olan sertifikalandırma sistemidir. Aynı zamandan bu yana Amerika’da kullanılmakta olan BERS ise, belirlenen değerlendirme süreçlerindeki yapı malzemelerinin toplam kaynak kullanımını ile ekonomik performanslarını belirlemektedir. Uluslararası düzeyde kullanıma sahip GABI, belirlenmiş değerlendirme süreçleri olmayan bir sistemdir. Yine 1990 yılından bu yana kullanılmakta olan iki tasarım aracından uluslararası düzeyde kullanıma sahip olan ATHENA, binanın strüktürel sistem değerlendirmesini yaparak yaşam döngüsü boyunca çevresel etkisini görmeyi sağlamaktadır. Diğer bir tasarım aracı ENVEST ise İngiltere’de kullanılmakta ve binanın kullanımında tüketilen enerji ve suyun çevresel etkilerini ortaya koyarak toplam enerji tüketimi, kaynak kullanımı ve atık yönetimi değerlendirmeleri yapma imkanı sunmaktadır (Şenel ve Halıcıoğlu, 2010, s.655).

1998 yılından bu yana Amerika’da kullanılmakta olan LEED, değerlendirme ölçütleri sürdürülebilir alanlar, su etkinliği, iç çevre kalitesi, malzeme ve kaynaklar, enerji ve atmosfer olan; gümüş, altın ve platin olarak adlandırılan değerlendirme kategorilerine sahip sertifikalandırma sistemidir. Yine 1998 yılından bu yana

uluslararası düzeyde kullanılmakta olan -1 ile +5 arası puanlama sistemine sahip bir diğer sistem SB Tool, arsa seçimi, proje planlama ve geliştirme, enerji ve kaynak tüketimi, iç mekan çevre kalitesi, sosyal, kültürel ve ekonomik esaslar kapsamında değerlendirme yapmaktadır. 2001 yılından bu yana Japonya’da kullanılmakta olan CASBEE ise, bina performansı ve çevre kalitesi ölçütleri doğrultusunda değerlendirme yapan bir sistemdir (Şenel ve Halıcıoğlu, 2010, s.655).

Enerji etkin bina kavramı çerçevesinde ülkeler kendi yerel koşulları içinde birtakım standart, yönerge ve yönetmelikler geliştirmiştir. 2002 yılında yürürlüğe giren Binalarda Enerji Performansı ile ilgili Avrupa Birliği direktifi doğrultusunda ısıtma ve soğutma enerjisi tüketimi hesaplamaları, yeni ve mevcut binalar için derecelendirme sistemleri ile ilgili hesaplamalar yayınlanmıştır. Türkiye’de Avrupa Birliği direktifi doğrultusunda gerekli çalışmalar çerçevesinde Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği 2009 yılında yürürlüğe girmiştir.

Bu yönetmeliğin amacı; dış iklim şartlarını, iç mekan gereksinimlerini dikkate alarak bir binanın bütün enerji kullanımlarının değerlendirilmesini sağlayacak hesaplama kurallarının belirlenmesini, birincil enerji ve karbondioksit emisyonu açısından sınıflandırılmasını, yeni ve önemli oranda tadilat yapılacak mevcut binalar için minimum enerji performans gereklerinin belirlenmesini, yenilenebilir enerji kaynaklarının uygulanabilirliğinin değerlendirilmesini, ısıtma ve soğutma sistemlerinin kontrolünü, sera gazı emisyonlarının sınıflandırılmasını, binalarda performans kriterlerinin ve uygulama esaslarının belirlenmesini ve çevrenin korunmasını düzenlemek olarak belirtilmektedir (Ulukavak Harputlugil, 2009, s.27-33).

1 Ocak 2011’den itibaren 5627 sayılı Enerji Verimliliği kanununa göre her binanın, Enerji Verimliliği Danışmanlık şirketleri tarafından verilen ‘‘Enerji Kimlik Belgesi’’ sahibi olması gerekmektedir.

2.3.2 Bina Cepheleri ve Enerji Etkinliği İlişkisi

Enerji etkinliği kapsamında yenilenebilir enerji kaynaklarından özellikle güneş enerjisi ve rüzgar enerjisi ile doğrudan temas halinde olabilen bina elemanları, bina cepheleridir. İç ve dış ortam arasında denetim yapılması ve iç mekan ısısal konforun sağlanması da bina cepheleri aracılığı ile gerçekleştirilmektedir.

Cephelelerin yapım ve işletim aşamalarında enerji tüketen bina bileşenleri olmaları nedeniyle enerji etkin yaklaşımlarla tasarlanması ve yapımı oldukça önem taşımaktadır. Enerji tüketimini minimuma indirgeyen ya da binanın ihtiyacı olan enerjinin üretimine katkı sağlayan cepheleler üretmek günümüz koşullarında mimarların kaçınılmaz sorumluluklarının arasında yerini almıştır.

Bina cephelerinde enerji etkinliği sağlamaya yönelik yaklaşımlara örnek olarak:

- Bina cephelerinin doluluk-boşluk oranları,
- Kullanılan pencere sistemlerinin yalıtım esasları,
- Cepheyi oluşturan malzemelerin enerji etkinlik özellikleri,
- Kullanılan cephe sisteminin teknolojik yenilikler uygulanarak geliştirilip çeşitli bina entegre sistemler ile enerji üretimi sağlanması,

gibi özellikler verilebilir. Bu bağlamda çalışmanın üçüncü bölümünde, bina cephelerinde enerji etkinliği sağlamaya yönelik yaklaşımlar ve bu yaklaşımlara ait örnekler incelenmektedir.

BÖLÜM ÜÇ

BİNA CEPHELERİNDE ENERJİ ETKİNLİĞİ SAĞLAMAYA YÖNELİK YAKLAŞIMLAR

Tez çalışmasının bu bölümünde bina cephelerinde enerji etkinliği sağlamaya yönelik yaklaşımlara ve bu yaklaşımlara ait örneklere değinilmektedir. Bina cephelerinde enerji etkinliği temelde iki şekilde sağlanmaktadır: enerji korunumu sağlamak ve enerjiyi bünyesinde üretmek yoluyla.

3.1 Bina Cephelerinde Enerji Korunumu Sağlamaya Yönelik Yaklaşımlar

Bina cephelerinde enerji korunumu sağlamaya yönelik yaklaşımlar enerjiyi bünyesinde üretmek yerine binanın tüketeceği enerjiyi minimuma indirmeyi amaçlamaktadır. Bu yaklaşımlar şunlardır:

- Bina yönlenme durumu ve form,
- Trombe duvarı,
- Bidon duvar,
- Güneş kırıcılar,
- Çift tabakalı giydirme cepheler,
- Enerji etkin malzeme kullanımı.

3.1.1 Bina Yönlenme Durumu ve Form

Binanın yapılacağı coğrafi bölgedeki iklimsel verilerin irdelenmesi doğrultusunda arazi üzerindeki yönlenmesini belirleme aşamasında alınan kararlar, binanın ısıtma, soğutma ve havalandırma sistemleri için harcayacağı enerjinin en aza indirgenmesi bakımından önem taşımaktadır. Soğuk iklimlerde binanın kuzeye bakan yüzey alanını mümkün olduğunca azaltıp binayı güneye yönlendirmek, sıcak ve rutubetli iklimlerde ise binayı topraktan kopartıp mümkün olduğunca hakim rüzgara yönlendirmek enerji korunumu açısından uygun olmaktadır (Aktaş, 2010). Ayrıca

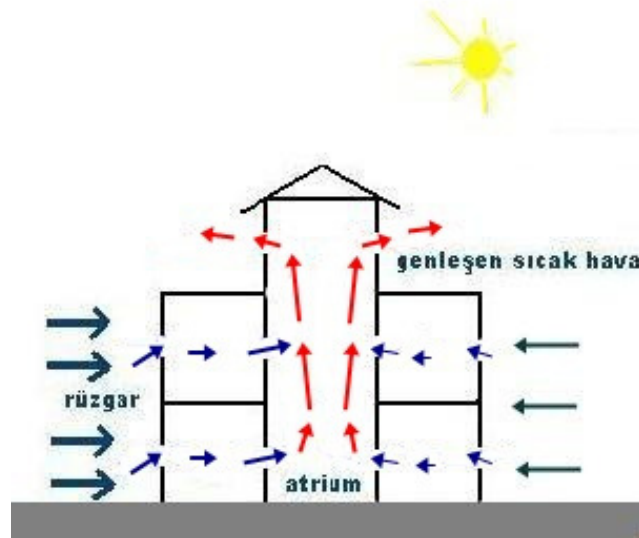
açıklıkların yoğun olduğu cephelerin gün ışığından maksimum derecede faydalanmak amacı ile güneye yönlendirilmesi de kullanıcılara doğal aydınlatma imkanı vererek enerji korunumu sağlamaktadır.

Bina formunun fiziksel çevre verilerine uygun biçimlendirilmesi de enerji etkinliği açısından önem taşımaktadır. Bina kabuğunun formuna bağlı olarak değişim gösteren parametreler şu şekildedir (Özdemir, 2005, s.35):

- Binanın toplam dış yüzey alanı,
- Farklı yönlere bakan ve farklı eğimlerdeki cephe ve çatı yüzey alanları,
- Cephe ve çatı yüzeyleri arasındaki oranlar.

Binanın formuna bağlı değişkenler de doğal ısıtma ve soğutma sağlanması, bina ısı kayıplarının önlenmesinde etkili olmaktadır. Örneğin, yapıya ışık sağlayan açıklıkların hakim güneş yönünde yönelmiş olması kış aylarında güney pencerelerinden güneş ısı kazanılması ile binanın ısıtılmasına destek sağlamaktadır. Yaz aylarında ise güneş çok daha dik açıyla bina yüzeyine ulaştığından gölgeleme elemanları ile güneşin etkisi azaltılabilmektedir (Aktaş, 2010).

Enerji korunumu sağlamaya yönelik bir başka yaklaşım, özellikle sıcak ve nemli iklim bölgelerindeki rüzgar enerjisinden pasif olarak yararlanmaktır. Hakim rüzgar yönü doğrultusunda konumlandırılan cepheler, mekan içinde karşılıklı duvar boşlukları açılarak doğal havalandırma sağlamaktadır. Bina içine alınan soğuk hava, karşılıklı açılan duvar boşlukları sayesinde mekandaki sirkülasyonu sağlamakta ve ısınan hava atriumda genleşerek yükselmekte ve bina dışına atılmaktadır (Şekil 3.1) (Bekar, 2007).



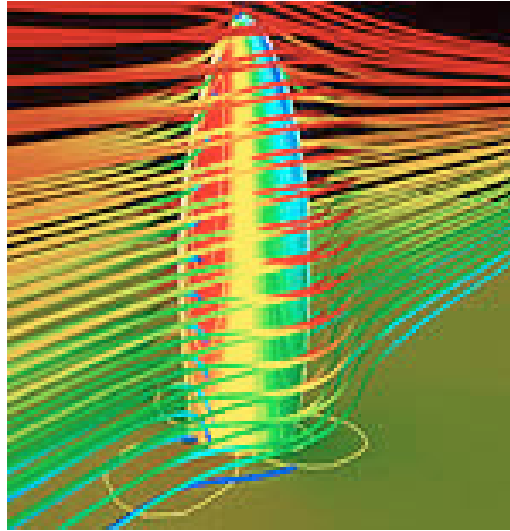
Şekil 3.1 Doğal havalandırma şeması (Bekar, 2007, s.61'den uyarlanmıştır).

Bu yaklaşımların dışında dijital teknolojilerin kullanılmaya başlanması ile önceleri uygulanması imkansız olarak görülen bina formlarının uygulanabilir olması sağlanarak çevresel gereksinimler sonucu ortaya çıkan eğrisel aerodinamik formlar da mekanik sistemlerin kullanımını en aza indirmektedir.

Norman Foster ve ekibi tarafından tasarlanan ve 2004 yılında yapımı tamamlanan Swiss Re Genel Merkez Binası'nda (Şekil 3.2) mekanik havalandırma sistemi, merkezi sistemden çıkarılarak ofis mekanlarının ihtiyaç duyulan bölümlerinde kullanılması sayesinde büyük ölçüde enerji korunumu sağlanmaktadır. Bina'nın eğrisel formu, parametrik modellerle test edilmiş ve yapım süreci maliyetini en aza indirecek testler yapılarak inşa edilmiştir (Şekil 3.3). Bu sayede yapım sürecine ekonomik katkı sağlayan bina, kullanım sürecinde ihtiyaç duyulan enerjiden korunum sağlayarak enerji korunumuna katkıda bulunmaktadır (Enercan, 2004).



Şekil 3.2 Swiss Re Genel Merkez Binası, Londra (İngiltere)
(http://aedesign.wordpress.com/2010/08/25/swiss-re-hq-london-united-kingdom/foster_swiss-re-3/).

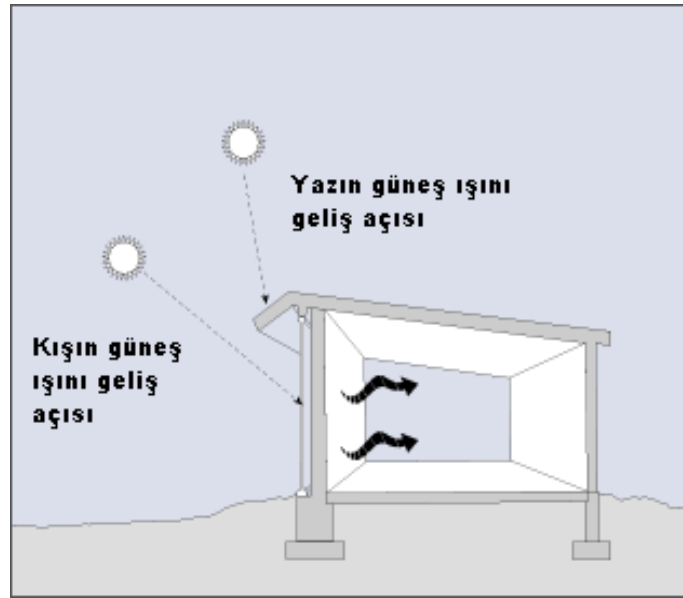


Şekil 3.3 Swiss Re Genel Merkez Binası,
bilgisayar modeli
(<http://www.jetsongreen.com/design/modern-architecture/page/103>).

Birleşik Krallık Mimarlık Enstitüsü (The Royal Institute of British Architects-RIBA) tarafından her yıl düzenlenen Uluslararası RIBA Ödülleri kapsamında bina, 2004 yılı RIBA Stirling Ödülü'ne sahiptir (<http://www.fosterandpartners.com/Projects/1004/Default.aspx>).

3.1.2 Trombe Duvarı

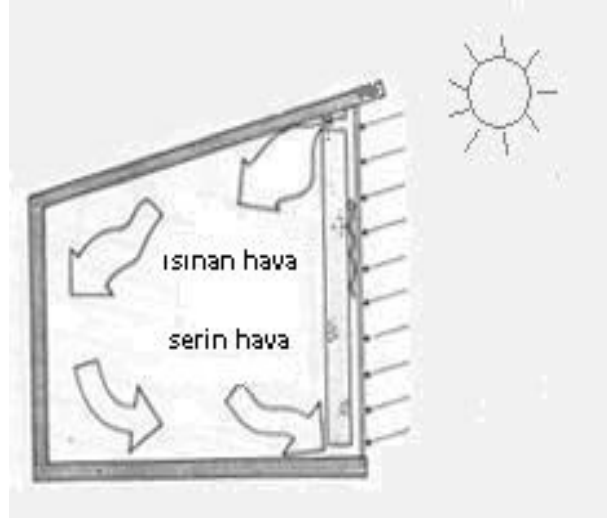
İsmi geliştiricisi mühendis Felix Trombe'den alan trombe duvarı cam yüzey ve yaklaşık 10-15 cm arkasına yerleştirilmiş, havalandırma açıklıkları eklenmiş masif duvardan oluşmaktadır (Şekil 3.4). Cam ile duvar arasında kalan hava boşluğu sayesinde iç mekanın sıcaklığının artması ve ısı kayıpları engellenmektedir. Bu sayede enerji harcamadan hem doğal havalandırma hem de ısı yalıtımı sağlanmış olmaktadır (Köksal, 2000; Bozdoğan, 2003).



Şekil 3.4 Trombe duvarı çalışma ilkesi (http://www.energysavers.gov/your_home/designing_remodeling/index.cfm/mytopic=10300).

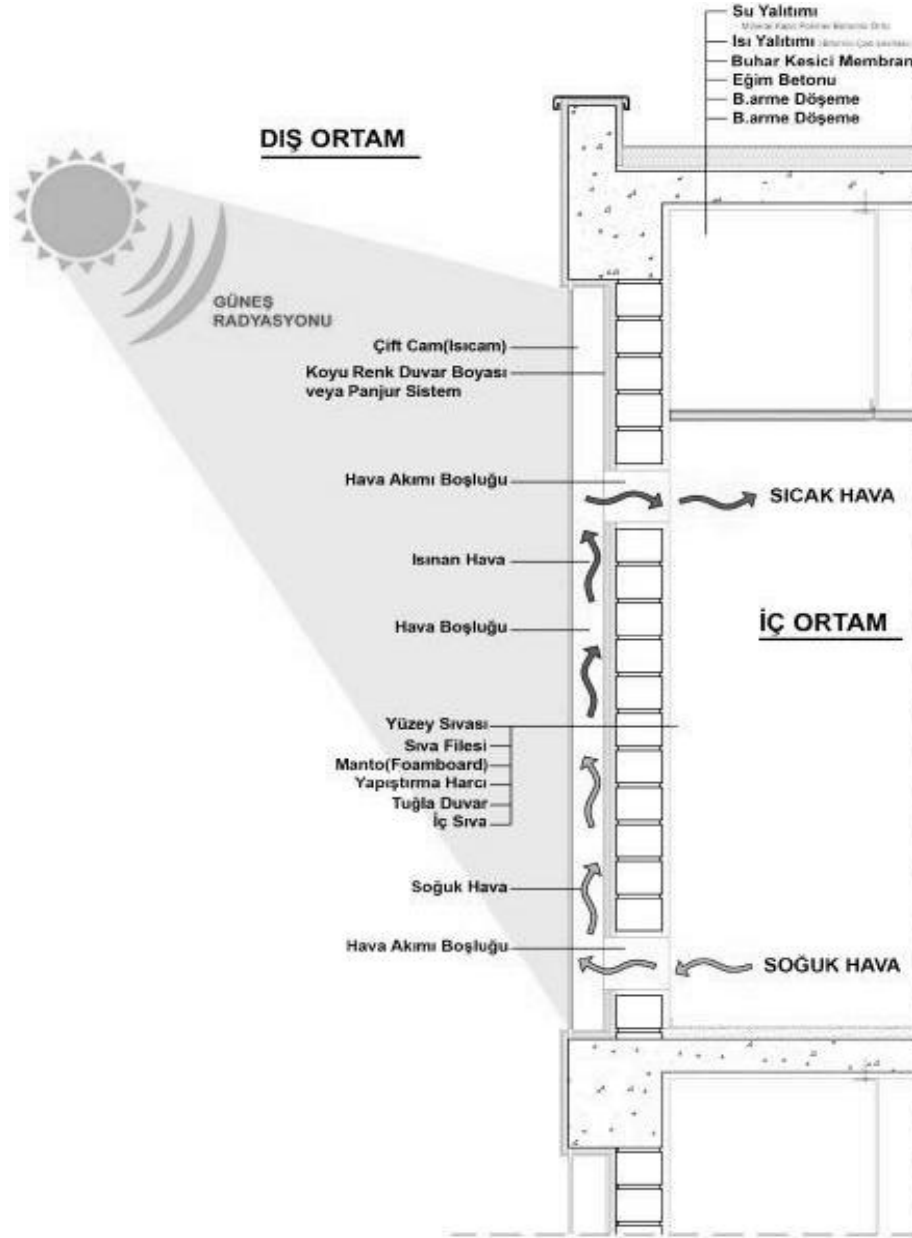
Cam yüzey ile duvar arasındaki hava boşluğunda bulunan hava ısınıp yükselmekte, duvarın tavana yakın kısmında bulunan açıklıktan mekan içersine alınmakta; duvarın zemine yakın kısmında bulunan açıklıktan da serin hava cam

yüzeyle duvar arasına geçmekte, oluşturulan bu sirkülasyon sayesinde mekanın havası ısıtılmaktadır (Şekil 3.5). Yaz mevsiminde trombe duvar uygulamasında cam yüzeyin üst kısmındaki açılır kanatlar sayesinde havalandırma sağlanmaktadır (Bozdoğan, 2003).



Şekil 3.5 Kesit, trombe duvarı ile iç mekanın ısıtılması
(Fisk ve Anderson, 1982; Bozdoğan, 2003, s.40)

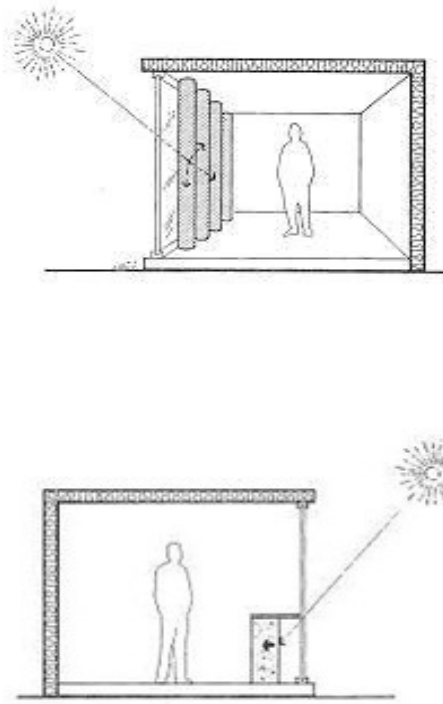
Alternatif trombe duvarı uygulamalarına örnek olarak duvarın direkt olarak güneş ışığı gören kısmına, bir yüzeyinde siyah renkte kaplama, diğer yüzeyinde ise yansıtıcı özellikte kaplama bulunan iki yönlü panjur sistemi yerleştirilebilmektedir (http://www.energysavers.gov/your_home/designing_remodeling/index.cfm/mytopic=10300). Kışın panjurun siyah kısmının güneş ışığını absorbe ederek ısınmaya katkı sağlaması, yazın ise diğer yüzey çevrilerek gelen güneş ışınlarının yansıtılması sağlanarak ısınmayı azaltması amaçlanmaktadır (Şekil 3.6) (Coşkun, Oktay, Sarpdağ, Coşkunyürek, Evciman, 2008).



Şekil 3.6 Kesit, trombe duvarı ve panjur sistem detayı (Coşkun ve diğer., 2008).

3.1.3 Bidon Duvar

Binaların güney cephelerinde uygulanan bir sistem olan bidon duvar sistemi, camlamanın arkasında konumlandırılan ve içerisinde ısı depolayıcı akışkan olarak su veya benzeri sıvı maddeler kullanılan düşey tüplerden oluşmaktadır (Şekil 3.7) (Lechner, 1991; Efthymiou, 2007).



Şekil 3.7 İki farklı bidon duvar çalışma ilkesi
(Lechner, 1991;Efthymiou, 2007, s.141).

Isı depolama kütlelerinin dış yüzeyleri koyu renk boyanmakta ve ışın toplayıcı yüzey oluşturarak ısıl depo görevi yapmaktadır. Cam yüzeyden geçen güneş ışınları tüplerin koyu renkli yüzeyi tarafından yutulmakta ve ısıl enerji bu şekilde tüplerin içerisindeki sıvıyı ısıtmaktadır. Işıma ve taşınım yoluyla bu enerji binanın içerisine aktarılmaktadır. Gündüz kazanılan ısı enerjisini gece yitirmemek için kapaklı sistemler oluşturularak geceleri ısı kaybı önlenmektedir (Özdemir, 2005, s.18).

3.1.4 Güneş Kırıcılar

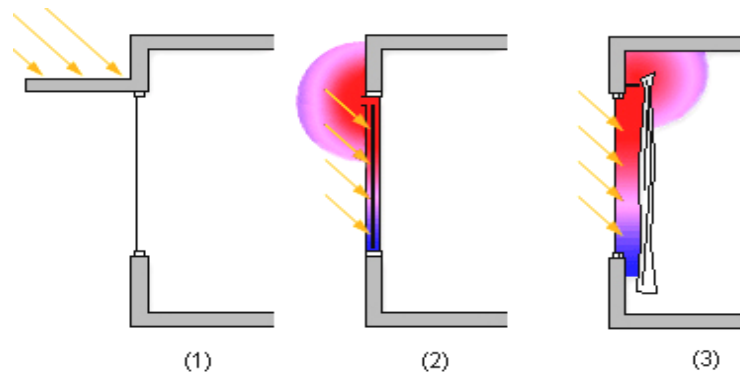
Bina cephelerinde kullanılan güneş kırıcılar güneş ışınlarından kaynaklanan ısı yüklerini en aza indirmeyi amaçlayan ve bu sayede ısı konforu açısından mekanik soğutma sistemlerinin kullanımını minimuma indirgeyen sistemlerdir. Güneşi kontrol eden bu elemanların hareketli ve değişen koşullarda denetlenebilir olması ısıl performans bakımından önem taşımaktadır (Şekil 3.8) (Arslantatar, 2006, s.44).



Şekil 3.8 Hareketli güneş kırıcılara örnek cephe (Schüco sistem kataloğu).

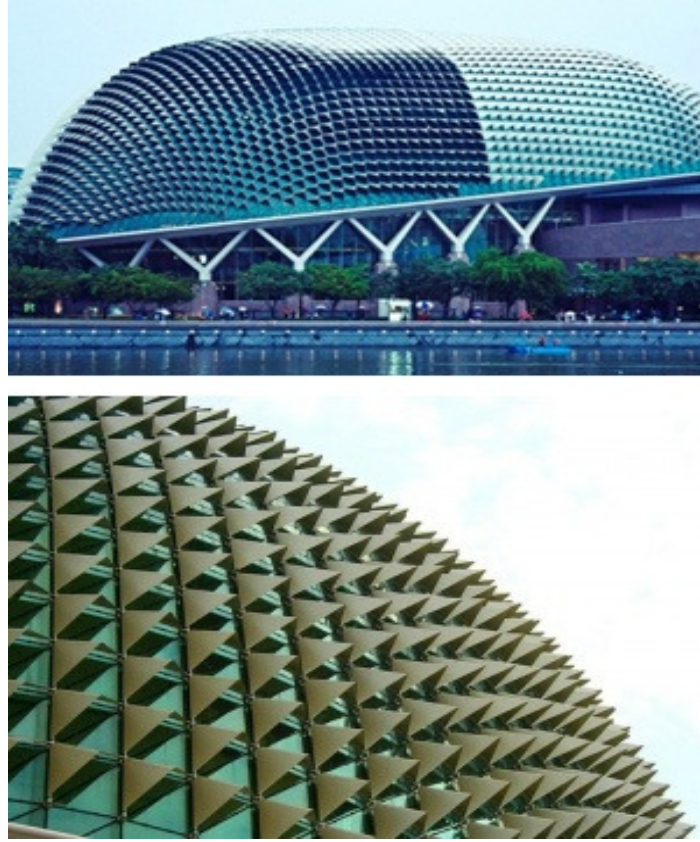
Güneş kırıcılar pencere sistemi içinde bulunduğu konuma göre üç grupta sınıflandırılabilir (Şekil 3.9) (Yurttakal, 2007):

- Dış güneş kırıcılar,
- Çift cam tabakası arasında güneş kırıcılar,
- İç güneş kırıcılar.



Şekil 3.9 (1) Dış güneş kırıcılar, (2) Çift cam tabakası arasında güneş kırıcılar, (3) İç güneş kırıcılar (Yurttakal, 2007, s.39).

Singapur’da bulunan Esplanade Kùltür Merkezi (Şekil 3.10) örneğinde cephe ve çatı komple bir kabuk şeklinde tasarlanmış ve tüm kabuk rüzgara göre en uygun açının seçilmesiyle sivri uçlu güneş kırıcılar ile kaplanmıştır. Güneş kırıcılar bu örnekte kullanılmış olan sivri formları sayesinde bina içi enerji korunumu sağladıkları gibi aynı zamanda kubbenin altında serin bir hava akımı yaratmakta ve maksimum görüş açısı sağlamaktadır (Sevinç, 2006, s.81).



Şekil 3.10 Esplanade Kùltür Merkezi’nde kullanılan güneş kırıcılar (<http://www.aedesign.wordpress.com/2010/03/19/the-esplanade-singapore>).

3.1.5 Çift Tabakalı Giydirme Cepheler

Hasol (2002), giydirme cepheyi şu şekilde tanımlamaktadır: “Çok katlı bir yapıda, döşemelerin önünden geçerek devam eden, bunlara veya kolonlara asılan, taşıyıcı olmayan, çoğu bol camlı dış kabuk” (s.185).

Çıkış (2007), giydirme cepheyi işlevsel olarak su, rüzgar, güneş, ışık, sıcaklık ve soğukluk gibi dış etkenlere karşı bina içi ortamı koruyan, taşıyıcı olmayan bina dış kabuğu olarak tanımlamaktadır.

Çift tabakalı cephe sistemleri, şeffaf cephelerde oluşan istenmeyen ısı kazanımlarının ve kayıplarının önüne geçmektedirler. Çift tabakalı sistemlerde bir dış kabuk, bir ara boşluk ve bir iç kabuk oluşturulmaktadır. Dış ve iç tabaka arasındaki boşluk tasarımı ısı yalıtımına destek olacak biçimde tasarlanmaktadır. Bu cephe sisteminin enerji korunumu açısından getirisi doğal aydınlatma ve doğal havalandırma kazanımları olmaktadır (Aktaş, 2010, s.604).

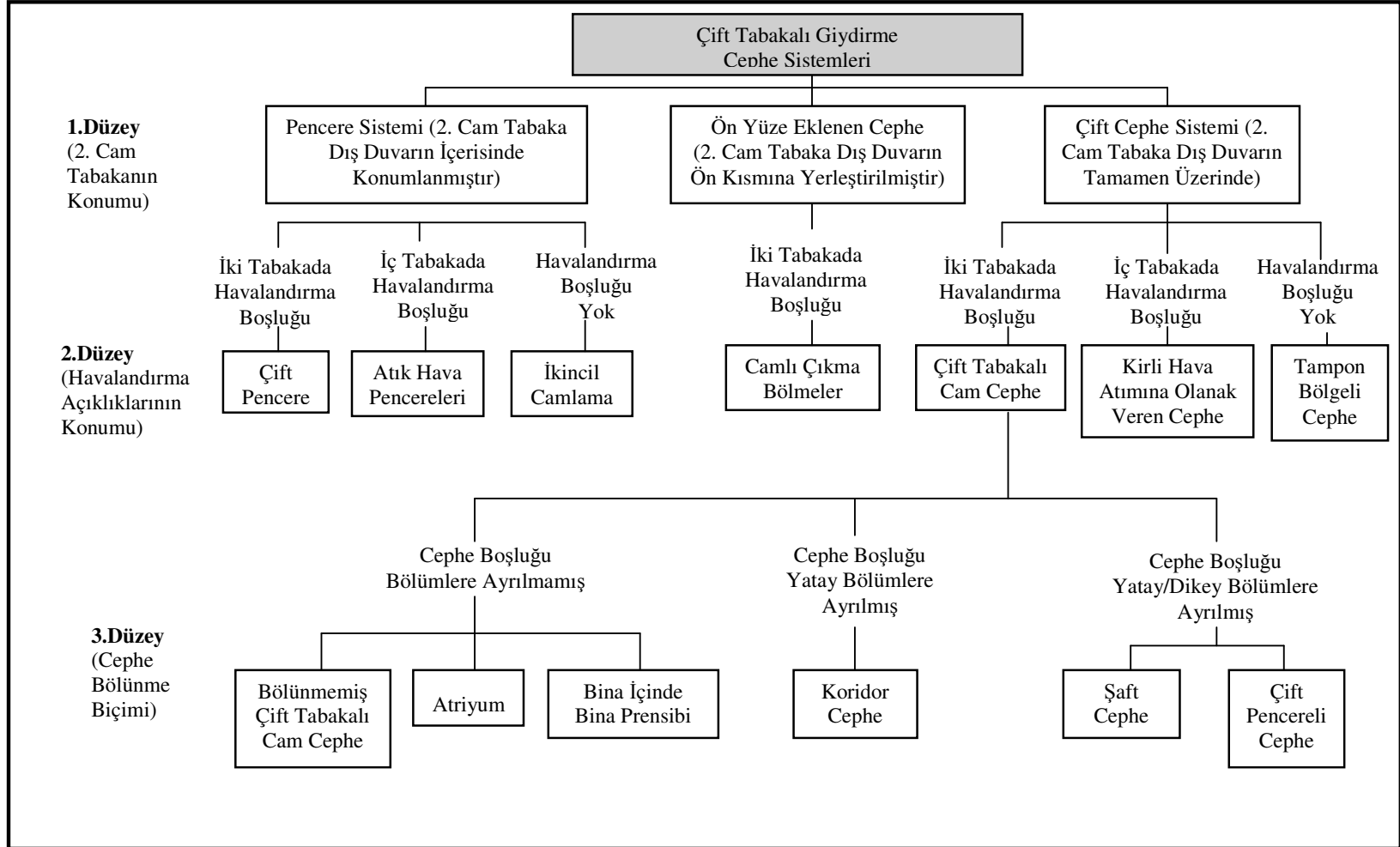
Çift tabakalı cephelerde doğal havalandırmayı sağlayan dış cephede bırakılan havalandırma boşluklarının yükseklikleri 10-40 cm arasında değişmektedir (Kocaman, 2002, s.187).

Ünal (2006), çift kabuk olarak tanımladığı cepheleri beş alt grupta sınıflandırmaktadır:

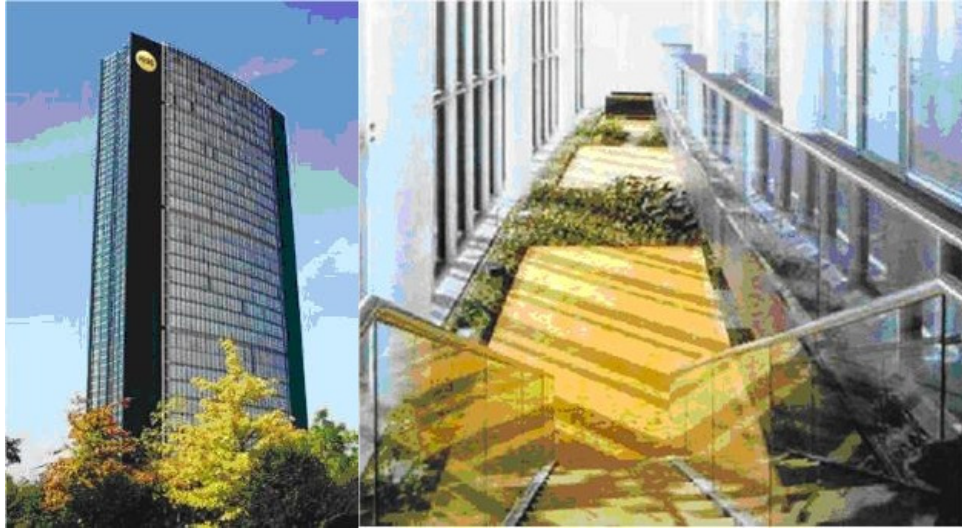
- Kutu tipi çift kabuk cepheler,
- Koridor tipi çift kabuk cepheler,
- Çok katlı çift kabuk cepheler,
- Çok katlı panjurlu çift kabuk cepheler,
- Şaft kutu tipi çift kabuk cepheler.

Herzog, Krippner ve Lang (2004), çift tabakalı giydirme cephe sistemlerini ikinci cam tabakanın konumuna göre, havalandırma açıklıklarının konumuna göre ve cephe bölünme biçimine göre üç alt grupta sınıflandırmaktadır (Tablo 3.1). Tek tabakalı giydirme cephe sistemleri ile enerji etkinliği sağlamak mümkün olmadığından tez çalışması kapsamında doğal havalandırma sağlamaları ile enerji korunumuna katkıda bulunan çift tabakalı giydirme cephe sistemleri ele alınmaktadır.

Tablo 3.1 Çift tabakalı giydirme cephe sistemlerinin sınıflandırılması (Herzog, Krippner ve Lang, 2004, s. 234).

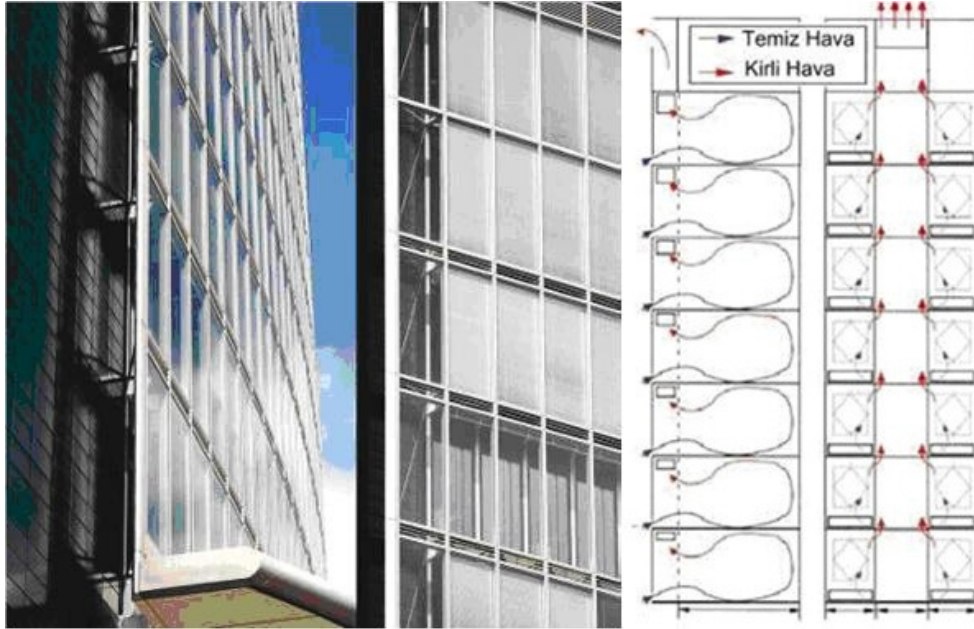


Bina cephesinde doğal havalandırma olanağı ile enerji korunumu sağlayan çift tabakalı giydirme cephelere örnek olarak, Almanya'nın Duesseldorf kentinde bulunan ARAG 2000 Kulesi (Şekil 3.11) gösterilebilir (Boduroğlu, Kariptaş ve Sarıman, 2010, s.287).



Şekil 3.11 ARAG 2000 Kulesi, Duesseldorf (Almanya) (Boduroğlu, Kariptaş ve Sarıman, 2010, s.287).

Her yedi katta bir ofis katlarına hizmet veren bahçe katları bulunan binanın iç mekanlarında koridorların duvarları gün ışığından yararlanmak amacıyla yere kadar cam olarak tasarlanmıştır. Soğuk havalarda dış cephedeki menfezler kapatılarak tampon bölge oluşturulmakta ve böylece ısı yalıtımı sağlanmaktadır. Şaft kutu tipi çift kabuk cephe kullanılan binanın tüm katlarında doğal havalandırmanın sayesinde mekanik havalandırmaya minimum düzeyde ihtiyaç duyulmaktadır. Binada her yedi ofis katı birbirine bir baca ile bağlıdır ve bu baca biriken havayı bahçe katına kadar iletmektedir (Şekil 3.12) (Boduroğlu, Kariptaş ve Sarıman, 2010).



Şekil 3.12 ARAG 2000 Kulesi'nin şaft kutu tipi çift kabuk cephe sistemi (Boduroğlu, Karıptaş ve Sarıman, 2010, s.287).

3.1.6 Enerji Etkin Malzeme Seçimi

Bina cephelerinde tercih edilen malzemelerin çevresel etkileri enerji etkinliği açısından önem taşımaktadır. Kullanım süresi sonunda malzemenin değerlendirilebilirliği konusunda, yeniden üretimindeki enerji tüketiminden korunum sağlanması ve zararlı atık oluşumunun azalması şeklindeki katkılarından dolayı malzemelerin geri dönüştürülebilir, yeniden kullanılabilir olması ve bakım gerektirmemesi tercih sebebi olmaktadır.

Enerji etkinliği sağlamada malzeme seçiminin bir başka getirisi de, kolay işlenebilir malzeme seçimi ile üretimde ihtiyaç duyulan enerjinin azaltılması olmaktadır.

Bina cephelerini biçimlendirmekte üretimi, uygulanması, kullanımı ve yok edilmesi sürecinde çevreye en az şekilde zarar verebilecek malzemelerin seçimi bina cephelerinin enerji etkinliğini sağlamakta önemli bir kriter olmaktadır. Çalışmanın ikinci bölümünün 2.1.6 numaralı alt bölümünde tanımlanmakta olan, iklim kontrollü

cam malzemelerin, plastik esaslı saydam yalıtım malzemelerinin, kompozit malzemelerin ve nanoteknolojik malzemelerin seçimi de enerji korunumuna katkı sağlamaktadır.

3.2 Bina Cephelerinde Enerji Üretimine Yönelik Yaklaşımlar

Bina cephelerinde enerji üretimine yönelik yaklaşımlar kapsamında güneş ve rüzgar enerjisini istenilen enerjiye dönüştürmek amacıyla kullanılan çeşitli mekanik, elektronik sistemlerin bütünleşmesinden oluşan ve binanın ihtiyacı olan enerjinin bir kısmını üreterek kendi bünyesinde elde etmesini sağlayan sistemler ele alınmaktadır. Bu yaklaşımlar şunlardır:

- Fotovoltaik (PV) sistemler,
- Güneş kolektörleri,
- Rüzgar türbinleri.

3.2.1 Fotovoltaik (PV) Sistemler

Güneş pilleri olarak da bilinen fotovoltaik (PV) sistemler güneş enerjisinden elektrik üretimi amacı ile kullanılan sistemlerdir. Fotovoltaik akım üretimi özel işlenmiş yarı iletken malzemelerden oluşan solar hücrelerle sağlanmaktadır (Uzer Saatcioğlu, 2007).

Fotovoltaik hücrelerin üretiminde en çok kullanılan yarı geçirgen malzemeler; silikon, kadmiyum sülfür, galyum arsenit, kadmiyum tellürit olmaktadır (Altın, 2005, s.21).

Yan (2006), BIPV (Building Integrated Photovoltaics) olarak adlandırılan bina entegre fotovoltaik sistemleri binada entegre edildiği yere göre üç grupta incelemiştir; çatıya entegre sistemler (Şekil 3.13), doğal ışığı denetleme görevi üstlenen gölgeleyici sistemler (Şekil 3.14) ve cepheye entegre sistemler (Şekil 3.15), olmak üzere.



Şekil 3.13 Çatıya entegre fotovoltaik modüllü tabaka örneği
(<http://www.solardirect.com/pv/pvlist/pvlist.htm>).



Şekil 3.14 Gölgeleme elemanı olan fotovoltaik modüller, Dortrecht (Hollanda) (Koç, 2010, s.716)



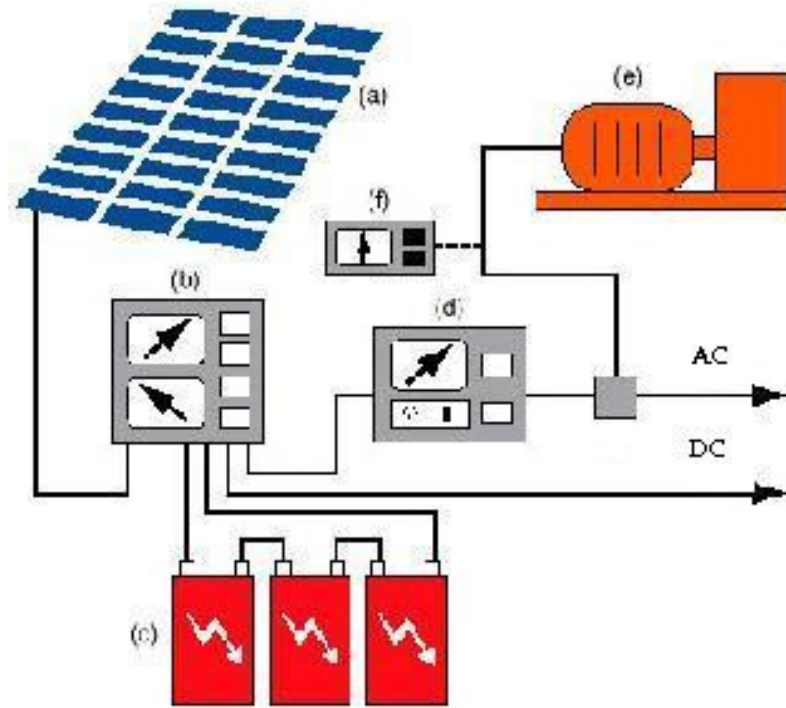
Şekil 3.15 Bina cephesine entegre edilmiş fotovoltaiik sistem örneği, Lyon (Fransa)
(<http://www.sapasolar.com/turkey/sapa-solar/index.html>).

Bina entegre fotovoltaiik sistemler Şekil 3.16'da gösterilen bileşenleri içermektedir (<http://www.wbdg.org/resources/bipv.php>):

- a. Fotovoltaiik modüller (ince film ya da kristal, geçirgen, yarı geçirgen ya da opak olabilir),
- b. Şarj kontrol denetim birimi (bağımsız),
- c. Güç depolama birimi,
- d. Güç dönüştürücü donanım,
- e. Güç yedekleme birimi,
- f. Uygun destek ve montaj donanımı (elektrik tesisatı ve güvenli bağlantı kesiciler).

Fotovoltaiik sistem ile doğru akım (DC) üretilmektedir. Bu elektrik;

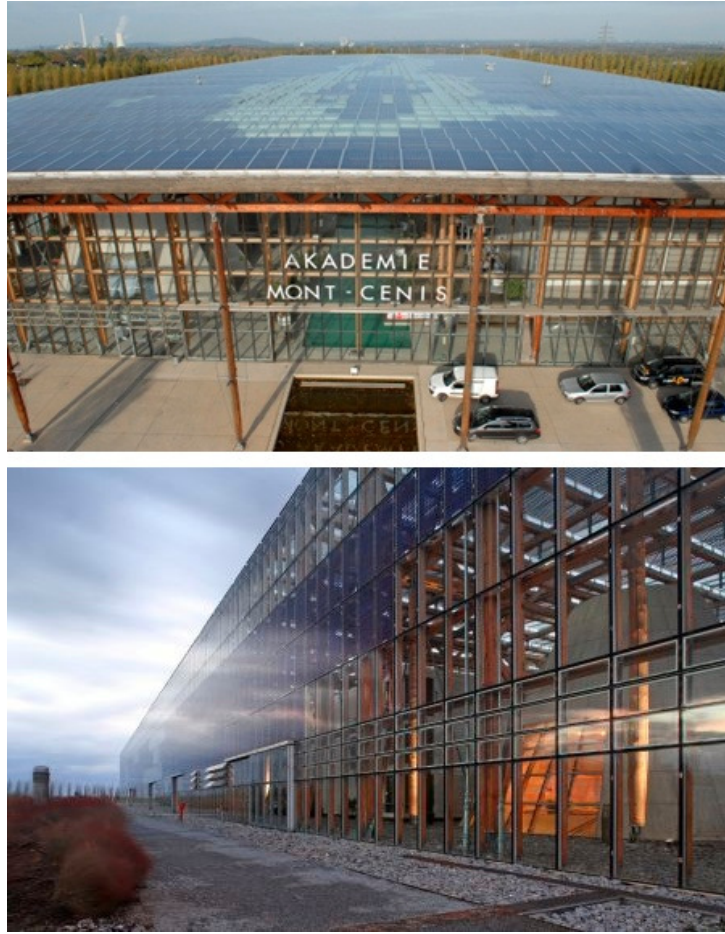
- Direkt olarak doğru akım gücü ile çalışan aygıtlarda,
- Daha sonra kullanılmak üzere depolanarak,
- Alternatif akıma (AC) dönüştürülerek bu akım ile çalışan aygıtlarda kullanılmaktadır (Altın, 2005, s.14).



Şekil 3.16 Bina entegre fotovoltaik sistem bileşenleri
(<http://www.wbdg.org/resources/bipv.php>).

Fotovoltaik sistemler herhangi bir işletme ücreti, enerji kaynağı, gürültülü makineler gerektirmemekte ve hava kirliliğine sebep olmadan sadece güneş ışığı ile elektrik üretmektedir (Özkılıç Keleş, 2008, s.33). Fotovoltaik sistemler diğer enerji üretim yöntemleri ile ekonomik olarak henüz yarışabilir olmamasına rağmen binaların ihtiyacı olan elektriği elde ederken çevreye saygılı işleyiş sürecinden dolayı artan çevresel sorunlara etkili bir çözüm önerisi olacağı öngörülmektedir (Compagno, 2002).

Almanya Herne-Sodingen'deki Mont-Cenis Akademi Binası (Şekil 3.17) Jourde ve Perraundid tarafından 1999 yılında tasarlanmış olan fotovoltaik sisteme sahip şeffaf bir bina örneğidir (Turhan, 2007, s.21). Binanın çatısında ve batı cephesinde fotovoltaik hücreler kullanılmıştır (<http://business.metropoleruhr.de/en/location/quality-of-life/architecture-picture-gallery.html>).

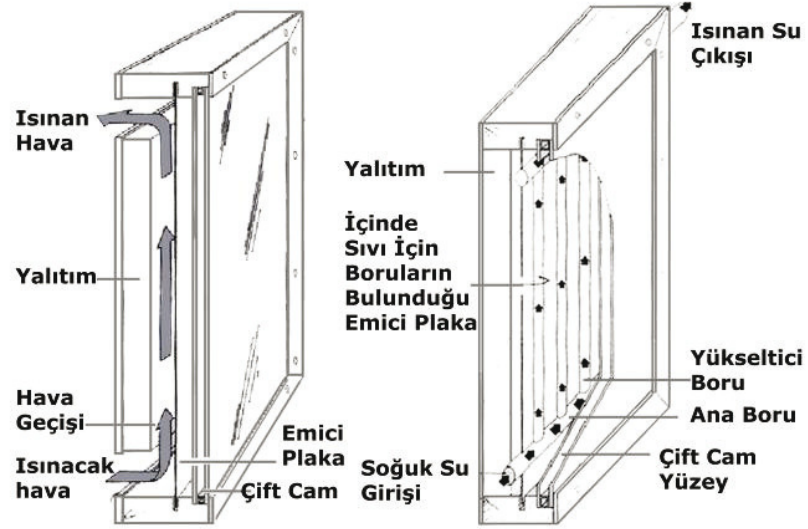


Şekil 3.17 Mont-Cenis Akademi Binası, Herne-Sodingen (Almanya) (http://aedesign.wordpress.com/2010/01/26/mont-cenis-academy-herne-sodingen-germany/metropole_im_wandel_bild_akademie__c_thomas_schmidt_stadt_herne_27_artikel_01/).

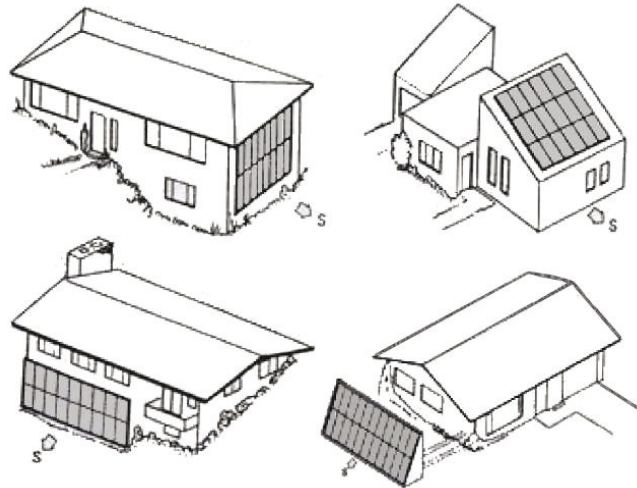
3.2.2 Güneş Kolektörleri

Kolektörler aracılığıyla güneş ışınlarından elde ettikleri ısı enerjisini su vb. akışkan bir maddeye ileterek enerjinin kullanımına imkan sağlayan güneş enerjili ısıtma sistemleri, çift cam bir üst yüzey, cam ile emici tabaka arasında bırakılan boşluk, metal ya da plastik emici tabaka, arka ve yan kısımlarda yalıtım tabakası ve bütün bu bölümleri içine alan kasadan oluşmaktadır (Şekil 3.18). Çalışma ilkesi bidon duvar sisteme benzemektedir. Güneş ışınları kolektör üzerindeki emici yüzeyi ısıtıp bu yüzeyle bağlantılı olan borular içindeki sıvının ısınmasını sağlamaktadır. Isınan suyun binanın ısıtma sisteminde de kullanılması mümkün olmaktadır. İlk

uygulamalarda sadece çatıda konumlandırılan güneş kolektörleri aşırı kar yükünün verebileceği zararlar göz önünde bulundurularak yaygın olmamakla birlikte binaların cephelerine de entegre edilebilmektedir (Şekil 3.19) (Boduroğlu ve Kariptaş, 2010, s.721).



Şekil 3.18 Hava ve sıvı eşanlı güneş kolektörleri (Boduroğlu ve Kariptaş, 2010, s.721).



Şekil 3.19 Binalarda güneş kolektörleri kullanım biçimleri (Boduroğlu ve Kariptaş, 2010, s.721).

3.2.3 Rüzgar Türbinleri

Rüzgar türbinleri pervane kanatları, güç şaftı ve rüzgarın hareket enerjisini önce mekanik daha sonra elektrik enerjisine dönüştüren jeneratörden oluşmaktadır (Sun, 2004).

Shaun Killa tarafından tasarlanan 240 metre yüksekliğindeki Bahreyn Ticaret Merkezi (Şekil 3.20), enerji ihtiyacının %35'ini cepheye entegre edilmiş olan türbinler sayesinde rüzgar enerjisi ile sağlamaktadır. Kuleler formları ile türbinlerdeki hava akımını kanalize etmekte ve türbinlerin daha verimli bir şekilde enerji üretmesini sağlamaktadır (Güvenç, 2008, s.60).



Şekil 3.20 Bahreyn Ticaret Merkezi (<http://www.superstock.co.uk/stock-photos-images/1597-85510>).

Yüksek binaların rüzgardan yararlanma potansiyeli az katlı ve orta yükseklikteki binalara göre daha fazla olduğundan rüzgar türbinleri daha çok yüksek binaların cephelerine entegre edilmektedir. Ancak bina cephelerine entegre edilen rüzgar enerjisi sistemlerinin ilk yatırım maliyetlerinin yüksek olmasından dolayı kullanımı henüz çok yaygınlaşmamıştır.

3.3 Bina Cephelerinde Enerji Etkinliğini Sağlayan Başlıca Kriterler

Enerji etkin bina cephe sistemleri tasarımında iklimsel değişimler ve kullanıcı gereksinimleri bütünsel olarak etkili olmaktadır. İklimsel verileri bina cephelerinde enerji etkinliği açısından yarar sağlamaları için değerlendirmeye bağlı olarak binanın uygun konumlandırılması, geometri seçimi ve cepheyi oluşturan opak ve saydam bileşenlerin (dış duvarlar, pencere sistemleri) özellikleri önem kazanmaktadır (Yurttakal, 2007).

Son yıllarda bina cephelerinde enerji etkinliği oluşturmaya yönelik enerji konulu çeşitli panel, sempozyum vb. etkinliklerde görüşülen fikirlerin başlıcaları şu şekilde sıralanabilir (<http://www.cecer.army.mil/SustDesign/Discussion.cfm>, 2006; Gür, 2007):

- Aydınlatmada gün ışığı kullanımı,
- Isıtmada güneşten yararlanma,
- Kullanılmış havadan ısının geri kazanımı,
- Enerjiyi verimli ve tutumlu kullanan donanım,
- İç mekanlara ışık sağlamak üzere çatı feneri, ışık tüpü kullanımı,
- Ofis kullanıcılarının kontrol edebildiği ışıklandırma,
- Işıklandırma için kullanıcı sensörleri,
- Pencereye olan uzaklığa göre bölgesel ışıklandırma,
- Pasif güneş ısıtması,
- Gerekli cephelerde güneş kontrol elemanı kullanımı,
- Binaların/pencerelerin yönlendirilmesinde hakim rüzgarın dikkate alınarak doğal havalandırma imkanından yararlanma,
- Isı depolama,
- Fotovoltaik sistemler (PV),
- Rüzgar enerjisinden güç üretilmesi,
- Havayı ısıtmak için vantilatör destekli trombe duvarı kullanımı,
- Isının bina içinde tutulması için gece kepenkleri/ısı tutucu perdeler,

- Güney cephesinde güneş ısısından yararlanma,
- Elektrokromik cam,
- Low-e cam,
- Pencere gölgeleme elemanları.

Özkılıç Keleş (2008), bina kabuğunun sağlaması gereken performans gereksinimlerini; *iklimsel gereksinimler, yapısal gereksinimler, kullanıcı gereksinimleri, şehir planlaması ve tasarım gereksinimleri, korunma gereksinimleri* olarak ele almaktadır. Bu gereksinimlerden enerji etkinliği sağlamaya yönelik olan iklimsel gereksinimleri şu şekilde sıralamak mümkündür:

- Neme karşı dirençli olmak,
- Isı kontrolü ve ısı korunumu sağlamak,
- Doğal ışıktan yararlanmak,
- Gerektiği zaman rüzgardan yararlanmak veya korunmak,
- Kamaşmayı engellemek (s.54).

Sarıtaş (2008), binayı çevreleyen dış duvarların kuruluşunda performansı belirleyen ölçütleri; *kullanıcı ihtiyaçlarına bağlı ölçütler, doğal ve yapay çevre etkenlerine bağlı ölçütler, üretim kaynaklarına bağlı ölçütler, politika, yasa ve kurumlara bağlı ölçütler* kapsamında değerlendirmektedir (s.81). Belirtilen ölçütlerden bina cephelerinin enerji etkinliği performansını belirleyici olanları şu şekilde belirtilebilir:

- Sızıntılara karşı önlem almak (hava ve su sızıntıları),
- Yoğuşmaya karşı önlem almak,
- Isıl genleşmelere karşı önlem almak,
- Isı yalıtımı uygulamak,
- Güneş kontrol önlemleri almak (ışık geçirgenliği, renk ve yansımaya karşı),
- Yangın dayanımı sağlamak,
- Temizlik ve bakım ihtiyacı için harcanacak enerjiyi en aza indirmek,

- Uygulama ve montaj tekniklerini doğru seçmek,
- Enerji korunumu yasalarına uygun tasarım yapmak.

Güleç (2007), gerek cephe tasarımında dikkate alınacak gerekse binanın bütününde ele alınacak olan enerji etkin bina tasarım kriterlerini şu şekilde belirtmektedir:

- Arsa verilerinin değerlendirilmesi (yönlenme, arsa iklimi..vb.),
- Güneş kontrolü (şeffaf yüzeylerin denetimi, gölgeleme),
- Enerji korunumu (saydırlık/doluluk oranı, ısı yalıtımı/U değeri, hava sızdırmazlığı),
- Pasif ısıtma (ısı ve trombe duvarı, çatı havuzu..vb.),
- Pasif soğutma,
- Doğal havalandırma (rüzgar ve güneş bacaları gibi),
- Doğal aydınlatma (atriyum, ışık tüpleri gibi),
- Ekoteknolojiler (güneş pilleri ve kolektörleri gibi),
- Yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanma (güneş, rüzgar, su/jeotermal, biyokütle),
- Yeniden dönüşüm/kullanım,
- Atıkların işletimi,
- Yağmur suyu depolama,
- Ekomalzemeler (toksik madde içermeyen, uzun ömürlü malzemeler gibi),
- Yaşam döngüsü değerlendirmesi (s.162).

Tüm bu veriler doğrultusunda bina cephelerinde enerji etkinliği sağlamaya yönelik kriterleri, çevresel etkenlere dayalı kriterler ve teknolojik gelişmelere dayalı kriterler olmak üzere Tablo 3.2'deki gibi belirtmek mümkündür (Karaca, 2008).

Tablo 3.2 Bina cephelerinde enerji etkinliği sağlamaya yönelik kriterler (Katırcı, 2003; Karaca, 2008, s. 16'dan uyarlanmıştır).

	ENERJİ ETKİNLİK KRİTERLERİ	UYGULAMA BİÇİMİ	
ÇEVRESEL ETKENLERE DAYALI KRİTERLER	YÖNLENMEYE BAĞLI	Güney cephesinde güneş ısısından yararlanma	
		Aydınlatmada gün ışığı kullanımı	
		Isı depolama (trombe duvarı, bidon duvar)	
		Gerekli cephelerde güneş kırıcılar ile gölgeleme	
		Hakim rüzgar yönü dikkate alınarak sağlanan doğal havalandırma	
		Isının bina içinde tutulması için ısı tutucu perdeler	
	BİNA FORMUNA BAĞLI	Aerodinamik form	
		Açıklıkların oranları	
		Isı yalıtımı	
	TEKNOLOJİK GELİŞMELERE DAYALI KRİTERLER	YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI KULLANIMINA BAĞLI	GÜNEŞ ENERJİSİ
Güneş kolektörleri			
Çift tabakalı giydirmeye cepheler			
		RÜZGAR ENERJİSİ	Bina cepheleriyle bütünleşik rüzgar türbinleri
MALZEMEYE BAĞLI		Kompozit kaplama malzemeleri	
		Nanoteknolojik malzemeler	
		İklim kontrollü cam malzemeler (Low-E kaplamalı, vb.)	
		Saydam yalıtım malzemeleri (ETFE, vb.)	

BÖLÜM DÖRT

ENERJİ ETKİN BİNA CEPHE ÖRNEKLERİNİN İNCELENMESİ

Tez çalışmasının bu bölümünde yurt dışında ve ülkemizde son yıllarda yapılmış ya da yapılması planlanmakta olan enerji etkin bina cephe örneklerinden bazıları, bir önceki bölümde irdelenmiş olan enerji etkinlik kriterleri kapsamında incelenmekte ve karşılaştırılmaktadır.

4.1 Yurt Dışından Enerji Etkin Bina Cephe Örnekleri

Son yıllarda çeşitli ülkelerde yapılmış ya da yapılması planlanmakta olan ve cephelerinde pek çok teknolojik yeniliğin kullanılmasıyla enerji etkinliği sağlayan binalardan, Rüzgar kulesi, Deutsche Messe AG Yönetim binası, Ulusal Uzay Merkezi müzesi, Torre Agbar, Melbourne Belediye binası, Pearl River kulesi, Dinamik Güneş Cephesi projesi ve Uçan Şehir projesi; enerji etkin malzeme kullanımı, doğal havalandırma, güneş enerjisini ısı ve elektrik enerjisine dönüştürme, rüzgar enerjisini elektrik enerjisine dönüştürme gibi enerji etkinliği yaklaşımlarıyla değerlendirilerek aşağıda örneklendirilmektedir.

4.1.1 Rüzgar Kulesi

<i>Binanın Bulunduğu Yer</i>	Yokohama, Japonya
<i>Binanın Yapım Tarihi</i>	1986
<i>Binanın Mimarı</i>	Toyo Ito
<i>Binanın Fonksiyonu</i>	Kontrol Merkezi

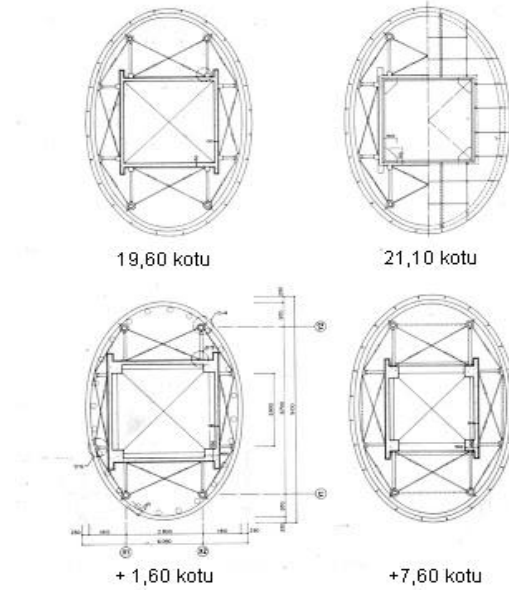
Tasarım ve Yapım

21 metre yüksekliğindeki kule, yirmi yıllık yeraltı alışveriş alanının havalandırma birimleri ve su tanklarını barındıran biriminin yeniden düzenlenmesi ile

oluşturulmuştur. Mevcut kule akrilik ayna panellerle kaplanmış ve onun üzerine 9 x 6 metrelik oval kesitli, gözenekli alüminyum kompozit panellerden oluşan metal bir silindirik kılıf geçirilmiştir (Şekil 4.1) (Güzer, 2003).



Şekil 4.1 Rüzgar Kulesi
(<http://architecturalmoleskine.blogspot.com/2010/06/yo-ito-tribute-to-winds.html>).



Şekil 4.2 Rüzgar Kulesi, +1,60 kotu, +7,60 kotu, +19,60 kotu ve +21,10 kotu plan şemaları (Zeballos, 2010).

Bina ve Cephesine Ait Enerji Etkinlik Özellikleri

Binada on iki adet beyaz neon halka aydınlatma kullanılmıştır. Cepheye kullanılan alüminyum kompozit panellerin geçirgen özelliği strüktürün içindeki aydınlatma kaleydoskopik etki yaratmaktadır (Şekil 4.3). Yayılan ışık miktarı ve motifleri rüzgarın yönüne, şiddetine ve çevredeki ses miktarına bağlı olarak değişmektedir (<http://archidose.org/wp/2001/04/09/tower-of-winds/>).



Şekil 4.3 Rüzgar Kulesi, gece görünüşü, neon aydınlatma (<http://www.floornature.com/progetto.php?id=4761&sez=30>).

Bina yenilemesinde kullanılan alüminyum kompozit paneller atıkların değerlendirilmesi sonucu oluşturulmuştur. Yenileme projesinde kullanılan malzemenin minimum enerji harcanarak oluşturulması, bulunduğu konum sebebiyle Yokohama kenti için önemli bir referans noktası oluşturan binanın belirleyicilik özelliklerini mümkün olduğunca az enerji kullanarak oluşturulan aydınlatma sistemleri ile kazanması bakımından Rüzgar Kulesi enerji etkin bir yenileme projesi örneğidir.

4.1.2 Deutsche Messe AG Yönetim Binası

<i>Binanın Bulunduğu Yer</i>	Hannover, Almanya
<i>Binanın Yapım Tarihi</i>	2000
<i>Binanın Mimarı</i>	Thomas Herzog ve Ekibi
<i>Binanın Fonksiyonu</i>	İş Merkezi

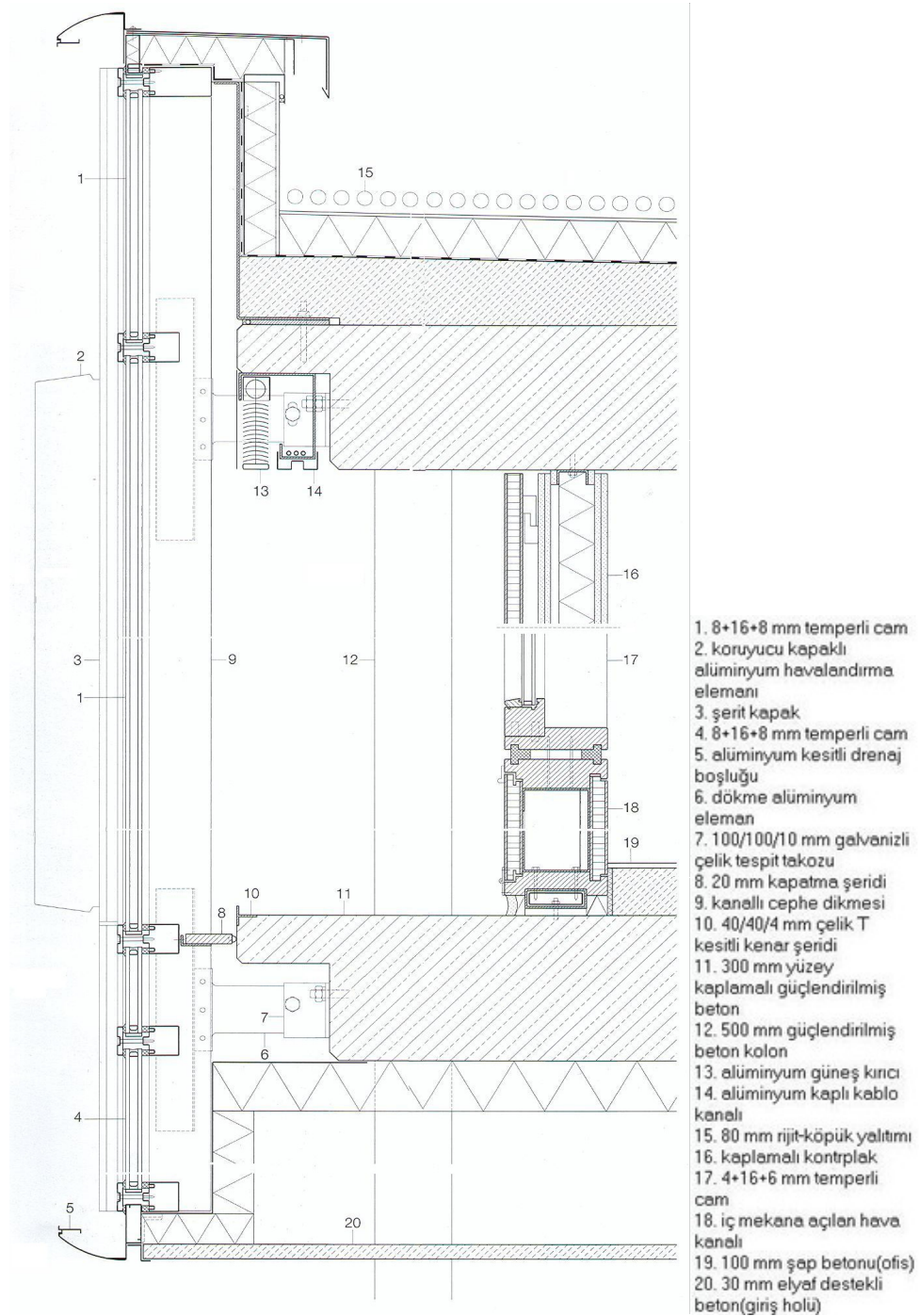
Tasarım ve Yapım

Hannover uluslararası fuar alanında bulunan Deutsche Messe AG yönetim binası (Şekil 4.4), 24 x 24 metre kare planlı ofis bloğu ve buna ek iki adet servis çekirdeğinden oluşmaktadır (Ünal, 2006).



Şekil 4.4 Deutsche Messe AG binası, Hannover (Almanya)
(<http://www.domusweb.it/en/architecture/the-sustainable-architecture-of-thomas-herzog/>).

Tasarımın belirleyicisi, işverenin enerji maliyeti düşük olup aynı zamanda çalışma kalitesi yüksek bina isteği olmuştur. Bina cephesinde çift tabakalı giydirme cephe sistemi kullanılmıştır (Şekil 4.5) (Ünal, 2006).



Şekil 4.5 Deutsche Messe AG binası, çift tabakalı giydirme cephe sistemi kesiti (Schittich, 2001, s.170).

Bina ve Cephesine Ait Enerji Etkinlik Özellikleri

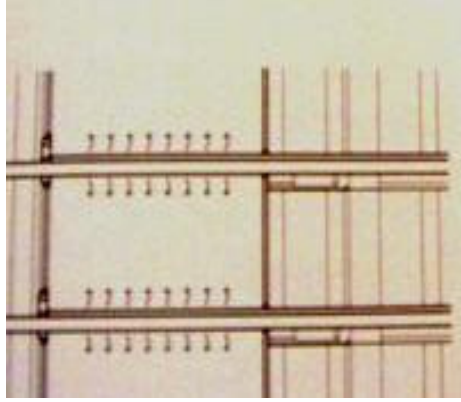
Binanın yapısal özellikleri aynı zamanda ısıtma ve soğutma sistemi için harcanacak olan enerji miktarını azaltmayı sağlamaktadır. Dış cephe çelik konstrüksiyon üzerine yerleştirilen ince alüminyum profilli camdan oluşmaktadır. Cephenin iç tabakasını ise argon gazlı cam malzemenen ahşap konstrüksiyonlu pencereler oluşturmaktadır. Cepheler arası boşlukta yer alan ve rüzgarın içeriye alınmasını sağlayan bilgisayar kontrollü, hareketli şerit paneller doğal havalandırmayı sağlamaktadır (Şekil 4.6) (Schittich, 2001).



Şekil 4.6 Deutsche Messe AG binası, çift tabakalı giydirme cephe arası boşluk (Schittich, 2001, s.172).

Binada kat döşemeleri içerisine ısıtma ve soğutma sisteminin elemanları yerleştirilerek termoaktif döşeme oluşturulmuştur (Şekil 4.7). Basınçla idare edilen hava ince şerit panellerden içeriye kış aylarında, ofis mekanlarının tavana yakın üst kısmından alınmakta, yaz aylarında ise döşemeye yakın alt kısımdan alınmakta ve bu sayede ısınan/soğuyan havanın içeriye alınan hava ile yer değiştirmesi ilkesine

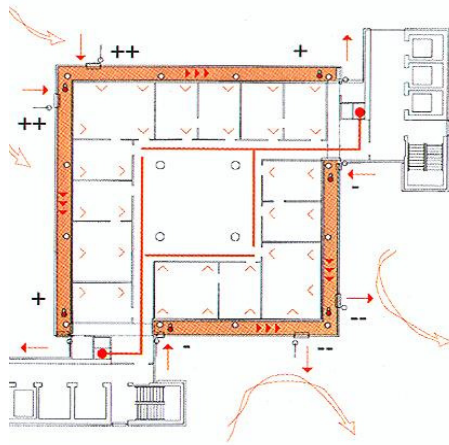
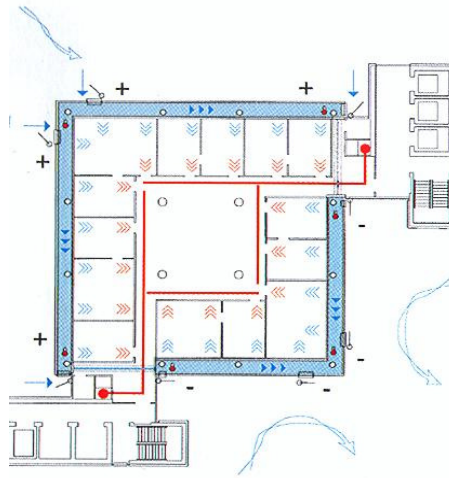
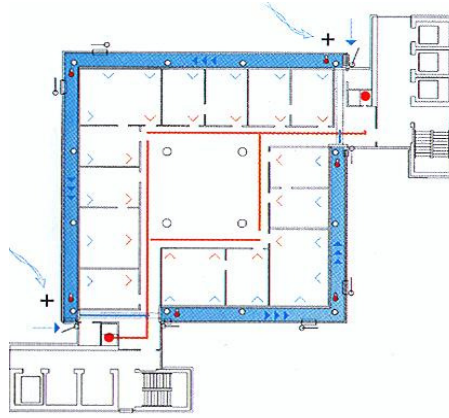
dayanarak doğal havalandırma yapılmakta ve ısıtma/soğutma için harcanacak olan enerji miktarının düşürülmesi sağlanmaktadır (Schittich, 2001).



Şekil 4.7 Deutsche Messe AG binası, termoaktif döşeme (Schittich, 2001, s.173).

Bina içerisinde kirli hava, kat döşemelerine yatay olarak yerleştirilmiş kanallar yardımıyla toplanıp, binanın en yüksek noktasından atılmaktadır. Burada bulunan bir mekanizma sayesinde kışın dışarıya atılan havanın ısısı içeriye pompalanarak, içerideki havayı % 85 oranında ısıtmak mümkün olmaktadır (Ünal, 2006).

Bina cephesi biçimlendirilirken mevsimlere göre doğal havalandırma analizleri yapılmıştır (Şekil 4.8). Cephe arasındaki boşluk hava kanalı işlevinin yanında ses yalıtımı da sağlamaktadır (Schittich, 2001).



Şekil 4.8 Deutsche Messe AG binası, mevsimlere göre doğal havalandırma şeması (Schittich, 2001, s.169).

4.1.3 Ulusal Uzay Merkezi

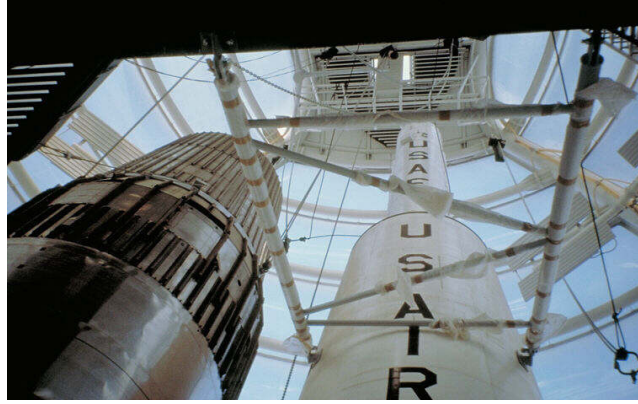
<i>Binanın Bulunduğu Yer</i>	Leicester, İngiltere
<i>Binanın Yapım Tarihi</i>	2001
<i>Binanın Mimarı</i>	Nicholas Grimshaw
<i>Binanın Fonksiyonu</i>	Bilim Müzesi

Tasarım ve Yapım

Uzay bilim merkezi olarak tasarlanan bina (Şekil 4.9), 42 metre yüksekliğindedir. Merkez içerisinde Leicester Üniversitesi bünyesinde aktif halde araştırmaların da yapıldığı, aynı zamanda astronomi bilimi ile ilgili merak edilenlerin sergilendiği bir müze olarak işletilmektedir. Bina içerisinde iki adet gerçek roket, biri başarısız olmuş iki adet uydu fırlatıcısı ve çeşitli maketler sergilenmektedir (Şekil 4.10) (Hauser, 2006).

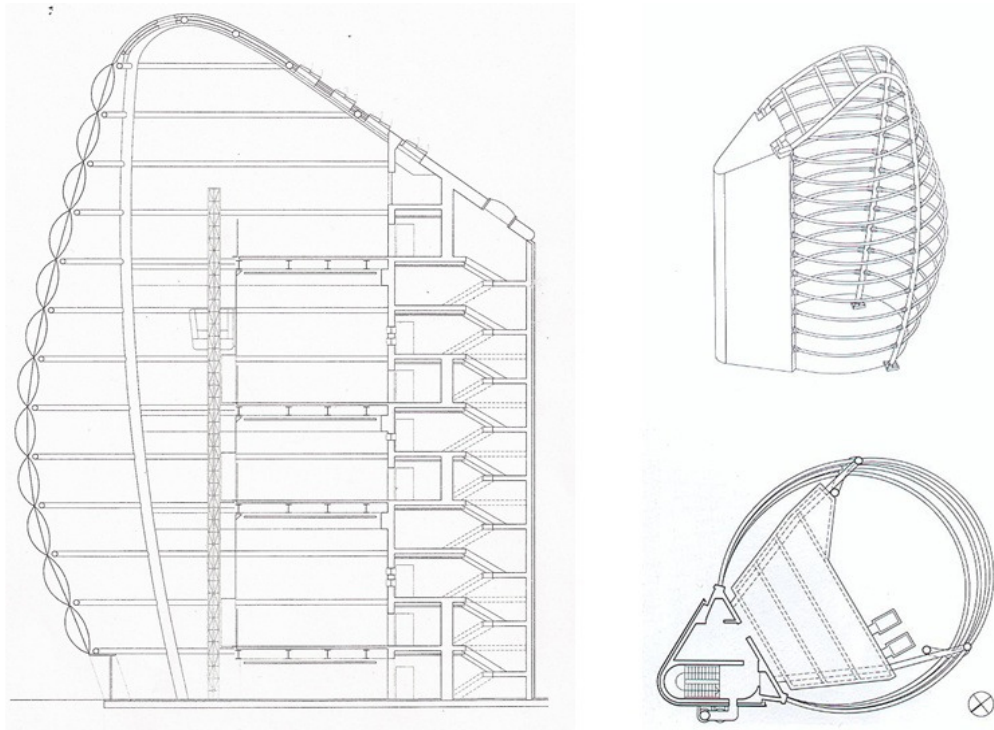


Şekil 4.9 Ulusal Uzay Merkezi, Leicester (İngiltere) (Architectural Review 04/2000;Detail 12/2002; Herzog, Krippner ve Lang, 2004, s.228).

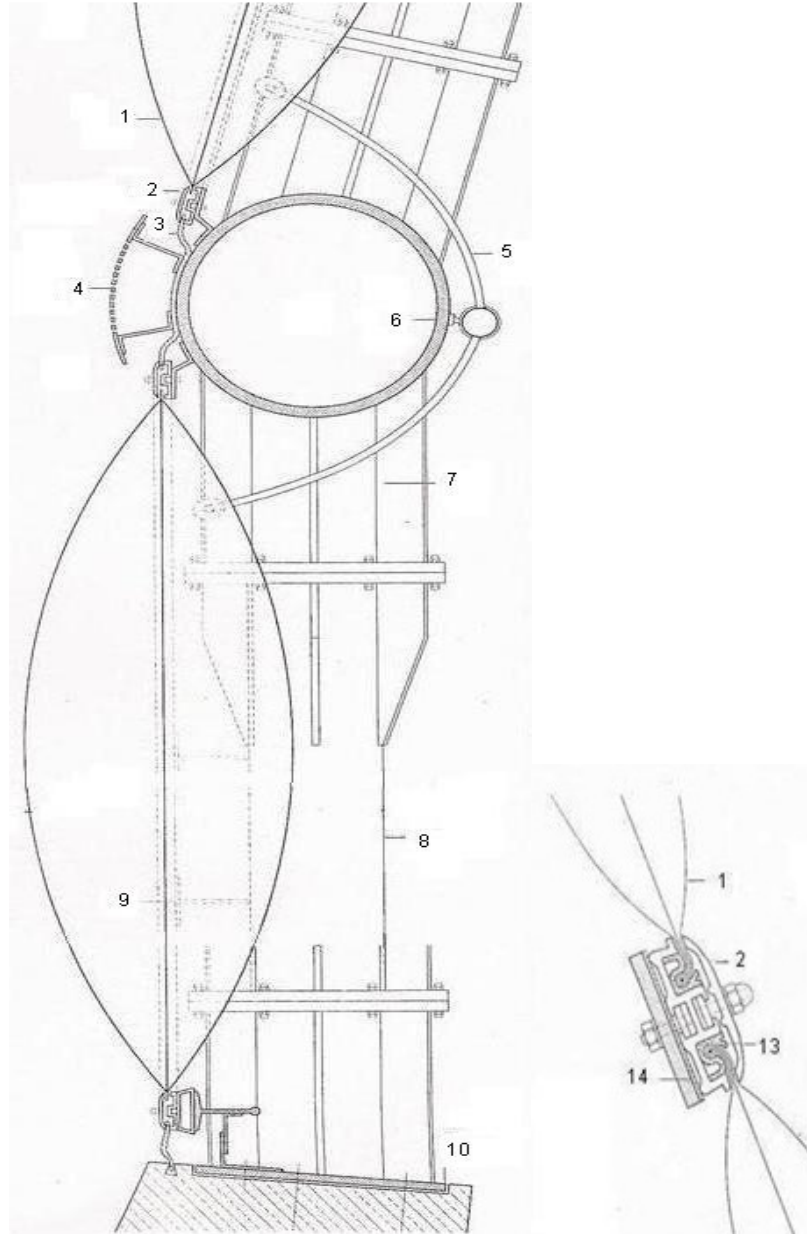


Şekil 4.10 Müzede sergilenen roket ve uydu fırlatıcısı
(<http://www.caa.uidaho.edu/arch504ukgreenarch/CaseStudies/SpaceCentre2.pdf>).

Bina strüktürü çelik taşıyıcı sistem ile oluşturulmuş olup cephesi üç metre yüksekliğinde ve yirmi metre genişliğe kadar uzanan üç katmanlı ETFE membran yastıkların çelik taşıyıcı sistem arasına yerleştirilmesinden oluşmaktadır (Şekil 4.11-4.12) (http://www.detail.de/rw_5_Archive_En_HoleArtikel_5085_Artikel.htm).



Şekil 4.11 Ulusal Uzay Merkezi, plan ve kesit şeması
(http://www.detail.de/rw_5_Archive_En_HoleArtikel_5085_Artikel.htm ve Architectural Review 04/2000;Detail 12/2002; Herzog, Krippner ve Lang, 2004, s.228).



Şekil 4.12 Ulusal Uzay Merkezi, çelik taşıyıcı sistem-ETFE membran detayı: 1. ETFE membran yastık (üç katman), 2. kısıkaç, 3. iki katmanlı EPDM izolasyon, 4. delikli kaplama, 5. hava tutucu, 6. birincil taşıyıcı eleman (660 mm çelik tüp), 7. bağlantı elemanı, 8. ikincil taşıyıcı eleman (324 mm eğrisel çelik tüp), 9. 140 / 140 mm T profil çelik bağlantı, 10. çelik bağlantı tabakası, 11. akustik panel, 12. çelik destek, 13. sıkıştırma elemanı, 14. EPDM kapatıcı tabaka (http://www.detail.de/rw_5_Archive_En_HoleArtikel_5085_Artikel.htm).

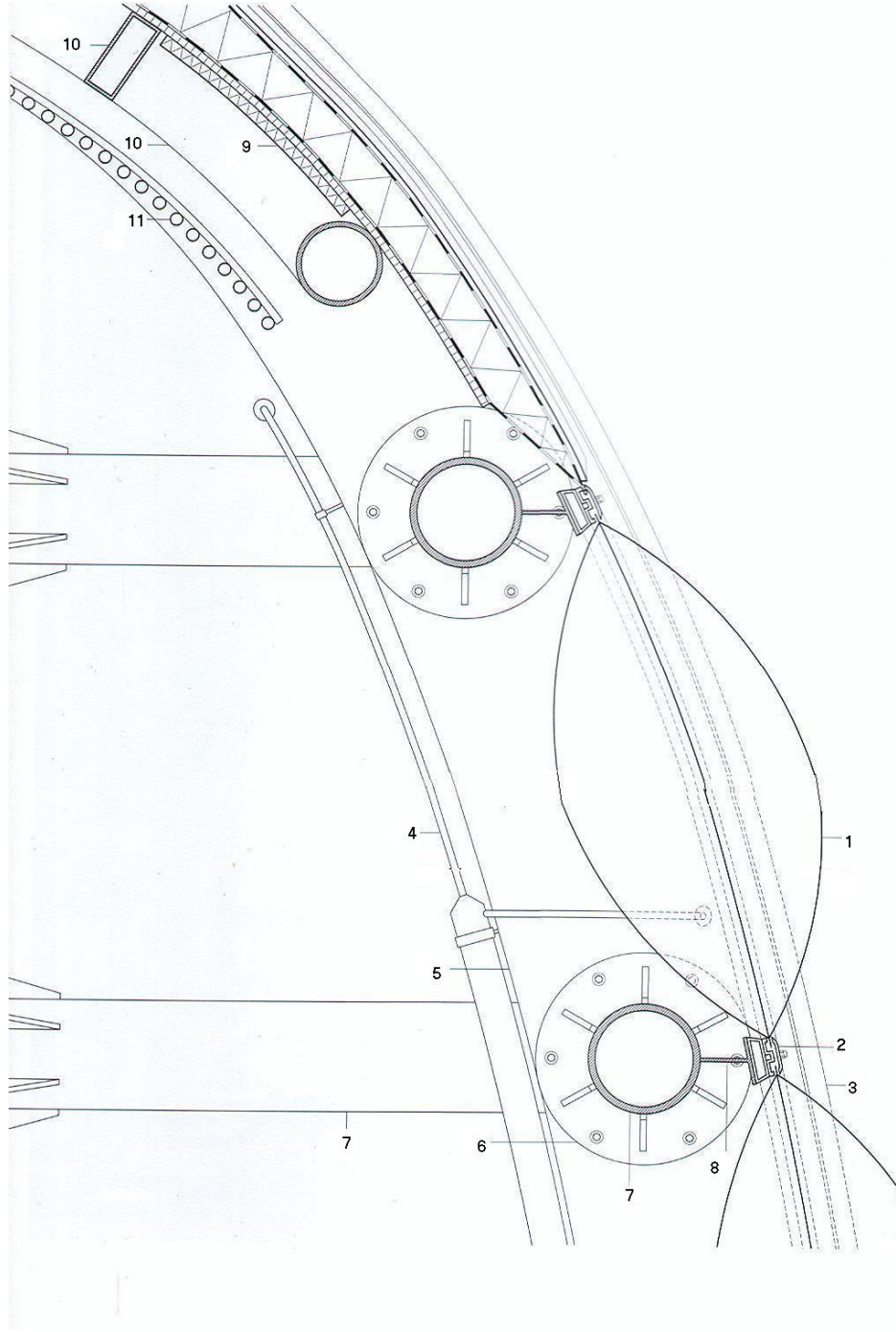
Bina ve Cephesine Ait Enerji Etkinlik Özellikleri

Bina cephesinde kendi ağırlığının yaklaşık dört yüz katını taşıyabilecek esneklikte, esneklik kaybı olmadan kendi boyunun üç katı kadar gerilebilme özelliğinde olan ETFE malzeme kullanılmıştır (Şekil 4.13). Malzeme kendini temizleyebilme özelliği bulunan, geri dönüştürülebilir ve tutuşturulduğu zaman atmosfere zararlı gazlar bırakmayan özellikte bir malzemedir. Malzeme aynı zamanda UV dayanımlı ve uzun ömürlüdür (http://www.detail.de/rw_5_Archive_En_HoleArtikel_5085_Artikel.htm).



Şekil 4.13 Ulusal Uzay Merkezi, ETFE membran kaplı yüzeyi (http://www.desso.com/BC_Delighted_customers_National_Space_Centre_EN.html).

ETFE membran malzemenin cepheye uygulanma detayı Şekil 4.14’de gösterilmiştir.



Şekil 4.14 Ulusal Uzay Merkezi, cephede ETFE membran malzeme uygulama detayı: 1.ETFE membran yastık (üç katman), 2.kıskaç, 3.paslanmaz çelik kaplama, 4.hava tutucu, 5.birincil taşıyıcı eleman (660 mm çelik tüp), 6.bağlantı elemanı, 7.ikincil taşıyıcı eleman (324 mm eğrisel çelik tüp), 8. 140 / 140 mm T profil çelik bağlantı, 9.akustik panel, 10.çelik kafes, 11.güçlendirilmiş alüminyum tavan (Architectural Review 04/2000;Detail 12/2002; Herzog, Krippner ve Lang, 2004, s.229).

Bina cephesini tümüyle kaplayan ETFE malzemenin geçirgenliğinden dolayı istenmeyen ısı kazanımını önlemek amacıyla simülasyon programı geliştirilmiştir. İhtiyaca bağlı olarak açılıp kapanabilen kapaklar oluşturularak doğal havalandırma sağlanmaktadır. Bina aydınlatmasında düşük enerji harcayan LED aydınlatma sistemi kullanılmaktadır (Şekil 4.15). Grimshaw şirketi proje ekibine bu bina ile Birleşik Krallık Mimarlık Enstitüsü tarafından her yıl düzenlenen Uluslararası RIBA (The Royal Institute of British Architects) ödülü verilmiştir (Hauser, 2006).



Şekil 4.15 Ulusal Uzay Merkezi, LED aydınlatma (<http://openbuildings.com/buildings/national-space-centre-profile-1334>).

4.1.4 Torre Agbar

<i>Binanın Bulunduğu Yer</i>	Barselona, İspanya
<i>Binanın Yapım Tarihi</i>	2004
<i>Binanın Mimarı</i>	Jean Nouvel
<i>Binanın Fonksiyonu</i>	İş Merkezi

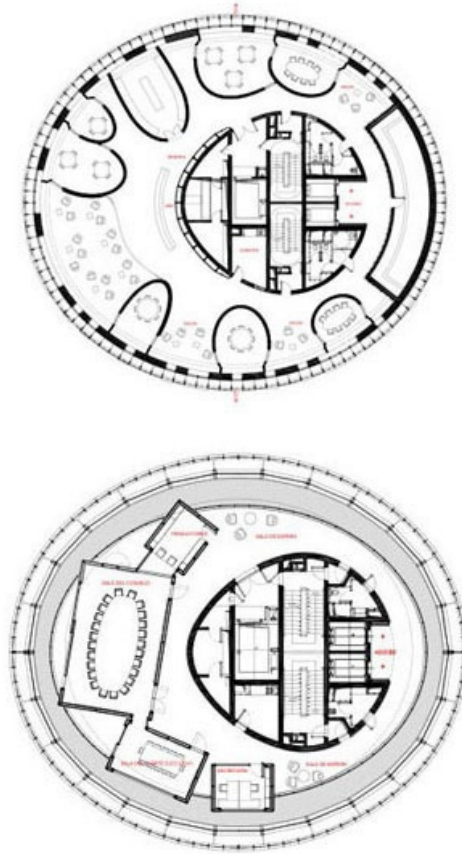
Tasarım ve Yapım

2001-2004 yılları arasında yapımı tamamlanan bina 33 kattan oluşmakta ve sahip olduğu 144,44 metre yükseklikle Arts Hotel (154 metre) ve Mapfre Kulesi'nin (154 metre) ardından Barselona'nın üçüncü yüksek binası olmaktadır (Şekil 4.16) (http://en.wikipedia.org/wiki/Torre_Agbar).

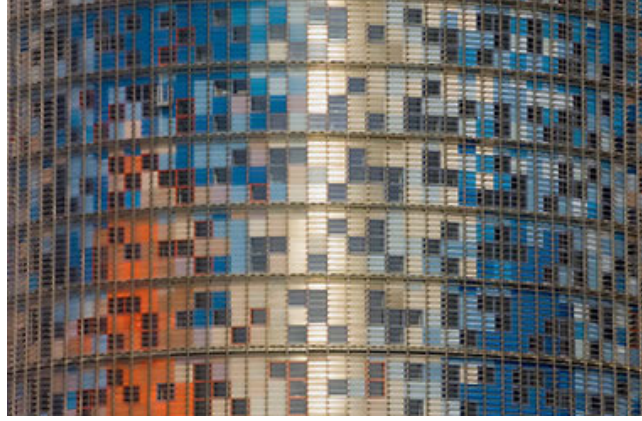


Şekil 4.16 Torre Agbar, Barselona (İspanya)
(<http://architecturalmoleskine.blogspot.com/2010/06/jean-nouvel-agbar-tower-barcelona.html>).

Dairesel formda ve iş merkezi olarak tasarlanan binada dört adet bodrum kat ile alt katlarda bürolar, kafeterya, sağlık hizmetleri, oditoryum ve çok amaçlı salonlar, üst katlarda ise yönetim merkezi bulunmaktadır (Şekil 4.17). Nouvel, binayı tasarlarken Barselona kentine yakın olan Montserrat dağından ve bir sıcak su kaynağı patlamasından esinlendiğini belirtmektedir. Cephede kullanılan ve günün belirli saatlerinde farklı renklere dönüşen sahip alüminyum paneller (Şekil 4.18) ile farklı bir görünüm sergileyen binanın taşıyıcı sistemi betonarme sistem ile inşa edilmiştir (Şekil 4.19) (Arısoy ve Uğurtan, 2005).

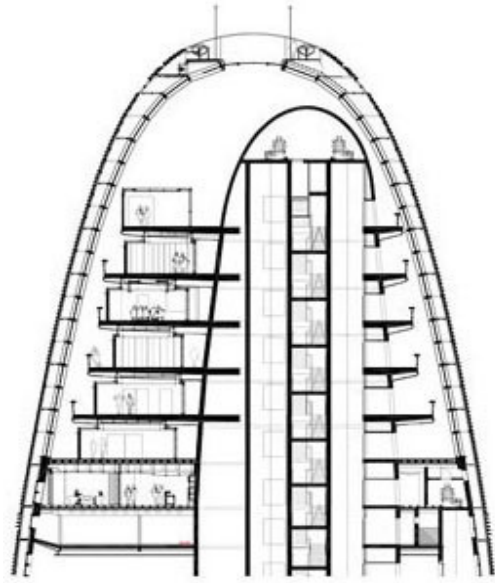


Şekil 4.17 Torre Agbar, 25. ve 29. kat planları (<http://www.arcspace.com/architects/nouvel/agbar/agbar.html>).



Şekil 4.18 Torre Agbar, cephede kullanılan farklı renklerde alüminyum paneller

(<http://www.arcspace.com/architects/nouvel/agbar/agbar.html>).



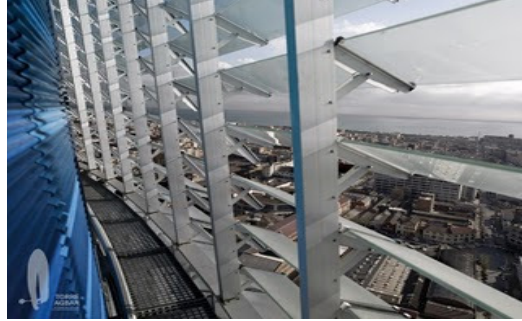
Şekil 4.19 Torre Agbar, kesit

(<http://www.arcspace.com/architects/nouvel/agbar/agbar.html>).

Bina ve Cephesine Ait Enerji Etkinlik Özellikleri

İki silindirden oluşan binanın iç kısımda kalan ve alüminyum panellerle kaplı yüzeyi ile 60,000'e yakın sayıda hareket edebilen cam panel içeren dış yüzeyi

arasında kalan katmanda doğal havalandırma sağlamak ve arkasındaki masif duvar için termal bir ara bölge oluşturmaktadır (Şekil 4.20) (Zeballos, 2010).



Şekil 4.20 Torre Agbar, iki katman arası doğal havalandırma sistemi
(<http://architecturalmoleskine.blogspot.com/2010/06/jean-nouvel-agbar-tower-barcelona.html>).

Binanın stabilitesini sağlayan beton dış kabuk aynı zamanda ısıya karşı koruma da sağlamakta ve uygulama imkanı zor olmayan bir sistem ile enerji etkin bir strüktür gerçekleştirilmiş olmaktadır.

Bina cephesi düşük enerjili LED aydınlatma sistemi ile aydınlatılmaktadır (Şekil 4.21) (Zeballos, 2010).



Şekil 4.21 Torre Agbar, LED aydınlatmalı cephesi
(<http://architecturalmoleskine.blogspot.com/2010/06/jean-nouvel-agbar-tower-barcelona.html>).

Yenilikçi yaklaşımlara sahip bina 2006 yılı Uluslararası Yüksek Bina ödüllerinden (International High-Rise) birincilik ödülü almıştır (Çetintürk, 2006).

4.1.5 Melbourne Belediye Binası

<i>Binanın Bulunduğu Yer</i>	Melbourne, Avustralya
<i>Binanın Yapım Tarihi</i>	2006
<i>Binanın Mimarı</i>	Mick Pearce
<i>Binanın Fonksiyonu</i>	Belediye Binası

Tasarım ve Yapım

10 katlı bina (Şekil 4.22) Avustralya'nın ofis binalarının yenilenmesini teşvik etmesi ve örnek oluşturması için yönetim desteği ile inşa edilmiştir (<http://www.designinc.com.au/projects/ch2-melbourne-city-council-house-2>).



Şekil 4.22 Melbourne Belediye binası (Avustralya)
(http://en.wikipedia.org/wiki/Council_House_2).

Bina ve Cephesine Ait Enerji Etkinlik Özellikleri

Binanın kuzey cephesine yerleştirilmiş olan koyu renkli hava emiş mazgalları ısıyı emip bina içerisinde ısınan havayı dışarıya çekmekte, güney cephesine yerleştirilmiş olan açık renkli mazgallar ise temiz havayı alarak binanın iç kısımlarına dağıtmaktadır. Oluşturulan hava sirkülasyonu kullanıcılar tarafından kontrol edilebilmektedir. Bina cephesinde geri dönüştürülmüş ahşap paneller kullanılmaktadır (Şekil 4.23) (Altun, 2009).



Şekil 4.23 Melbourne Belediye binası cephesinde kullanılan geri dönüştürülmüş ahşap paneller

(<http://www.designinc.com.au/projects/ch2-melbourne-city-council-house-2>).

Güneşin konumu ve açısına göre otomatik olarak hareket eden ahşap paneller hareketleri için gerekli olan enerjiyi çatıda konumlandırılmış olan fotovoltaik panellerden elde etmektedir (Gül, 2007; Altun, 2009). Bina çatısında rüzgar enerjisinden yararlanmak üzere rüzgar türbinleri konumlandırılmıştır (Şekil 4.24) (<http://www.designinc.com.au/projects/ch2-melbourne-city-council-house-2>).



Şekil 4.24 Melbourne Belediye binası çatısında bulunan rüzgar türbinleri (<http://www.designinc.com.au/projects/ch2-melbourne-city-council-house-2>).

Binada ayrıca temiz havayı emerek binanın soğutma sisteminde kullanılmak üzere soğuk suya dönüştüren soğutma kuleleri bulunmaktadır. Kat döşemelerinde yazın soğuk hava tutucu özellikte prekast elemanlar bulunmaktadır (Fortmeyer, 2009).

Binada bunların dışında, binaya ait ve şehir kanalizasyon hattından toplanan kirli suyu, kendisi ve yakın çevresindeki binaların soğutma sistemlerinde kullanmak üzere bir ünite bulunmaktadır (http://www.c40cities.org/bestpractices/buildings/melbourne_eco.jsp; Altun, 2009).

Bina 1,4 metrelik çap ve 13 metrelik boyda olan, cadde seviyesinden 17 metre yüksekten hava çekebilen ve içinden akan su damlalarının yavaşça aşağıya süzülmesi yoluyla enerji kullanımını düşüren, havayı da soğutan beş adet duş kulesine sahiptir. Bina enerji kullanım ilkesi sayesinde 2010 yılı Dünya Yeşil Bina Konseyi (WGBC, World Green Building Council) tarafından altı yıldız değerlendirme puanı ile ödüllendirilmiş ve çeşitli yıllarda daha pek çok ödül sahibi olmuştur (http://en.wikipedia.org/wiki/Council_House_2).

4.1.6 Pearl River Kulesi

<i>Binanın Bulunduğu Yer</i>	Guangzhou, Çin
<i>Binanın Yapım Tarihi</i>	2011 yılı sonunda tamamlanması planlanmakta
<i>Binanın Mimarı</i>	Skidmore, Owings ve Merrill (SOM) – Gordon Gill
<i>Binanın Fonksiyonu</i>	İş Merkezi

Tasarım ve Yapım

Skidmore, Owings ve Merrill (SOM) firması mimarlarından Gordon Gill tarafından Çin'in Guangzhou kentinde inşa edilen binanın (Şekil 4.25) 2011 yılı sonunda tamamen bitmiş olması tahmin edilmektedir (Sev ve Başarır, 2011).



Şekil 4.25 Pearl River Kulesi, render görüntüsü

(<http://www.chinesearchitecture.cn/Building/955/Pearl-River-Tower.php>).

Bina 10,635 m² 'lik arsa alanı üzerine 214,100 m² olarak inşa edilmektedir. 71 kattan oluşan binanın yüksekliği 309,60 metredir (Şekil 4.26). Binanın tasarımında deniz süngerinden esinlendiklerini belirten mimarlar, süngerin bol miktarda suyu ve organizmayı içine alabilen yapısını örnek almışlardır. Pearl River kulesi de gözenekli ve geçirgen yapısı sayesinde rüzgarı bünyesine almakta ve ondan yararlanmaktadır. Bina yapımı tamamlandığında Guangdong Tütün Şirketi'nin (GTC) yönetim merkezi olarak kullanılacaktır (Frechette ve Gilchrist, 2008).

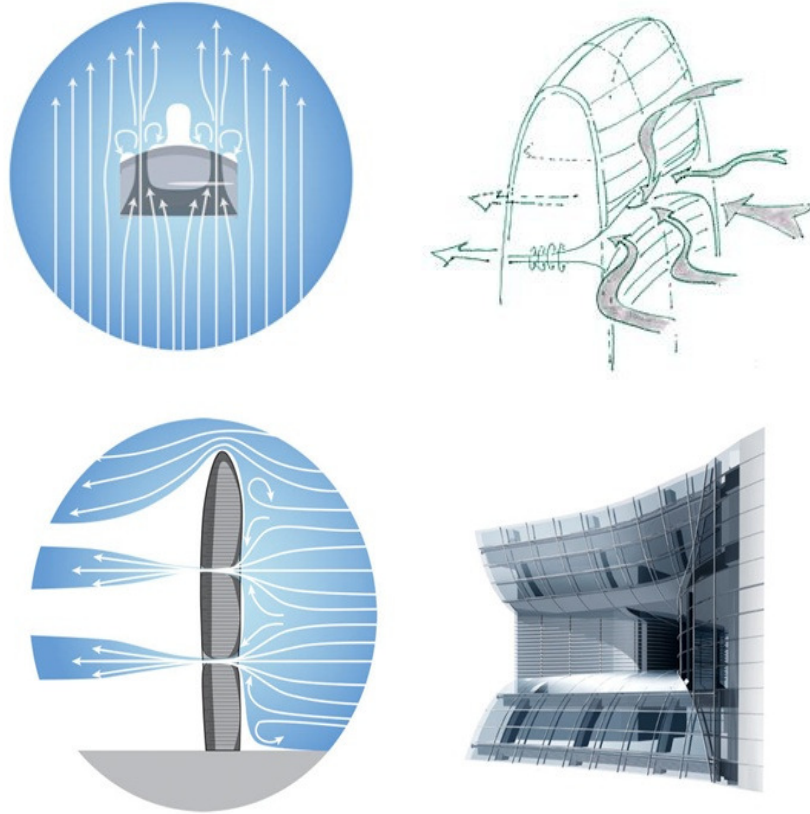


Şekil 4.26 Pearl River kulesi, yapım aşaması
(<http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?p=60314103>).

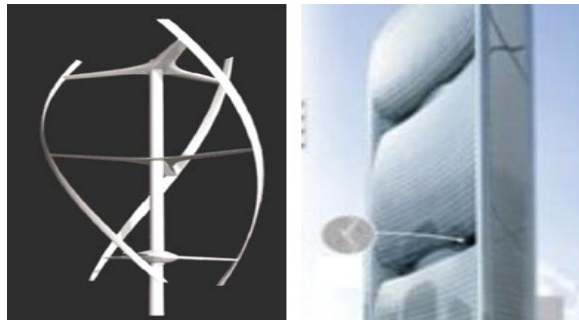
Bina ve Cephesine Ait Enerji Etkinlik Özellikleri

Bina cephesi rüzgarı toplayacak biçimde tasarlanmış ve oluşturulan konkav form hakim rüzgar yönünde konumlandırılmıştır. Bu sayede gelen rüzgarın sapmasına karşı önlem alınmış olmaktadır. Bina cephesinde toplanan rüzgar orta kısımda

bırakılmış olan açıklıklara doğru yönlenecek ve bu yolla orada bulunan rüzgar türbinlerine hızlandırılmış olarak ulaşmaktadır (Şekil 4.27). Bina cephesinde kullanılmış olan rüzgar türbinlerini (Şekil 4.28) benzer tipolojideki örneklerde kullanılan bina entegre rüzgar türbinlerinden ayıran özelliği, yılın bazı zamanlarında yön değiştirerek güneyden esen rüzgardan da faydalanabilmesidir (Semizoğlu, 2009).

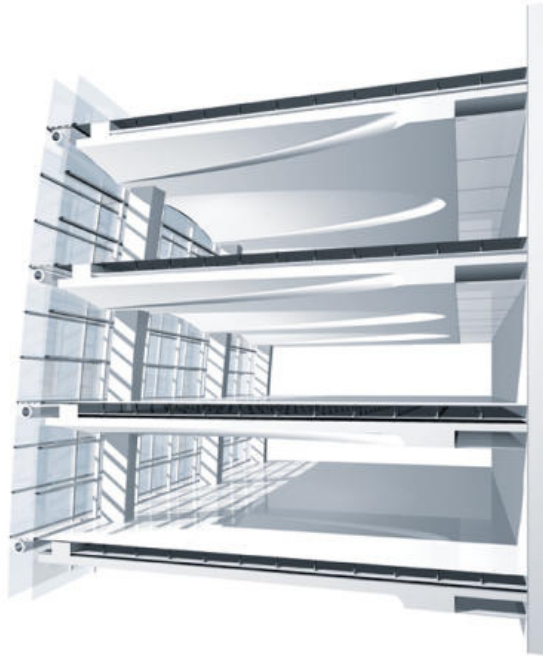


Şekil 4.27 Pearl River Kulesi, rüzgarı açıklıklara yönlendiren tasarım şeması (http://www.metropolismag.com/cda/popup_image.php?image_id=7828&slideshow_speed=10).



Şekil 4.28 Pearl River Kulesi'nde kullanılan rüzgar türbin tipi (Frechette ve Gilchrist, 2008).

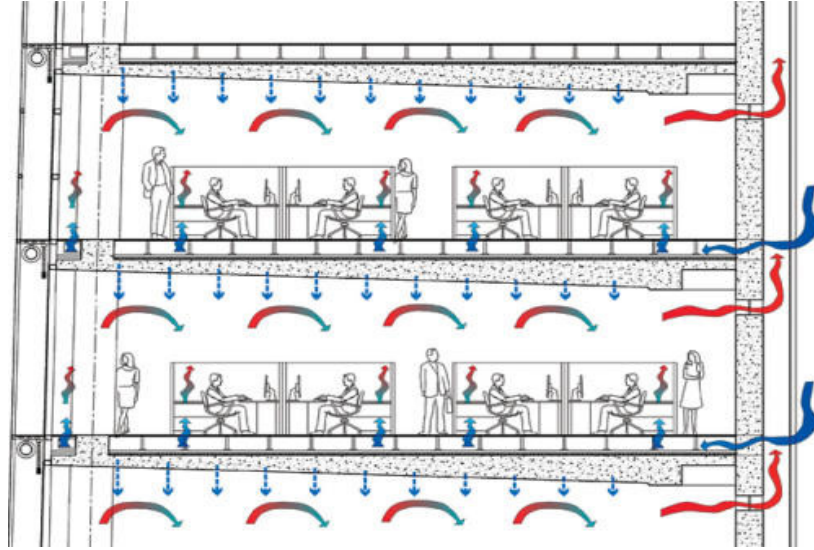
Tropikal iklime sahip bölgede güneşin etkilerini azaltmak, mekanik sistemlerin soğutma yükünü ve enerji tüketimini azaltmak amacıyla binada çift tabakalı cephe sistemi tercih edilmiştir. Dış tabaka yalıtım özellikli low-E kaplamalı camdan, iç tabaka tek camdan yapılmıştır. Ara tabakadaki hava güneşin etkisiyle fazla ısındığında her kat seviyesindeki boşluklardan fanlarla dışarı atılmakta ve böylece iç mekanda istenmeyen sıcaklık yükselmesi engellenmiş olup, soğutma için harcanacak enerji miktarının azaltılması sağlanmaktadır (Şekil 4.29). Ayrıca her katın atık havası çift tabakalı cephe boşluğuna gönderilerek burada oluşan sıcak ve kuru hava, mekanik katta pasif nem alma işlemiyle kullanılarak yeniden değerlendirilmiş olmaktadır (Semizoğlu, 2009).



Şekil 4.29 Kat seviyesinde bulunan, ısınan havanın atılmasını sağlayan boşluklar (<http://www.chinesearchitecture.cn/Building/955/Pearl-River-Tower.php>).

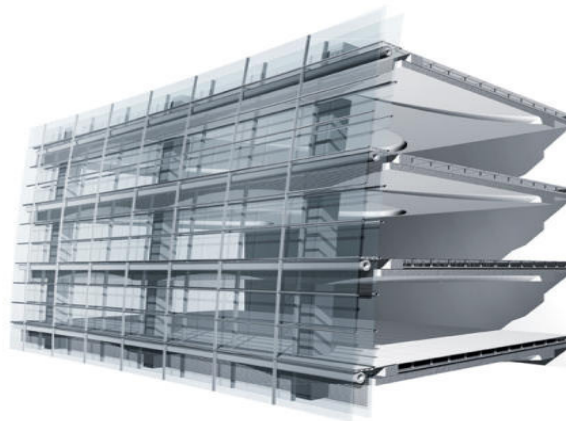
Binada döşeme altındaki vantilasyon sistemi sayesinde alt katlarda ısınıp yükselen havanın soğutulması sağlanarak, diğer soğutma sistemlerine göre (HVAC) % 40

oranında daha az enerji harcanması sağlanmaktadır (Şekil 4.30) (http://www.metropolismag.com/cda/popup_image.php?image_id=7828&slideshow_speed=10).



Şekil 4.30 Döşeme altında oluşturulan vantilasyon şeması (http://www.metropolismag.com/cda/popup_image.php?image_id=7828&slideshow_speed=10).

Binada oluşturulan enerji korunumunun bir kısmı da çift kabuk cepheye entegre edilmiş, güneş ışığına duyarlı hareket eden gölgeleme elemanları tarafından sağlanmaktadır (Şekil 4.31) (Sev ve Başarır, 2011).



Şekil 4.31 Çift kabuk cepheye entegre edilmiş gölgeleme elemanları (http://www.metropolismag.com/cda/popup_image.php?image_id=7828&slideshow_speed=10).

Binada batı cephesine yerleştirilmiş 1500 m² 'lik fotovoltaik hücreler ile bir güneş ekranı oluşturulması ve bina ihtiyacı olan elektrik enerjisinin önemli bir kısmının üretilmesi planlanmaktadır (Şekil 4.32) (http://www.som.com/content.cfm/pearl_river_tower).



Şekil 4.32 Bina batı cephesine yerleştirilen fotovoltaik paneller ile oluşturulan güneş ekranı (http://www.som.com/content.cfm/pearl_river_tower).

Bina sağladığı enerji etkinlik özellikleri ile, uluslararası tasarım yarışması Spark 2008'in Yeşil, Karbon Azaltan ve Çevreci (Green, Carbon-Lowering and Environmental Category) kategorisinde altın ödülü ve Chicago Athenaeum Mimarlık ve Tasarım Müzesi ile Avrupa Mimarlık, Sanat, Tasarım ve Kentsel Araştırmalar Merkezi (The European Centre for Architecture Art Design and Urban Studies) işbirliğinde her yıl düzenlenmekte olan İyi Tasarım (Good Design) olarak adlandırılan ödüllerden 2010 yılı İyi Yeşil Tasarım ödülü (Green Good Design Award) almıştır (http://www.som.com/content.cfm/pearl_river_tower).

4.1.7 Dinamik Güneş Cephesi (Konsept Proje)

<i>Binanın Bulunduğu Yer</i>	–
<i>Binanın Yapım Tarihi</i>	–
<i>Proje Mimarları</i>	Mimarlık İçin Bilim ve Teknoloji Merkezi, Rensselaer Politeknik Enstitüsü, Skidmore, Owings ve Merrill
<i>Binanın Fonksiyonu</i>	–

Tasarımın Enerji Etkin Cepheye Katkısı

Bina cephelerinde güneş enerjisinden yararlanmak üzere güneş kolektörleri ve fotovoltaik paneller kullanarak ısı ve elektrik enerjisi üretilirken karşılaşılan sorunlara yönelik geliştirilen Dinamik Güneş Cephesi (Şekil 4.33) projesi üzerinde Mimarlık İçin Bilim ve Teknoloji Merkezi (CASE, Center For Architecture Science and Technology) önderliğinde Rensselaer Politeknik Enstitüsü ile Skidmore, Owings ve Merrill firması bir arada çalışmaktadır (Sev ve Başarır, 2011).



Şekil 4.33 Dinamik Güneş Cephesi (<http://www.solarfeeds.com/ecofriend/10977-researchers-at-case-develop-glass-based-solar-generating-system>).

Dinamik Güneş Cephesi projesi, yüksek verimlilik almak için çok sayıda panel tasarlanması istenirken panellerin cepheye estetik görünüm sağlamadıkları yönündeki rahatsızlığı gidermeyi amaçlamaktadır. Bu cephe sisteminde güneş ışınlarını kendi merkezlerine yönlendiren piramidal formda saydam camlar kullanılması planlanmaktadır. Her cam piramit merkezine yerleştirilen lenslerin güneş ışığını 500 kat yoğunlaştırarak bir pul büyüklüğündeki güneş hücresine yönlendirmesi tasarlanmıştır. Aynı zamanda saydam bir cephe meydana getiren bu teknoloji ile güneş ışığı ve ısısından % 60 – 80 arasında bir değerde verimlilik ile yararlanmak mümkün olmaktadır (Sev ve Başarır, 2011).

4.1.8 Uçan Şehir/Hidrojenaz (Konsept Proje)

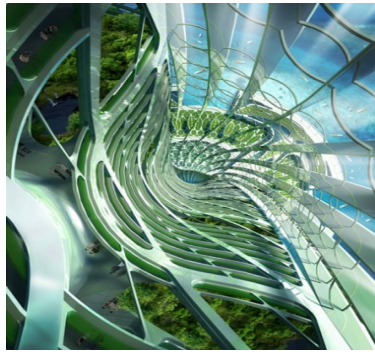
<i>Binanın Bulunduğu Yer</i>	–
<i>Binanın Yapım Tarihi</i>	–
<i>Binanın Mimarı</i>	Vincent Callebaut
<i>Binanın Fonksiyonu</i>	Konut-ofis-eğlence kompleksi

Tasarım

Uçan bir şehir oluşturacak nitelikte olan binalar (Şekil 4.34), Belçikalı mimar Vincent Callebaut tarafından tasarlanmıştır. Konut, ofis ve eğlence mekanlarından oluşması planlanan binanın taşıyıcı sistemi 400 metre yüksekliğindeki dikey bir omurga şeklindedir (Şekil 4.35) (Yazıcıoğlu, 2011).



Şekil 4.34 Uçan Şehir/Hidrojenaz projesi üç boyutlu görüntüsü
(<http://www.evolu.us/architecture/flying-cities-powered-by-bio-fuels/>).



Şekil 4.35 Uçan Şehir/Hidrojenaz, taşıyıcı sistem
(<http://www.evolu.us/architecture/flying-cities-powered-by-bio-fuels/>)

Bina ve Cephesine Ait Enerji Etkinlik Özellikleri

Binada biyo-yakıt üreten sistemler, rüzgar türbinleri ve fotovoltaik paneller bulunması planlanmaktadır. Tasarımın ayrıca uçaktan daha yavaş fakat otomobilden daha hızlı hareket edebilen bir ulaşım aracı niteliği taşıması planlanmaktadır (Şekil 4.36). Bina 2000 metreye kadar yükselebilmekte ve 200 ton ağırlığı 175 km/h hızla taşıyabilmektedir (<http://www.evolo.us/architecture/flying-cities-powered-by-bio-fuels/>).



Şekil 4.36 Uçan Şehir/Hidrojenaz projesi
(<http://www.evolo.us/architecture/flying-cities-powered-by-bio-fuels/>).

Binanın hareketinin, yaşam alanları arasında kalan balon biçimindeki bölmelerin biyo-hidrojen ve helyum gazı ile doldurulması sayesinde gerçekleştirilmesi planlanmıştır. Ayrıca bina kendi ihtiyacı olan enerjinin tamamını üretecek şekilde tasarlanmıştır (<http://www.evolo.us/architecture/flying-cities-powered-by-bio-fuels/>).

4.2 Türkiye’den Enerji Etkin Bina Cephe Örnekleri

Son yıllarda ülkemizde enerji etkin yaklaşımların değerlendirildiği binalardan, Ege Üniversitesi Gama Tipi Güneş Evi, USO Center binası, Siemens Gebze tesisleri ve Port Rezidansı, güneş enerjisini ısı ve elektrik enerjisine dönüştürme, rüzgar enerjisini elektrik enerjisine dönüştürme, doğal aydınlatma sağlama ve enerji etkin malzeme kullanımı gibi enerji etkin yaklaşımları bakımından değerlendirilerek aşağıda örneklendirilmektedir.

4.2.1 Ege Üniversitesi Gama Tipi Güneş Evi

<i>Binanın Bulunduğu Yer</i>	İzmir
<i>Binanın Yapım Tarihi</i>	1992
<i>Binanın Fonksiyonu</i>	Araştırma Merkezi

Tasarım ve Yapım

Tek katlı ve 250 m² zemin alanına sahip bina (Şekil 4.37), Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü binasının yakınında bulunmaktadır. Bina gündüz saatlerinde kullanılmaktadır.



Şekil 4.37 Ege Üniversitesi Gama Tipi Güneş Evi, İzmir
(<http://www.yenienerji.info/?pid=18697>).

Bina ve Cephesine Ait Enerji Etkinlik Özellikleri

Binanın güney yönüne bakan cephesinde trombe duvarı uygulamasından yararlanılmaktadır. Güneşten gelen ışınım enerjisi trombe duvarında toplanmaktadır. Güneye bakan cephede seradan yararlanılmaktadır. Bina çatısında fotovoltaik paneller bulunmakta ve bina bu sayede kendi ihtiyacı olan elektriği üretebilmektedir (<http://www.yenienerji.info/?pid=18697>).

4.2.2 USO Center Binası

<i>Binanın Bulunduğu Yer</i>	İstanbul
<i>Binanın Yapım Tarihi</i>	1999
<i>Binanın Yüksek Mimarı</i>	Turgut Toydemir
<i>Binanın Fonksiyonu</i>	İş Merkezi

Tasarım ve Yapım

USO Center binası (Şekil 4.38) iş merkezi olarak tasarlanmış olup, Maslak Şişli'de bulunmaktadır.



Şekil 4.38 USO Center, İstanbul (http://tr.wikipedia.org/wiki/Maslak_USO_Center).

Binanın toplam kapalı alanı 27000 m²'dir. Binanın tipik ofis kat alanı 956 m²'dir. Bina beş kat bodrum katı üzerinde on sekiz kat ile yükselmektedir. Binada kartlı giriş kontrol sistemi kullanılmaktadır (http://tr.wikipedia.org/wiki/Maslak_USO_Center).

Bina ve Cephesine Ait Enerji Etkinlik Özellikleri

Bina cephesi giydirme cephe sistemi ile oluşturulmuştur. Cephede kullanılan kaplama malzemesi, alüminyum kompozit malzemedir. Cepheyi oluşturan kompozit malzeme yüksek ısı dirence sahiptir. Kullanılan cam tipi, reflekte lamine çift cam malzemedir. Cephe bu sayede güneş ışığını geçiren ancak ısını yansıtan ve istenmeyen ısı kazancı oluşturmayıp soğutma ihtiyacı için kullanılacak olan enerji miktarının azaltılmasını sağlamaktadır (Mangan, 2006).

4.2.3 Siemens Gebze Tesisi

<i>Binanın Bulunduğu Yer</i>	Kocaeli
<i>Binanın Yapım Tarihi</i>	2009
<i>Binanın Fonksiyonu</i>	Üretim Tesisi

Tasarım ve Yapım

Tesis (Şekil 4.39), Gebze Organize Sanayi Bölgesi'nde 2009 yılından bu yana hizmet vermektedir.



Şekil 4.39 Siemens Gebze tesisi
(<http://www.yapi.com.tr/Sektorden/.../73673.html>).

Bina ve Cephesine Ait Enerji Etkinlik Özellikleri

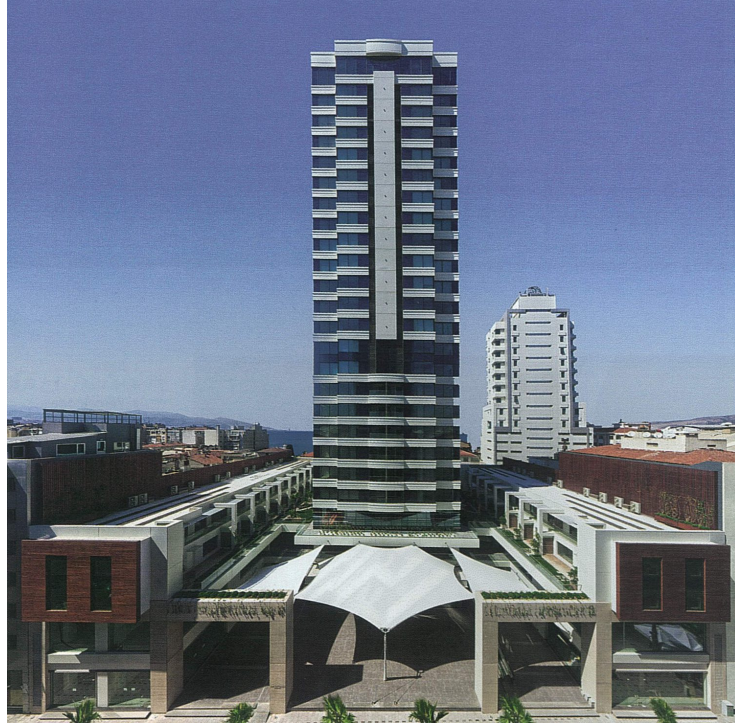
Bina Türkiye'nin ilk "altın yeşil bina (LEED Gold)" sertifikası almaya hak kazanan binası olmaktadır. Binanın yönlenmesi sayesinde doğal aydınlatma sağlanarak yapay aydınlatma ve enerji tüketimini en düşük düzeyde tutmak hedeflenmiştir. Bina giydirme cephesinde low-E cam malzeme kullanılmış ve bu sayede ısı yalıtımı yüksek oranda sağlanmıştır. Güneşin ısıtıcı etkisini engellemek için cephede güneş kırıcılar kullanılmıştır. Bunların yanında binanın mekanik soğutma işlemi sırasında soğutma gruplarından ortaya çıkan atık ısı ile sıcak su elde edilmektedir. Bina cephe kaplamaları da geri dönüştürülmüş malzemelerden oluşturulmuştur (Yaman, 2009).

4.2.4 Port Rezidansı

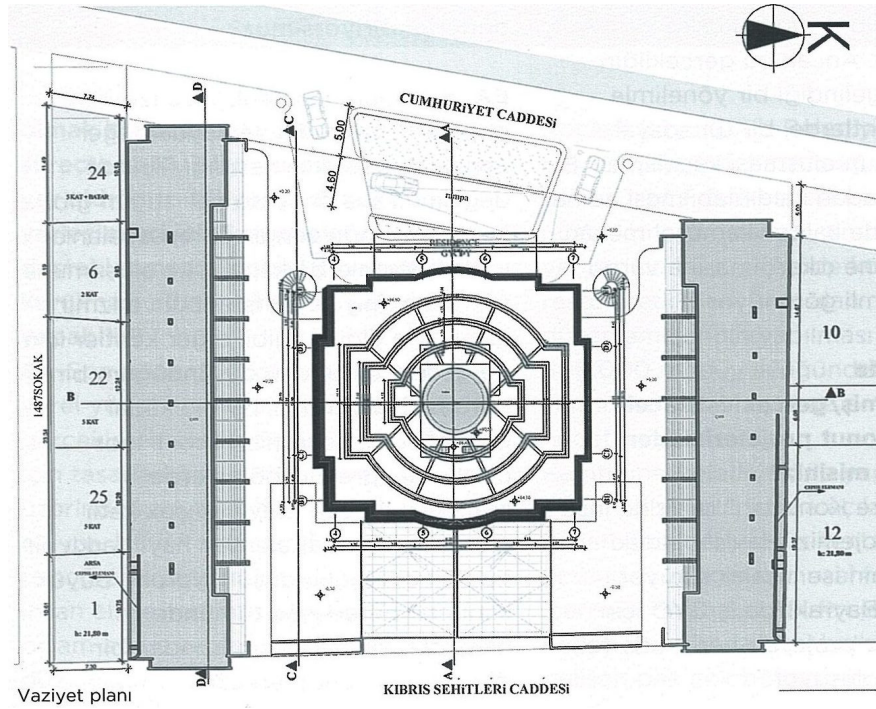
<i>Binanın Bulunduğu Yer</i>	İzmir
<i>Binanın Yapım Tarihi</i>	2010
<i>Binanın Mimarı</i>	M. Emre Karcıoğlu
<i>Binanın Fonksiyonu</i>	Alışveriş Merkezi-Konut

Tasarım ve Yapım

Zemin ve birinci katları çarşı olarak tasarlanmış binanın (Şekil 4.40) çarşı avlusu Alsancak semti Kıbrıs Şehitleri caddesine açılmaktadır. Yapımına 2006 yılında başlanan bina 2010 yılında kullanılmaya başlanmıştır. Bina alışveriş ve eğlence mekanlarının bir arada bulunduğu Kıbrıs Şehitleri Caddesi ile bölgenin ana trafik arteri Cumhuriyet Bulvarı'nı birbirine bağlayarak bu iki önemli cadde arasında geçiş oluşturacak biçimde kurgulanmıştır (Şekil 4.41) (Karcıoğlu, 2011).



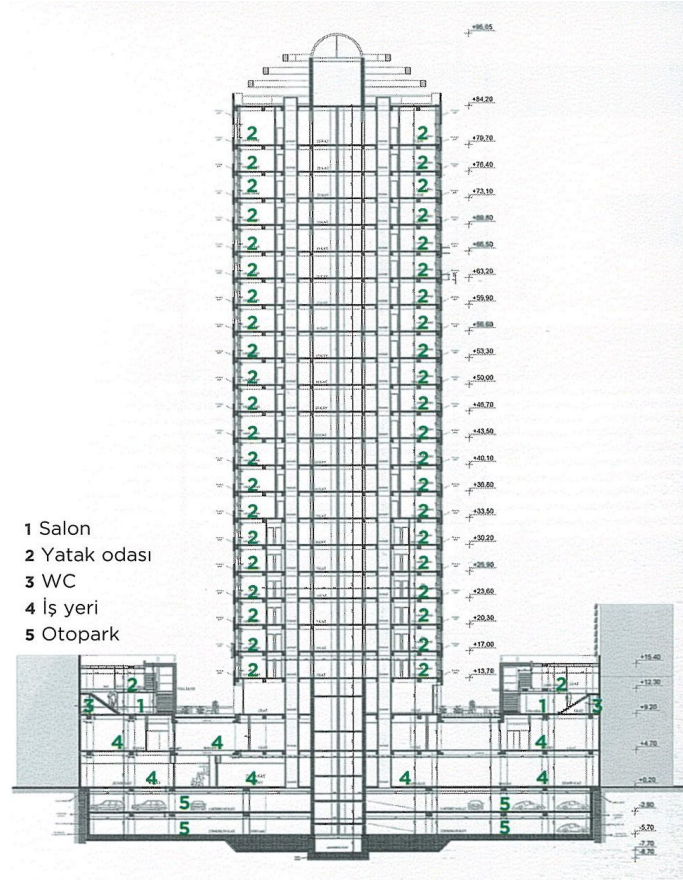
Şekil 4.40 Port Rezidansı, İzmir (Karcıoğlu, 2011).



Vaziyet planı

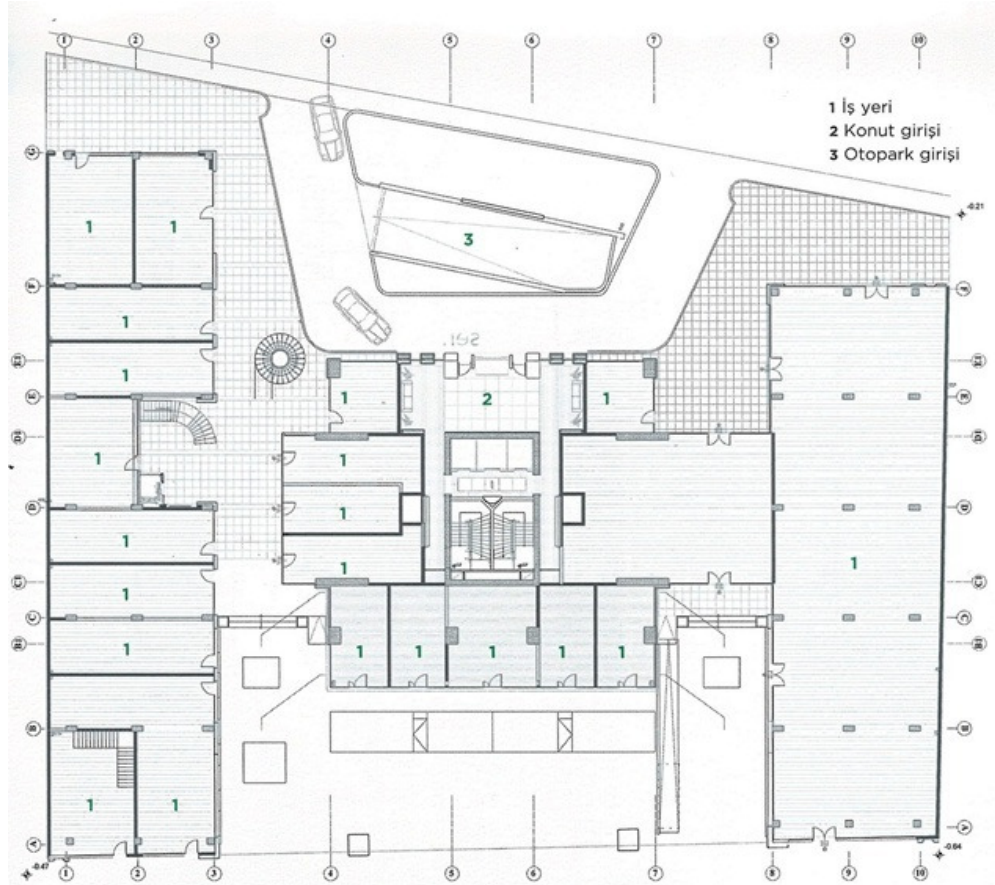
Şekil 4.41 Port Rezidansı, vaziyet planı (Karcıoğlu, 2011).

İki adet bodrum katı ile toplam yirmi altı katlı binanın toplam yüksekliği 93,60 metredir (Şekil 4.42). Binanın düşeyde yükselmesi sayesinde 3500 m² lik arsa üzerine 3000 m² olarak inşa edilmesi mümkün olmuştur (Karcıoğlu, 2011).

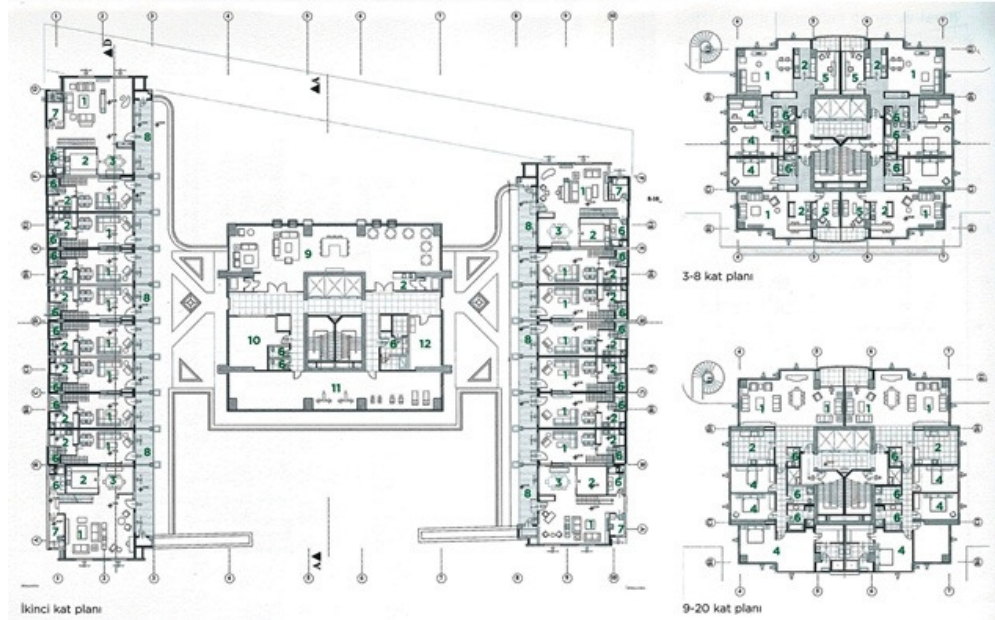


Şekil 4.42 Port Rezidansı, kesit (Karcıoğlu, 2011).

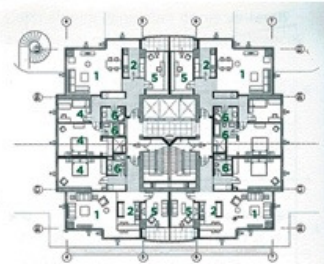
Beş farklı daire tipine sahip binanın ikinci katında ağaçlandırılmış büyük bahçeler bulunmaktadır (Şekil 4.43). Ayrıca konut amaçlı yüksek binalarda çok fazla örneğine rastlanmayan bir detay olarak binaya ait her dairede 5,5 m² lik alanda balkonlara yer verilmiştir (Karcıoğlu, 2011).



Zemin kat planı



İkinci kat planı



3-8 kat planı

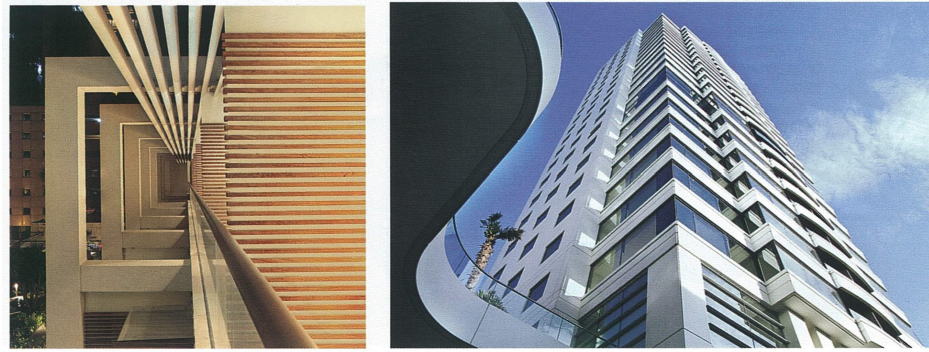


9-20 kat planı

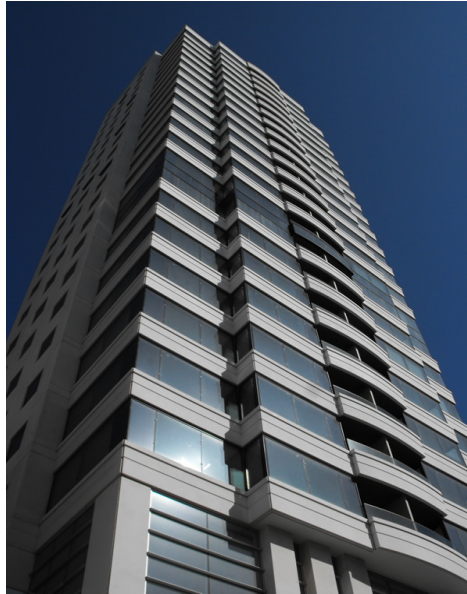
Şekil 4.43 Port Rezidansı, zemin kat, ikinci kat, 3-8. kat ve 9-20. kat planları (Karcioğlu, 2011).

Bina ve Cephesine Ait Enerji Etkinlik Özellikleri

Bina cephesini oluşturan malzeme uzun ömürlü ve yalıtım özelliği bulunan elyaf destekli beton malzemedir (Şekil 4.44). Binanın konumu deniz manzarasından en yüksek düzeyde yararlanmak üzere yönlendirildiğinden, rüzgar yüklerine karşı dirençli özel camların kullanımıyla ısı yalıtımı açısından enerji korunumu sağlanmaktadır (Şekil 4.45). Bununla beraber çarşı avlusu üzerindeki yelken örtüsü, aşınmaya ve yüksek sıcaklığa karşı dayanımlı PTFE membran malzemedir oluşmaktadır. Ayrıca binada termal enerjiden faydalanılarak ısı enerjisi üreten hava kaynaklı ısı pompası sistemi bulunmakta ve iklim kontrolünü sağlayan otomasyon sistemi kullanılmaktadır (Karcıoğlu, 2011).



Şekil 4.44 Port Rezidansı (Karcıoğlu, 2011).



Şekil 4.45 Port Rezidansı cephesi (2011).

4.3 İncelenen Örneklerin Enerji Etkinliği Açısından Karşılaştırılması

İncelenen bina örneklerinde kullanılan enerji etkin cephe yaklaşımları, çalışmanın üçüncü bölümünde açıklanan kriterler bazında irdelenmiştir. Tablo 4.1’de bu yaklaşımlar enerji korunumu sağlamaya ve/veya enerji üretimine yönelik olmak üzere karşılaştırmalı biçimde sunulmuştur.

Çalışma kapsamında incelenmiş olan bina cephe örnekleri karşılaştırıldığında enerji etkinliği sağlamaya yönelik yaklaşımların temelde iki grupta toplandığı görülmektedir:

- Enerji korunumu sağlamaya yönelik yaklaşımlar,
- Enerji üretimine yönelik yaklaşımlar.

Gerek bina cephesini oluşturmada kullanılan malzemelerin üretim sürecinde kullanılacak enerjiyi minimuma indirmek, gerekse bina kullanım sürecinde harcanacak enerji miktarının en az düzeye indirgenmesini sağlamak aşağıdaki enerji etkin yaklaşımlarla mümkün olduğu saptanmıştır:

- *Geri dönüştürülmüş cephe kaplama malzemesi kullanımı,*
- *Argon gazlı cam kullanımı,*
- *Çift tabakalı giydirme cephe sisteminde hareketli şerit paneller ile doğal havalandırma,*
- *Geri dönüştürülebilir, kendini temizleyebilen, UV dayanımlı, uzun ömürlü ETFE malzeme kullanımı,*
- *LED aydınlatma, trombe duvarı/bidon duvar uygulaması,*
- *Hava emiş mazgalı ile atık hava enerjisinin yeniden kullanımı,*
- *Otomatik güneş koruyucu kullanımı,*
- *Yüksek ısı dirençli kompozit malzeme kullanımı,*
- *Low-E cam kullanımı,*
- *Gölgeleme elemanı kullanımı,*

- *Doğal aydınlatma sağlanması,*
- *Elyaf destekli beton kullanımı,*
- *Temperli ısı yalıtım camları kullanımı.*

Bina kullanım sürecinde harcanacak enerjinin bir kısmının üretimine katkıda bulunmanın ise aşağıdaki enerji etkinlik yaklaşımlarıyla mümkün olduğu tespit edilmiştir:

- *Konkav form ile rüzgarın cephe yüzeyinde toplanması ve rüzgar türbini kullanımı ile rüzgar enerjisinden elektrik enerjisi elde etme,*
- *Fotovoltaik sistem kullanımı ile güneş enerjisinden elektrik enerjisi elde etme,*
- *Biyo-yakıt üreten sistem uygulaması,*
- *Güneş kolektörleri ile güneş enerjisinden ısı enerjisi elde etme.*

Tablo 4.1 İncelenen örneklerin enerji etkinliği açısından karşılaştırılması

Bina İsmi	Rüzgar Kulesi	Deutsche Messe AG Yönetim Binası	Ulusal Uzay Merkezi	Torre Agbar	Melbourne Belediye Binası	Pearl River Kulesi	Dinamik Güneş Cephesi Projesi	Uçan Şehir/ Hidrojenaz Projesi	E.Ü.Gama Tipi Güneş Evi	USO Center	Siemens Gebze Tesisi	Port Rezidansı
Yapım Yeri	Yokohama (Japonya)	Hannover (Almanya)	Leicester (İngiltere)	Barselona (İspanya)	Melbourne (Avustralya)	Guangzhou (Çin)	Konsept Proje	Konsept Proje	İzmir	İstanbul	Kocaeli	İzmir
Yapım Tarihi	1986	2000	2001	2004	2006	2011	–	–	1992	1999	2009	2010
Mimarı	Toyo Ito	Thomas Herzog ve Ekibi	Nicholas Grimshaw	Jean Nouvel	Mick Pearce	S.O.M.- Gordon Gill	Mimarlık İçin Bilim ve Teknoloji Merk., Rensselaer Politeknik Ens., S.O.M.	Vincent Callebaut	–	Turgut Toydemir	–	M.Emre Karcıoğlu
Fonksiyonu	Kontrol Merkezi	İş Merkezi	Bilim Müzesi	İş Merkezi	Belediye Binası	İş Merkezi	–	Konut+Ofis+Eğlence Kompleksi	Araştırma Merkezi	İş Merkezi	Üretim Tesisi	Alışveriş Merkezi+ Konut
Cephesinde Kullanılan Enerji Etkinlik Yaklaşımı	<ul style="list-style-type: none"> Atık değerlendirme ile oluşturulan kompozit panel kullanımı 	<ul style="list-style-type: none"> Argon gazlı cam kullanımı, Çift tabakalı giydirme cephe sisteminde hareketli şerit paneller ile doğal havalandırma 	<ul style="list-style-type: none"> Geri dönüştürülebilir, kendini temizleyebilen, UV dayanımlı, uzun ömürlü ETFE malzeme kullanımı, Doğal havalandırma, LED aydınlatma 	<ul style="list-style-type: none"> Çift tabakalı giydirme cephe sistemi ile doğal havalandırma sağlanması, Hareketli cam panel kullanımı, LED aydınlatma 	<ul style="list-style-type: none"> Geri dönüştürülmüş ahşap panel malzeme kullanımı, Hava emiş mazgalı kullanımı, Otomatik güneş koruyucu kullanımı 	<ul style="list-style-type: none"> Rüzgar türbini kullanımı, Konkav form, Low-E cam kullanımı, Atık hava enerjisi yeniden kullanımı, Gölgeleme elemanı kullanımı 	<ul style="list-style-type: none"> Fotovoltaik sistem kullanımı 	<ul style="list-style-type: none"> Fotovoltaik sistem kullanımı, Rüzgar türbini kullanımı, Biyo-yakıt üreten sistem uygulaması 	<ul style="list-style-type: none"> Fotovoltaik sistem kullanımı, Trombe duvarı uygulaması 	<ul style="list-style-type: none"> Yüksek ısı dirençli kompozit malzeme kullanımı 	<ul style="list-style-type: none"> Low-E cam kullanımı, Güneş kırıcı kullanımı, Geri dönüştürülmüş cephe kaplama malzemesi kullanımı, Doğal aydınlatma sağlanması 	<ul style="list-style-type: none"> PTFE membran malzeme kullanımı, Elyaf destekli beton kullanımı, Temperli ısı yalıtım camları kullanımı
Enerji Korunumu	✓	✓	✓	✓	✓	✓	–	–	✓	✓	✓	✓
Enerji Üretimi	–	–	–	–	–	✓	✓	✓	✓	–	–	–

BÖLÜM BEŞ

SONUÇLAR

Bu çalışmada bina cephelerinin günümüz azalan enerji kaynakları hammadde problemine karşı sorumluluk bilinci ile enerji etkin yaklaşımlarla tasarlanması irdelenmiş ve bu yaklaşımlarla yapılan çeşitli bina cephelerine ait örnekler incelenmiştir. Elde edilen bulgularla ulaşılan sonuçlar aşağıda açıklanmıştır.

Bina cephelerinin enerji etkin yaklaşımlarla tasarlanması yaşam döngüsü boyunca enerji tüketimi devam etmekte olan bina elemanları olmaları nedeniyle önem taşımaktadır.

Çalışma kapsamında incelenen bina cephe örneklerinde aşağıdaki enerji etkinliği sağlamaya yönelik yaklaşımlar tespit edilmiştir:

- Bina cephelerinde güneş ısısından pasif olarak yararlanma (güneye yönelme gibi),
- Aydınlatmada gün ışığı kullanımı,
- Isı depolama (trombe duvarı, bidon duvar),
- Gerekli cephelerde güneş kırıcılar ile gölgeleme,
- Hakim rüzgar yönü dikkate alınarak sağlanan doğal havalandırma,
- Rüzgarın cephe yüzeyinde toplanmasını sağlayan form seçimi,
- Cephede bırakılan açıklıkların oranları,
- Enerji etkin malzeme seçimi,
- Isı yalıtımı,
- Fotovoltaik sistemleri ile enerji elde etme,
- Güneş kolektörleri ile enerji elde etme,
- Çift tabakalı giydirme cepheler ile sağlanan doğal havalandırma,
- Bina cepheleriyle bütünleşik rüzgar türbinleri ile enerji elde etme,
- Biyo-yakıt üreten sistem uygulaması.

Elde edilen bulgular sonucunda bina cephelerinde enerji etkinliği sağlamaya yönelik yaklaşımların temelde iki ana ilkeye dayandırıldığı sonucuna ulaşılmıştır: enerji korunumu sağlamak ve enerji üretmek.

Bina cephelerinde enerji etkinliği elde etmeye yönelik yaklaşımların çevresel etkenlere bağlı olarak ya da teknolojik gelişmelere bağlı olarak geliştirildiği tespit edilmiştir. Yönlenmeye ve bina formuna ilişkin kriterler çevresel etkenlere, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve enerji etkin malzemelerin kullanımı ise teknolojik yeniliklere bağlı olmaktadır.

Teknolojik gelişmeler sonucu tükenmekte olan enerji kaynaklarının sürdürülebilirliği yine teknolojiyi kullanarak geliştirilen çözüm önerileri ile sağlanabilmektedir. Bu açıdan enerji sıkıntısının nedeni olan teknoloji aynı zamanda çözümü de bünyesinde barındırmaktadır. İnsanların yenilikleri keşfetme ve konforlu yaşam arzularının teknolojiden geçtiği gerçeği düşünöldüğünde ne teknoloji kullanımı ne de enerji insanoğunun yaşamını devam ettirebilmesi için vazgeçilebilir değildir. Birbirini izleyen fayda ve zarar döngüsünün zarar kısmının en aza indirgenmesinde her alanda olanakların kullanılması ve enerji bilinçli tutum sergilenmesi kaçınılmazdır. Bu nedenle günümüzde mimarlık alanında da binaların tasarım ve yapımında enerji etkinliği sağlamak lüks olmaktan çıkıp gerekli bir koşul olarak değerlendirilmekte ve enerji etkinlik yaklaşımlarına verilen önem gün geçtikçe artmaktadır.

Ölkemizde de ulaşılmaması gereken hedefler doğrultusunda Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu ve Avrupa Birliği'nin 2002/91/EC sayılı "Binalarda Enerji Performansı Çerçeve Direktifi" doğrultusunda "Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği" hazırlanmıştır. 5 Aralık 2008 tarihinde 27025 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan ve 5 Aralık 2009 tarihinde yürürlüğe giren "Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği"ne göre, her binanın bir "Enerji Kimlik Belgesi" olması gerekmektedir. "Enerji Kimlik Belgesi" uygulaması 1 Ocak 2011 tarihinde uygulanmaya başlamıştır. Mevcut binalara ise bu belgenin 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu gereği 2 Mayıs 2017 tarihine kadar "Binalarda Enerji

Performansı Yönetmeliği’’ gereği Enerji Verimliliği Danışmanlık Şirketleri tarafından verilmesi gerekmektedir. ‘‘Enerji Kimlik Belgesi’’nin amacı, bina enerji tüketimleri konusunda toplum bilinci oluşturmak ve binaların çevreye ve geleceğimize verdiği zararları azaltmaktır. Bu bağlamda bu akademik çalışma aynı zamanda enerji etkinliği kapsamında tasarım ve uygulamalara örnek teşkil etme niteliği taşımaktadır.

KAYNAKLAR

Aedesign.wordpress.com. (b.t). *Esplanade Kültür Merkezi*. 22 Nisan 2011,
<http://www.aedesign.wordpress.com/2010/03/19/the-esplanade-singapore>.

Aedesign.wordpress.com. (b.t). *Swiss Re Genel Merkez binası*. 18 Nisan 2011,
http://aedesign.wordpress.com/2010/08/25/swiss-re-hq-london-united-kingdom/foster_swiss-re-3/.

Ağırbasar, Ö. F. (2006). *Dış Duvar Kaplama Ürünlerinin Seçiminde Ürün Bilgilerinin Düzenlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Aktaş, G. G. (2010). *Alışveriş merkezleri yemek katlarında doğal aydınlatmanın iç mekanda sürdürülebilirlik kavramına katkısı*. A. B.Gültekin, (Ed.), *International Sustainable Buildings Symposium Proceedings* (1. Baskı) içinde (603). Ankara: Gazi Üniversitesi.

Alpinist.com. (b.t). *Mağara ve bitki oyuğu örnekleri*. 16 Eylül 2010,
<http://www.alpinist.com/doc/web08s/newswire-cave-rock-closed-permanently>.

Altın, M. (2005). *Research on the Architectural Use of Photovoltaic (PV) Components in Turkey from the Viewpoint of Building Shape*, Doktora Tezi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Altun, D. A. (2009). Sürdürülebilir, enerji korunumlu bir mimarlıkta “tasarım”. *Ege Mimarlık*, (1/68), 28-33.

Anonim. (b.t). *Petra*. 6 Nisan 2011,
http://www.123rf.com/photo_4884272_petra-nabataeans-capital-city-al-khazneh--jordan-monastery-tomb-with-bedouin-new-village-in-backgro.html.

- Anonim. (2007). *Kimya Terimleri Sözlüğü II*. 9 Aralık 2010, <http://tdkterim.gov.tr/bts/>.
- Anonim. (b.t). *Crystal Palace*. 11 Nisan 2011, <http://soa.syr.edu/faculty/bcoleman/arc523/lectures/523.crystal.palace.images.html>.
- Anonim. (b.t). *Larkin Şirketi Yönetim Binası*. 11 Nisan 2011, <http://www.buffalohistoryworks.com/photograph/others/pic49.htm>.
- Anonim. (b.t). *IBM pavyonu*. 18 Şubat 2011, <http://arquitecturaenmovimiento.tumblr.com/>.
- Anonim. (b.t). *Burj Al Arab oteli*. 18 Şubat 2011, <http://www.flickr.com/photos/jigisha/292312248/>.
- Anonim. (b.t). *Gerontology Teknoloji Merkezi*. 24 Şubat 2011, http://www.hightexworld.com/oldsite/page/projects/gtz_kopie.html.
- Anonim. (b.t). *Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncertainties*. 16 Mart 2011, <http://www.nanotec.org.uk/finalreport.htm>.
- Anonim. (b.t). *European Commission: The directorate-general for energy*. 14 Nisan 2011, http://ec.europa.eu/energy/index_en.htm.
- Anonim. (b.t). *Türkiye’de enerji üretim ve tüketimi*. 18 Mayıs 2011, <http://www.dtm.gov.tr/dtmadmin/upload/EAD/KonjokturIzlemeDb/teut.doc>.
- Anonim. (b.t). *Mont-Cenis Akademi binası*. 26 Nisan 2011, <http://business.metropoleruhr.de/en/location/quality-of-life/architecture-picture-gallery.html>.

- Anonim. (b.t). *Sustainable design discussion*. 28 Nisan 2011,
<http://www.cecer.army.mil/SustDesign/Discussion.cfm>.
- Anonim. (b.t). *Jean Nouvel Torre Agbar*. 6 Mayıs 2011,
<http://www.arcspace.com/architects/nouvel/agbar/agbar.html>.
- Anonim. (b.t). *Türkiye'deki güneş evlerinin teknik ve ısı özelliklerinin incelenmesi*.
 14 Mayıs 2011, <http://www.yenienerji.info/?pid=18697>.
- Anonim. (b.t). *Melbourne City Council House*. 8 Mayıs 2011,
http://www.c40cities.org/bestpractices/buildings/melbourne_eco.jsp.
- Arcadja.com. (b.t). *Cam Gökdelenler*. 6 Şubat 2011,
http://www.arcadja.com/auctions/en/mies_van_der_rohe_ludwig/artist/67017/.
- Archidose.org. (b.t). *Tower of winds*. 4 Mayıs 2011,
<http://archidose.org/wp/2001/04/09/tower-of-winds/>.
- Arcspace.com. (b.t). *Knusthaus Sanat Evi*. 24 Şubat 2011,
<http://www.arcspace.com/exhibitions/linz/linz.html>.
- Architecture.about.com. (b.t). *Glass House*. 6 Şubat 2011,
<http://architecture.about.com/od/greatbuildings/ig/ModernandPostmodern-Houses/Glass-House.htm>.
- Arısoy, E. ve Uğurtan, M. (2005). Agbar Kulesi (Torre Agbar). *Yapı*, (Mart), 61-68.
- Arkitera.com. (b.t). *Thames Nehri sel kontrol bariyerleri*. 9 Nisan 2011,
<http://www.arkitera.com/h4278bir-kentin-tasariminda-mimar-in-rolu-ne-olmalidir.html>.

Arslantatar, A. H. (2006). Metal Çerçevesi Giydirmeye Cephelerin Enerji Etkinliği Açısından İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi. Gebze: Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü.

Arteknik.com. (b.t). *Kale taşı*. 6 Aralık 2010, http://www.arteknik.com/index.php?lang=tur&page=11&pluginProducts_vl_catID=13.

Artview.com. (b.t). *Times Square*. 22 Ekim 2010, <http://www.artreview.com/photo/photo/listForContributor?screenName=lurf4t3ljpokv>.

Ayçam, İ. ve Özeler Kenan, N. (2010). *Nano-Mimarlık nano malzemeler ve son gelişmeler*. A. B. Gültekin, (Ed.), *International Sustainable Buildings Symposium Proceedings* (1. Baskı) içinde (141). Ankara: Gazi Üniversitesi.

Baktır, S. (2006). *Yapı Malzemelerindeki Teknolojik Gelişmelerin Mimari Biçimlenmeye Etkileri*, Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Başer, B. (1999). *Levha Cam Yapı Malzemelerinin Yapılarda Kullanım Olanaklarının Araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Baudata.com. (b.t). *Erweiterung-und-Sanierung schule*. 16 Aralık 2010, <http://www.baudata.com/referenzobjekte#4a362e2a-cc12-4f4c-8246-1ec30f9edab6>.

Bayraktar, H. ve Solak, M. (2010). *Nanoteknolojinin Türkiye'deki çevre ve yapı sektörü açısından GZFT matrisi analizi ile değerlendirilmesi*. A. B. Gültekin, (Ed.), *International Sustainable Buildings Symposium Proceedings* (1. Baskı) içinde (141). Ankara: Gazi Üniversitesi.

- Bekar, D. (2007). *Ekolojik Mimarlıkta Aktif Enerji Sistemlerinin İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Benini, D. O. (2009). *Mutlak Gelecek*. 15 Ekim 2009. İzmir: İzmir Ekonomi Üniversitesi, Konferans Salonu.
- Bc.edu. (b.t). *Bauhaus Binası*. 6 Şubat 2011, http://www.bc.edu/bc_org/avp/cas/fnart/fa267/gropius.html.
- Boduroğlu, Ş. ve Kariptaş, F. S. (2010). *Akıllı konut sistemlerinde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı*. A. B.Gültekin, (Ed.), *International Sustainable Buildings Symposium Proceedings* (1. Baskı) içinde (721). Ankara: Gazi Üniversitesi.
- Boduroğlu, Ş., Kariptaş, F. S. ve Sarıman, E. (2010). *Sürdürülebilir mimarlık çerçevesinde akıllı bina tasarımı*. A. B.Gültekin, (Ed.), *International Sustainable Buildings Symposium Proceedings* (1. Baskı) içinde (287). Ankara: Gazi Üniversitesi.
- Bozdoğan, B. (2003). *Mimari Tasarım ve Ekoloji*, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Buckminsterfuller.com. (b.t). 6 Ocak 2011, <http://www.buckminsterfuller.com/>.
- Canan, F. (2008). *Enerji Etkin Tasarımda Parametrelerin Denetlenmesi İçin Bir Model Denemesi*, Doktora Tezi. Konya: Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Chinesearchitecture.cn. (b.t). *Pearl River Tower*. 10 Mayıs 2011, <http://www.chinesearchitecture.cn/Building/955/Pearl-River-Tower.php>.
- Compagno, A. (2002). *Intelligent Glass Façades*. Basel: Birkhäuser-Verlag.

- Coşkun, C., Oktay, Z., Sarpdağ, Ö., Coşkunyürek, A. H. ve Evciman, M. (2008). *Yeşil enerji etkin akıllı villalara yönelik özgün bir tasarım. 7. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu (UTES'2008) bildiri metni içinde* (161-170). 4 Nisan 2011, <http://www.uteg.org/utes/sempbil.html>.
- Çakmaklı, A. B. (2010). *Environmental assessment systems of buildings*. A. B. Gültekin, (Ed.), *International Sustainable Buildings Symposium Proceedings* (1. Baskı) içinde (539). Ankara: Gazi Üniversitesi.
- Çetintürk, S. (2006). *II. Uluslararası Yüksek Bina Ödülü'nü Torre Agbar ile Jean Nouvel kazandı*. 6 Mayıs 2011, <http://www.arkitera.com/h9254-ii-uluslararası-yuksekbina-odulu-nu-torre-agbar-ile-jean-nouvel-kazandi.html>.
- Çıkış, D. T. (2007). *The Evolution and Change of Building Facades: A Research for Developing Alternative Composite Surface Materials*, Yüksek Lisans Tezi. İzmir: İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Designbuild-network.com. (b.t). *Valencia Opera Binası*. 20 Aralık 2010, <http://www.designbuild-network.com/projects/valencia-opera/valencia-opera5.html>.
- Designinc.com.au. (b.t). *Melbourne Belediye binası*. 8 Mayıs 2011, <http://www.designinc.com.au/projects/ch2-melbourne-city-council-house-2>.
- Desso.com. (b.t). *National space centre*. 4 Mayıs 2011, http://www.desso.com/BC_Delighted_customers_National_Space_Centre_EN.html.
- Detail.de. (b.t). *National space centre*. 4 Mayıs 2011, http://www.detail.de/rw_5_Archive_En_HoleArtikel_5085_Artikel.htm.
- Deviantart.com. (2007). *The Jubilee Church*. 16 Mart 2011, <http://siusam.deviantart.com/art/The-Jubilee-Church-45819436>.

Domusweb.it. (b.t). *Deutsche Messe AG*. 4 Mayıs 2011,
<http://www.domusweb.it/en/architecture/the-sustainable-architecture-of-thomas-herzog/>.

Dorbek, Y. (2007). *Çevresel Değerlendirme Metotlarının Mantıksal İlişkilendirme Diyagramı Hazırlanması Doğrultusunda İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Duran, E. (2008). *Taşıyıcı Olmayan ve Dış Cephe Kullarılan Prefabrik Pano ve Kaplamaların Mimari Performanslarının İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Earchitect.co.uk. (b.t). *Guggenheim Müzesi*. 9 Nisan 2011,
http://www.earchitect.co.uk/bilbao/guggenheim_museum_bilbao.htm.

Efthymiou, K. (2007). *Thermal and Visual Analysis of Traditional and Modern Facade Systems as A Guide for Energy Efficiency in Contemporary Architecture*, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Enercan, T. (2004). *High Tech Akım Ofis Yapıları ve Ekolojik Ofis Yapılarının Gelişimine Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Energysavers.gov. (b.t). *Trombe duvarı çalışma ilkesi*. 20 Nisan 2011,
http://www.energysavers.gov/your_home/designing_remodeling/index.cfm/mytopic=10300.

Erdoğan, H. K. (2007). *Yüksek Yapılarda Kullanılan Cephe Sistemlerinin Analizi ve İstanbul'daki Örnekler Üzerine Bir Araştırma*, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Eriş, B. ve Durgun, G. (2010). *Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği Semineri*. 24 Mart 2010. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Sürekli Eğitim Merkezi, Alsancak.
- Ersoy, M. S. (2008). *Transparan Cephe Sistemlerinin Sınıflandırılması, Yapım ve Kullanım Performanslarının Karşılaştırılması*, Yüksek Lisans Tezi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Evlin, G. (2007). *The Nano revolution*. 16 Mart 2011, <http://www.architectmagazine.com/curtain-walls/the-nano-revolution.aspx>.
- Evolu.us. (b.t). *Flying cities*. 14 Mayıs 2011, <http://www.evolu.us/architecture/flying-cities-powered-by-bio-fuels/>.
- Filiz, M., Şahin, H. T., Usta, P. Ve Kayapınar, A. (2010). *Yapı sektörü ve çevre ilişkisi açısından kompozit malzemeler*. A. B. Gültekin, (Ed.), *International Sustainable Buildings Symposium Proceedings* (1. Baskı) içinde (141). Ankara: Gazi Üniversitesi.
- Fisk, M. J. ve Anderson, H. C. W. (1982). *Introduction to Solar Technology*. Addison- Wesley Publishing Company.
- Fortmeyer, R. (2009). *Melbourne's great experiment: Technological ambition and daring-do provide a wealth of lessons for aspiring green designers*. 8 Mayıs 2011, http://greensource.construction.com/projects/2009/05_Council-House.asp.
- Fosterandpartners.com. (b.t). *Willis, Faber ve Dumas Genel Merkez Binası*. 10 Şubat 2011, <http://www.fosterandpartners.com/Projects/0102/Default.aspx>.
- Frechette, R. E. ve Gilchrist, R. (2008). *Towards zero energy*. 10 Mayıs 2011, http://www.ctbuh.org/Portals/0/Repository/T6_FrechetteGilchrist.cc3a16e5-f3b1-471f-b6f2-fc7545ad1beb.pdf.

- Gao, S., Mader, E. ve Plonka, R. (2007). Nanocomposite coatings for healing surface defects of glass fibers and improving interfacial adhesion. *ScienceDirect*, 2892-2901. 20 Mart 2011, <http://www.sciencedirect.com>.
- Germanposters.de. (b.t). *Cam Gökdelenler*. 6 Şubat 2011, <http://www.germanposters.de/rahmenstudio.html?id=71>.
- Globalarchitectsguide.com. (b.t). *Sainte-Marie-de-la-Tourette Manastırı*. 9 Aralık 2010, <http://www.globalarchitectsguide.com/library/La-Tourette-Monastery.php>.
- Greatbuildings.com. (b.t). *Otaniemi Teknik Üniversite Kütüphanesi*. 9 Aralık 2010, http://www.greatbuildings.com/buildings/Otan_Univ_Library.html.
- Güçlü, Ö. (2001). *Çelik Tel Katkılı Alüminyum Kompozitlerin Üretimi*, Yüksek Lisans Tezi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Gül, F. (2007). *Biomimicry, yeni bir mimarlık tarzı mı?* 8 Mayıs 2011, <http://www.arkitera.com/k172-biomimicry-yeni-bir-mimarlik-tarzi-mi.html>.
- Güleç, D. (2007). *Bina Enerji Performans Simülasyonunun Mimari Tasarım Stüdyosuna Entegrasyonu*, Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Gür, N. V. (2001). *Hafif Giydirmeye Cephe Sistemlerinin Analiz ve Değerlendirilmesi İçin Bir Model*, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Gür, N. V. (2007). *Mimaride Sürdürülebilirlik Kapsamında Değişken Yapı Kabukları İçin Bir Tasarım Destek Sistemi*, Doktora Tezi. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Güvenç, B. (2008). *Sürdürülebilirlik Bağlamında Ekolojik Tasarım Prensiplerinin Mimaride Uygulanabilirliğinin İrdelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Güvenli, Ö. (2006). *Tarihsel Süreç İçinde Malzeme Cephe İlişkisi ve Giydirme Cephe*, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Güzer, C. A. (2003). Toyo Ito: Kültürün giysisi olarak mimarlık. *Arredamento Mimarlık*, (Kasım), 59-61.
- Hasol, D. (2002). *Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü* (8. Baskı). İstanbul: Yapı – Endüstri Merkezi Yayınları.
- Hauser, B. (2006). *National space centre exhibition, research complex*. 4 Mayıs 2011, <http://www.caa.uidaho.edu/arch504ukgreenarch/CaseStudies/SpaceCentre2.pdf>.
- Herzog, Krippner ve Lang. (2004). *Facade Construction Manual*. Basel: Birkhäuser.
- Hsieh, C., Wu, F. ve Chen, W. (2009). Super water- and oil- repellencies from silica-based nanocoatings. Elsevier, 3377- 24 Mart 2011, <http://www.elsevier.com/locate/surfcoat>.
- Işık, M. (2007). *Türkiye’de Mevcut Yapıların Enerji Etkinliğini İyileştirmeye Yönelik Bir Çalışma*, Yüksek Lisans Tezi. Gebze: Gebze İleri teknoloji Enstitüsü Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü.
- İleriye, U. (2007). *Mimarlıkta Saydamlık Düşüncesi*, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Jetsongreen.com. (b.t). *Swiss Re Genel Merkez binası*. 18 Nisan 2011, <http://www.jetsongreen.com/design/modern-architecture/page/103>.
- Jones, R. M. (1999). *Mechanics of composite materials* (2. Baskı). USA: Taylor ve Francis Inc.
- Kahraman, İ. (2003). *Cam Malzemenin Türleri, Özellikleri ve Yapılarda Kullanımının Sistemik Olarak Sınıflandırılması*, Yüksek Lisans Tezi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Karaca, M. (2008). *Toplu Konutlarda Enerji Etkinliği; Toplu Konut İdaresi Başkanlığı (TOKİ) Toplu Konut Projeleri Üzerinden Bir İnceleme*, Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Karcıoğlu, M. E. (2011). Dikey yaşam yatay geçit. *Ege Mimarlık*, (2/77), 42-45.
- Katırcı, U. (2003). *Çevre ve Yaşam İçin Yapı Tasarımı: Norman Foster*, Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Knapp, T. ve Wagner, A. (2009). *Whole Buildings: Sustainability and Energy Efficiency*. 15 - 18 Haziran 2009, 4th International Building Physics Conference. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Taşkışla, Taksim.
- Kocaman, E. (2002). *Metal Konstrüksiyonlu Akıllı Giydirme Cepheler*, Yüksek Lisans Tezi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Koç, Y. (2010). *Yapılarda yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı: Güneş enerjisi örneği*. A. B.Gültekin, (Ed.), *International Sustainable Building Symposium Proceedings* (1. Baskı) içinde (716). Ankara: Gazi Üniversitesi.
- Köksal, T. (2000). Enerji korunumlu cephelerde saydamlılık ve saydam yalıtım uygulaması. *Arredamento Mimarlık*, (Mayıs), 150.

Lakot, E. (2007). *Ekolojik ve Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Enerji Etkin Çift Kabuklu Bina Cephe Tasarımlarının Günümüz Mimarisindeki Yeri ve Performansı Üzerine Analiz Çalışması*, Yüksek Lisans Tezi. Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Lechner, N. (1991). *Heating, Cooling, Lighting – Design Methods for Architects*. New York: John Wiley and Sons, Inc.

Mangan, S. D. (2006). *Akıllı Binalarda Alt Sistem Değerlendirmesi: İstanbul Örneği*, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Merriam-webster.com. (b.t). *Energy*. 12 Nisan 2011, <http://www.merriam-webster.com/dictionary/energy?show=0&t=1304367803>.

Merriam-webster.com. (b.t). *Facade*. 20 Haziran 2010, <http://www.merriam-webster.com/dictionary/facade>.

Merriam-webster.com. (b.t). *Nano*. 14 Mart 2011, <http://www.merriam-webster.com/dictionary/nano?show=0&t=1304321869>.

Metropolismag.com. (b.t). *Pearl River Tower*. 10 Mayıs 2011, http://www.metropolismag.com/cda/popup_image.php?image_id=7828&slideshow_speed=10.

Modernmimari.com. (b.t). *Crystal Palace*. 11 Nisan 2011, <http://www.modernmimari.com/mimarlikvemuhendislik/egitim-ve-arastirma/839-modern-mimarlik-modern-mimari.html>.

Officemuseum.com. (b.t). *Harper ve Brothers Binası*. 4 Ocak 2011, http://www.officemuseum.com/office_buildings.htm.

Openbuildings.com. (b.t). *National space centre*. 4 Mayıs 2011,
<http://openbuildings.com/buildings/national-space-centre-profile-1334>.

Özdemir, B. B. (2005). *Sürdürülebilir Çevre İçin Binaların Enerji Etkin Pasif Sistemler Olarak Tasarlanması*, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Özer, S. S. (2006). *Geleneksel Yığma Yapılarda Strüktürel Elemanların Analizi*, Yüksek Lisans Tezi. Kayseri: Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Özkılıç Keleş, C. (2008). *Türkiye’de Binalarda Enerji Verimliliği Açısından Fotovoltaik Sistemlerin Kullanılmasına Yönelik Bir İnceleme*, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Özmeral, F. (2006). *Dış Cephe Tasarımında Plastik Esaslı Kompozit Malzeme Kullanılması*, Yüksek Lisans Tezi. Sakarya: Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Panoramio.com. (b.t). *Palazzo dei Diamanti*. 6 Aralık 2010,
<http://www.panoramio.com/photo/20315193>.

Picasaweb.google.com. (b.t). *Torento ve Bavaria’da cephe örnekleri*. 14 Ekim 2010,
<http://picasaweb.google.com/schmitt>.

Richardrogers.co.uk. (b.t). *TGI Binası*. 4 Ocak 2011,
http://www.richardrogers.co.uk/work/all_projects/bordeaux_law_courts/completed.

Sakınç, E. (2006). *Sürdürülebilirlik Bağlamında Mimaride Güneş Enerjili Etkin Sistemlerin Tasarım Ögesi Olarak Değerlendirilmesine Yönelik Bir Yaklaşım*, Doktora Tezi. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Sapasolar.com. (b.t). *Lyon*. 24 Nisan 2011, <http://www.sapasolar.com/turkey/sapasolar/index.html>.
- Sarıtaş, N. (2008). *Yapılarda Gün Işığı Denetiminde Cam Malzeme Kullanımının Değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Sayın, S. (2006). *Yenilenebilir Enerjinin Ülkemiz Yapı Sektöründe Kullanımının Önemi ve Yapılarda Güneş Enerjisinden Yararlanma Olanakları*, Yüksek Lisans Tezi. Konya: Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Schittich, C. (2001). *In Detail: Building Skins – Concepts, Layers, Materials*. Basel; Boston; Berlin: Birkhäuser.
- Science.org.au. (b.t). *Composites*. 2 Mart 2011, <http://www.science.org.au/nova/059/059key.htm>.
- Seçkin, N. P. (2006). *Ekolojik Değerlere Göre Ahşap Kompozit Malzemenin Seçim Kriterleri*, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Mimar Sinan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Semizoğlu, R. (2009). *Rüzgar Türbinlerinin Gökdelen Mimarisine Etkisinin Tipolojik İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Sev, A. ve Başarır, B. (2011). *Geçmişten geleceğe enerji etkin yüksek yapılar ve uygulama örnekleri. 10. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi* bildiri metni içinde (1499-1513). 8 Mayıs 2011, http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/132a155576cc29c_ek.pdf.
- Sevinç, U. (2006). *Mimari Cephede Dokusal Etkilerin İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Skyscrapercity.com. (b.t). *Pearl River Tower*. 10 Mayıs 2011, <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?p=60314103>.
- Solardirect.com. (b.t). *Fotovoltaik modül*. 24 Nisan 2011, <http://www.solardirect.com/pv/pvlist/pvlist.htm>.
- Solarfeeds.com. (b.t). *Dynamic Solar facade*. 14 Mayıs 2011, <http://www.solarfeeds.com/ecofriend/10977-researchers-at-case-develop-glass-based-solar-generating-system>.
- Som.com. (b.t). *Inland Steel Building*. 14 Ocak 2011, http://www.som.com/content.cfm/inland_steel_building.
- Som.com. (b.t). *Pearl River Tower*. 10 Mayıs 2011, http://www.som.com/content.cfm/pearl_river_tower.
- Structurae.de. (b.t). *Fagus Fabrikası*. 6 Şubat 2011, <http://en.structurae.de/structures/data/index.cfm?id=s0036154>.
- Subaşı Direk, Y. (2003). *Giydirme Cephe Tasarım Sürecinde Karar Vermek İçin Bir Yöntem Önerisi*, Doktora Tezi. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Sun, Q. (2004). *Design of Experimental Facility for Kinetic Turbines*, Yüksek Lisans Tezi. Kanada: Manitoba Üniversitesi.
- Superstock.com. (b.t). *Bahreyn Ticaret Merkezi*. 28 Nisan 2011, <http://www.superstock.co.uk/stock-photos-images/1597-85510>.
- Superstock.com. (b.t). *Cam Müzesi*. 10 Şubat 2011, <http://www.superstock.com/stock-photos-images/1801-7699>.

Sustainy.com. (b.t). *Dymaxion Dağıtım Birimi prototipi*. 8 Ocak 2011, <http://www.sustainy.com/?p=675>.

Süslü, Ş. (2009). *Konya'da Apartman Yapılarının Tarihi Süreç İçinde Cephe Özelliklerinin Gelişimi*, Yüksek Lisans Tezi. Konya: Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Şenel, A. ve Halıoğlu, F. H. (2010). *Sürdürülebilir mimarlık yaklaşımlarının binalarda yeniliklerin kullanılmasına etkileri*. A.B.Gültekin, (Ed.), *International Sustainable Buildings Symposium Proceedings* (1. Baskı) içinde (651-655). Ankara: Gazi Üniversitesi.

Şener, D. (2006). *Understanding Façade Between Design and Manufacturing: A Case Study on High – Rise Office Buildings in İstanbul*, Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Tdk.org.tr. (b.t). *Cephe*. 5 Temmuz 2010, <http://tdkterim.gov.tr/bts/>.

The Whole Building Design Guide. Wbdg.org. (b.t). *BIPV components*. 25 Nisan 2011, <http://www.wbdg.org/resources/bipv.php>.

Tıkr, A. (2009). *İstanbul'da Mevcut Bir Konutun Dış Kabuğunun Enerji Etkin Yenilenmesi ve Ekonomik Etkinliğinin Değerlendirilmesine Yönelik Bir Çalışma*, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Tokuç, A. (2004). *İzmir'de Enerji Etkin Konut Yapıları İçin Tasarım Kriterleri*, Yüksek Lisans Tezi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Tosun, M. (1992). *Prefabrike Beton Cephe Elemanlarında Yüzey Oluşturma Yöntemleri ve Uygulama Sorunları*, Yüksek Lisans Tezi. Konya: Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Travelpod.com. (b.t). *Doğal taştan yapılmış dış duvar örneği*. 20 Eylül 2010, <http://www.travelpod.com/s/photos/>.

Turhan, E. (2007). *Mimari Tasarımda Cam Kullanımı ve Alışveriş Merkezlerinde Değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Ulukavak Harputlugil, G. (2009). *Enerji Performansı Öncelikli Mimari Tasarım Sürecinin İlk Aşamasında Kullanılabilecek Tasarıma Destek Değerlendirme Modeli*, Doktora Tezi. Ankara: Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Umaroğulları, F. (2001). *Yapı Kabuğunda Cam Malzeme Kullanımı*, Yüksek Lisans Tezi. Edirne: Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Urbika.com. (b.t). *Cam Piramit*. 16 Şubat 2011, <http://tr.urbika.com/projects/view/4423-cam-piramit>.

Uzer Saatcioğlu, M. (2007). *Ekolojik Konut: Konutun Su Üreten Bir Makina Olma Olasılığı*, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Ünal, M. (2006). *Çift Kabuk Cephelerin Sistematik Analizi ve Uygulama Örneklerinin İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Ünal, S. (2008). *Yerli ve Yabancı Geleneksel Stillerdeki Müstakil Konut Cephelerinde Sembolik Anlam*, Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Viewpictures.co.uk. (b.t). *Cam Müzesi*. 10 Şubat 2011, <http://www.viewpictures.co.uk/Details.aspx?ID=49458&TypeID=1>.

Wikipedia.org. (b.t). *Efficiency*. 16 Nisan 2011,
http://en.wikipedia.org/wiki/Efficiency_%28disambiguation%29.

Wikipedia.org. (b.t). *Palazzo dei Diamanti*. 6 Aralık 2010,
http://en.wikipedia.org/wiki/Palazzo_dei_Diamanti.

Wikipedia.org. (b.t). *Torre Agbar*. 4 Mayıs 2011,
http://en.wikipedia.org/wiki/Torre_Agbar.

Wittgenstein, L. (1990). *The Duty of Genius*, New York: Penguin Books.

Wrightshouse.com. (b.t). *Fallingwater*. <http://www.wrightshouse.com/frank-lloyd-wright/fallingwater-pictures/F1SW-fallingwater-in-fall.html>.

Yaman, C. (2009). Siemens Gebze Tesisleri. *Yapı*, (Nisan), 66-68.

Yan, F. Y. (2006). *Energy Performance of Semi-transparent PV Modules for Applications in Buildings*, Doktora Tezi. Hong Kong: Hong Kong Politeknik Üniversitesi.

Yapaygranit.com. (b.t). *Yapay taşlar*. 6 Nisan 2011, <http://www.yapaygranit.com>.

Yapi.com.tr. (2009). *Siemens Gebze Tesisi*, 16 Mayıs 2011,
http://www.yapi.com.tr/Sektorden/turkiye-nin-ilk-altin-yesil-bina-sertifikasi-siemens-gebze-tesisleri-ne_73673.html.

Yazıcıoğlu, D. A. (2011). Eko-teknolojilerin sürdürülebilir mimarinin biçimlenişindeki rolü. *Mimarlık*, (Mart-Nisan), 61-68.

Yurttakal, Ö. (2007). *Pencere Sistemlerinin Isıl Performansının Eleman ve Bina Düzeyinde Değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Zeballos, C. (2010). *Jean Nouvel: Agbar Tower Barcelona*. 6 Mayıs 2011, <http://architecturalmoleskine.blogspot.com/2010/06/jean-nouvel-agbar-tower-barcelona.html>.

Zeballos, P. (2010). *Toyo Ito: A tribute to the winds*. 14 Kasım 2010, <http://architecturalmoleskine.blogspot.com/2010/06/toyo-ito-tribute-to-winds.html>.

Zigenfus, R. E. (2008). *Element Analysis of the Green Building Process*, Yüksek Lisans Tezi. New York: Rochester Institute of Technology Masters of Science in Environmental, Health and Safety Management.

EKLER

EK-1

Resmi Gazete Tarihi: 05.12.2008 Resmi Gazete Sayısı: 27075

BİNALARDA ENERJİ PERFORMANSI YÖNETMELİĞİ**BİRİNCİ BÖLÜM****Amaç, Kapsam, Dayanak, Tanımlar ve Kısaltmalar****Amaç****MADDE 1 – (Değişik:RG-1/4/2010-27539)**

(1) Bu Yönetmeliğin amacı, binalarda enerjinin ve enerji kaynaklarının etkin ve verimli kullanılmasına, enerji israfının önlenmesine ve çevrenin korunmasına ilişkin usul ve esasları düzenlemektir.

Kapsam**MADDE 2 – (Değişik:RG-1/4/2010-27539)**

(1) Bu Yönetmelik mevcut ve yeni yapılacak binalarda;

a) Mimari tasarım, mekanik tesisat, aydınlatma, elektrik tesisatı gibi binanın enerji kullanımını ilgilendiren konularda bina projelerinin ve enerji kimlik belgesinin hazırlanmasına ve uygulanmasına ilişkin hesaplama metotlarına, standartlara, yöntemlere ve asgari performans kriterlerine,

b) Enerji kimlik belgesi düzenlenmesi, bina kontrolleri ve denetim faaliyetleri için yetkilendirmelere,

c) Enerji ihtiyacının, kojenerasyon sistemi ve yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanmasına,

ç) Ülke genelindeki bina envanterinin oluşturulmasına ve güncel tutulmasına, toplumdaki enerji kültürü ve verimlilik bilincinin geliştirilmesine yönelik eğitim ve bilinçlendirme faaliyetlerine,

d) Korunması gerekli kültür varlığı olarak tescil edilen binalarda, enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik önlemler ve uygulamalar ile ilgili, Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kurulunun görüşünün alınarak bu görüş doğrultusunda yapının özelliğini ve dış görüntüsünü etkilemeyecek biçimde enerji verimliliğini artırıcı uygulamaların yapılmasına

ilişkin iş ve işlemleri kapsar.

(2) Sanayi alanlarında üretim faaliyetleri yürütülen binalar, planlanan kullanım süresi iki yıldan az olan binalar, toplam kullanım alanı 50 m²'nin altında olan binalar, seralar, atölyeler ve münferit olarak inşa edilen ve ısıtılmasına ve soğutulmasına gerek duyulmayan depo, cephanelik, ardiye, ahır, ağıl gibi binalar bu Yönetmeliğin kapsamı dışındadır.

Dayanak**MADDE 3 – (Değişik:RG-1/4/2010-27539)**

(1) Bu Yönetmelik, 18/4/2007 tarihli ve 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanununun 7 nci maddesinin birinci fıkrasının (ç) ve (d) bentleri ile 13/12/1983 tarihli ve 180 sayılı Bayındırlık ve İskân Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararnamenin 30/A numaralı maddesine dayanılarak hazırlanmıştır.

Tanımlar ve kısaltmalar**MADDE 4 – (1) Bu Yönetmelikte geçen;**

a) Aydınlatma enerji tüketimi: Binanın aydınlatılması için harcanan toplam enerjiyi,

b) Aydınlatma yükü: Aydınlatma için kullanılan toplam kurulu gücü,

c) Bağımsız bölüm: Anagayrimenkulün ayrı ayrı ve başlı başına kullanılmaya elverişli olup, 2/7/1965 tarihli ve 634 sayılı Kat Mülkiyeti Kanunu hükümlerine göre bağımsız mülkiyete konu olan bölümlerini,

ç) Bakanlık: Bayındırlık ve İskan Bakanlığını,

d) Bina: Kendi başına kullanılabilen, üstü örtülü olan insanların içine girebilecekleri ve insanların oturma, çalışma, eğlenme veya dinlenmelerine veya ibadet etmelerine yarayan ve hayvanların ve eşyaların korunmasına uygun yapıyı,

e) Bina sahibi: Bina üzerinde mülkiyet hakkına sahip olan gerçek veya tüzel kişiyi veya varsa intifa hakkı sahibini, eğer her ikisi de yoksa binaya malik gibi tasarruf edeni,

f) (Değişik:RG-1/4/2010-27539) Bina yöneticisi: Kat Mülkiyeti Kanununa göre atanmış veya seçilmiş veya belirlenmiş olan ve bina yönetimini sağlayan kişiyi,

g) Bireysel ısıtma: Bağımsız bölüm içerisine yerleştirilen bir ısı üretim kaynağından elde edilen ısıtma enerjisi ile bağımsız bölümün ısıtılmasını,

ğ) Bölgesel ısıtma sistemi: Bir merkezden elde edilen ısıtma enerjisinin, mahalle ve daha büyük ölçekteki yerleşimlerde yer alan binalara dağıtılmasını ve bağımsız bölümlerin ısıtılmasını sağlayan sistemi,

h) Bölgesel sıhhi sıcak su sistemi: Bir merkezden elde edilen sıhhi sıcak suyun bölge içerisindeki binalara ve bağımsız bölümlere dağıtılması ve kullanılmasını sağlayan sistemi,

ı) (Mülga:RG-1/4/2010-27539)

i) Enerji kimlik belgesi: Asgari olarak binanın enerji ihtiyacı ve enerji tüketim sınıflandırması, yalıtım özellikleri ve ısıtma ve/veya soğutma sistemlerinin verimi ile ilgili bilgileri içeren belgeyi,

j) (Değişik:RG-1/4/2010-27539) Enerji kimlik belgesi vermeye yetkili kuruluşlar: Yeni tasarlanan binalar için; binanın tasarımında görev alan yetkili mimar ve mühendisleri, mevcut binalar için enerji verimliliği danışmanlık şirketlerini,

k) (Mülga:RG-1/4/2010-27539)

l) (Mülga:RG-1/4/2010-27539)

m) Enerji yöneticisi: Binalarda enerji yönetimi ile ilgili faaliyetleri yerine getirmekle sorumlu ve enerji yöneticisi sertifikasına sahip kişiyi,

n) (Mülga:RG-1/4/2010-27539)

o) Halojen lamba: İçinde halojen gaz bulunan tungsten halojen ve metal halojen olmak üzere iki çeşidi bulunan lambaları,

ö) Hizmet amaçlı binalar: Kamu binaları, okullar, ibadethaneler, hastaneler, sağlık merkezleri ve benzeri amaçlara tahsis edilmiş binaları, sığınma veya yaşlı veya çocukların bakımı için tahsis edilmiş sosyal hizmet binalar ve benzeri amaçlar için tahsis edilmiş binaları, sinema ve tiyatro, toplantı salonları, sergiler, müzeler, kütüphaneler, kültürel binalar ve sportif faaliyetlere tahsis edilen binalar ve benzeri amaçlara tahsis edilmiş binaları,

p) Isı pompası: Toprakta, havada ve suda düşük sıcaklıkta mevcut olan enerjinin, ısıtma ve/veya soğutma yapmak amacıyla bina içine iletilmesini sağlayan düzeneği,

r) İlgili idare: Yapı ruhsatı ve yapı kullanma izin belgesi verme yetkisine sahip belediye ve mücavir alan sınırları içindeki uygulamalar için büyükşehir belediyeleri ile diğer belediyeleri, bu alanlar dışında kalan alanlarda valilikler ile diğer idareleri,

s) İklimlendirme sistemi: Ortam havasının, neminin, temizliğinin ve sıcaklığının bir arada kontrol edildiği ve taze hava ihtiyacının karşılandığı sistemi,

ş) (Değişik:RG-1/4/2010-27539) İşletmeci kuruluş: Mekanik ve elektrik sistemlerinin çalışmasından sorumlu kuruluşu,

t) (Mülga:RG-1/4/2010-27539)

u) Kaskad kazan sistemi: Birbirleri ile mekanik ve elektronik olarak haberleşmeli çalışan, ihtiyaca göre sıralı devreye girerek yakıt tasarrufu sağlayan, kazan yedekleme sıkıntısının olmadığı kazan sistemlerini,

ü) Kazan: Yakıtın yakılması sonucu açığa çıkan enerjinin ısı taşıyıcı akışkana aktarılmasını sağlayan basınçlı kabı,

v) Kojenerasyon: Isı ve elektrik ve/veya mekanik enerjinin aynı tesiste eş zamanlı olarak üretimini,

y) Mekanik tesisat: İnşaat işlerinde makine mühendisliği etkinlik alanına giren ısıtma, soğutma, havalandırma, temiz ve pis su, sıhhi sıcak su ve yangın söndürme sistemleri işlerinin tümünü,

z) Merkezi ısıtma sistemi: Bir merkezden elde edilen ısıtma enerjisi ile birden fazla bağımsız bölümün ısıtılmasını sağlayan sistemi,

aa) Merkezi sıhhi sıcak su sistemi: Bir merkezden elde edilen sıhhi sıcak suyun binalara ve bağımsız bölümlere dağıtılması ve kullanılmasını sağlayan sistemi,

bb) Merkezi soğutma sistemi: Bir merkezden elde edilen soğutma enerjisi ile birden fazla bağımsız bölümün soğutulmasını sağlayan sistemi,

cc) (Mülga:RG-1/4/2010-27539)

çç) Mevcut bina: Bu Yönetmeliğin yürürlüğe girmesinden önce yapı ruhsatı alınıp yapımı devam eden veya yapımı tamamlanan binayı,

dd) Nihai enerji tüketimi: Son kullanıcı tarafından binasında veya bağımsız bölümünde katı, sıvı veya gaz yakıtlardan elde edilen enerjinin ve elektrik enerjisinin toplam tüketimini,

ee) (Mülga:RG-1/4/2010-27539)

ff) (Mülga:RG-1/4/2010-27539)

gg) Ticari amaçlı binalar: İş merkezleri, ofis ve benzeri amaçlara tahsis edilmiş binalar ve eğlence ve alışveriş merkezleri ve benzeri amaçlara tahsis edilmiş binalar ile otel, motel, pansiyon ve benzer amaçlara tahsis edilmiş binaları,

ğğ) TSE: Türk Standardları Enstitüsünü,

hh) Yenilenebilir enerji: Hidrolik, rüzgar, güneş, jeotermal, biyokütle, biyogaz, dalga, akıntı ve gel-git gibi fosil olmayan enerji kaynaklarından elde edilebilen enerjiyi,

ıı) Yıllık enerji ihtiyacı: Binanın ısıtma, sıhhi sıcak su, soğutma, elektrik ve aydınlatma sistemleri için birincil enerji cinsinden ortama bir yıl içerisinde verilmesi gereken ısı enerjisi miktarını,

ii) Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı: Isıtma sisteminden ısıtılan ortama bir yıl içerisinde verilmesi gereken net ısı enerjisi miktarını,

jj) (Değişik:RG-1/4/2010-27539) Yıllık sıhhi sıcak su enerjisi ihtiyacı: Sıcak su temini için bir yıl içerisinde harcanan net ısı enerjisi miktarını,

kk) Yıllık soğutma enerjisi ihtiyacı: Soğutma sisteminin soğutulan ortamdan bir yıl içerisinde atması veya çekmesi gereken net ısı enerjisi miktarını,

ll) (Ek:RG-1/4/2010-27539) BEP-TR: Enerji kimlik belgelerinin düzenlenmesi için kullanılan ve Bakanlık internet adresinden erişim sağlanan yazılım programını,

mm) (Ek:RG-1/4/2010-27539) Binalarda enerji verimliliği: Binalarda yaşam standardı ve hizmet kalitesinin düşmesine sebebiyet vermeksizin enerji tüketiminin azaltılmasını,

nn) (Ek:RG-1/4/2010-27539) Birincil enerji tüketimi: Son kullanıcı tarafından binasında veya bağımsız bölümünde katı, sıvı veya gaz yakıtlardan elde edilen enerji ile tüketilen elektrik enerjisinin üretilmesi ve dağıtılması safhalarında tüketilen enerjilerle birlikte toplam tüketimlerini,

oo) (Ek:RG-1/4/2010-27539) Denetim yapacak kurum ve kuruluşlar: Enerji kimlik belgesine göre binanın enerji tüketen ekipmanlarının, ilgili raporlarda belirtilen periyotlarda ilgili standartlarda belirtilen ve sistemin gerektirdiği periyodik kontrole, teste ve bakıma tabi tutulup tutulmadığının denetlenmesini yapacak olan ve Bakanlık tarafından yetkilendirilmiş kurum veya kuruluşları,

öö) (Ek:RG-1/4/2010-27539) Genel aydınlatma: Bir hacmin tamamında belirli kriterler kapsamında, aydınlatmada vurgu, yönlendirme ve farklı aydınlık seviyesine gerek olan kısmi bölge gibi özel ihtiyaçlar dikkate alınmaksızın talepleri karşılamak amacıyla yapılan aydınlatmayı,

pp) (Ek:RG-1/4/2010-27539) Güvenlik aydınlatması: Gece şartlarında bina çevresinin güvenlik açısından kontrolün ve gözetimin daha kolay yapılmasını sağlamak amacıyla yapılan çevre aydınlatmasını,

rr) (Ek:RG-1/4/2010-27539) Kullanım alanı: Binanın inşa edilen ve kullanılabilen tüm bölümlerinin; duvarlar, kolonlar, ışıklıklar, giriş holleri, açık çıkmalar, hava bacaları, saçaklar, tesisat galerileri ve katları, ticari amaçlı olmayan ve binanın kendi ihtiyacı için otopark olarak kullanılan bölüm ve katlar, yangın merdivenleri, asansörler, tabii zemin terasları, kalorifer dairesi, kömürlük, sıgınak, su deposu ve hidrofor dairesi çıktıktan sonraki alanı,

ss) (Ek:RG-1/4/2010-27539) Önemli tadilat: Binada cephe, mekanik ve elektrik tesisatı gibi enerji tüketimini etkileyen konularla ilgili toplam tadilat maliyetinin, binanın emlak vergisine esas değerinin % 25'ini aştığı tadilatları,

şş) (Ek:RG-1/4/2010-27539) Yapı inşaat alanı: Işıklıklar hariç olmak üzere, bodrum kat, asma kat ve çatı arasında yer alan mekanlar ve ortak alanlar dahil yapının inşa edilen bütün katlarının alanını

ifade eder.

İKİNCİ BÖLÜM

İlkeler, Görevler, Yetkiler ve Sorumluluklar

İlkeler

MADDE 5 – (1) (Değişik:RG-1/4/2010-27539) Yeni bina tasarımında, mevcut binaların proje değişikliği gerektiren önemli tadilat projelerinde, mekanik ve elektrik tesisat değişikliklerinde binanın özelliklerine göre bu Yönetmelikte öngörülen esaslar göz önüne alınır.

(2) Binanın mimari, mekanik ve elektrik projeleri, diğer yasal düzenlemeler yanında, enerji ekonomisi bakımından bu Yönetmelikte öngörülen şartlara uygun değil ise, ilgili idare tarafından yapı ruhsatı verilmez.

(3) Bu Yönetmelik esaslarına uygun projesine göre uygulama yapılmadığının tespiti halinde, tesbit edilen eksiklikler giderilinceye kadar binaya, ilgili idare tarafından yapı kullanım izin belgesi verilmez.

(4) (**Değişik:RG-1/4/2010-27539**) Bu Yönetmelikte tanımlanmamış olan ve açıklık gereken hususlar hakkında, Ek-8a'da verilen Türk Standartlarının güncel halleri, bu standartların olmaması halinde ise, Ek-8b'de verilen Avrupa Standartlarının güncel halleri esas alınır.

(5) (**Değişik:RG-1/4/2010-27539**) Bu Yönetmeliğin uygulanmasında proje, yapım, denetim ve diğer konularda tereddüde düşülen hususlar hakkında Bakanlığın görüşü alınır.

(6) (**Ek:RG-1/4/2010-27539**) Mevcut binaların, dış cephe duvarlarında ısı yalıtımı, ısıtma sisteminde kazan değişikliği, ferdi ve merkezi ısıtma sistemleri arasında dönüşüm yapılması, merkezi soğutma sistemi kurulması, kojenerasyon sistemi kurulması veya yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretilmesi ile ilgili konularda tadilat yapılması halinde, bu Yönetmelik hükümleri doğrultusunda uygulama projesi hazırlanır ve yapı kullanım izni veren ilgili idare tarafından onaylanır ve uygulanması sağlanır.

(7) (**Ek:RG-1/4/2010-27539**) Bu Yönetmeliğin uygulanmasında, Avrupa Birliği mevzuatına uyum ile birlikte bu uyum kapsamında Avrupa Birliği ülkelerindeki binalarda asgari enerji performansı uygulamalarının bu Yönetmeliğe yansıtılması doğrultusunda gerekli değişikliklerin yapılması esastır.

Görev, yetki ve sorumluluk

MADDE 6 – (1) Bu Yönetmelik hükümlerinin uygulanmasından;

- a) İlgili idareler,
- b) Enerji kimlik belgesi düzenlemeye yetkili kuruluşlar,
- c) Yatırımcı kuruluşlar,
- ç) Bina sahipleri, bina yöneticileri veya enerji yöneticileri,
- d) İşletmeciler kuruluşlar,
- e) İşveren veya temsilcileri,
- f) Tasarım ve uygulamada görevli mimar ve mühendisler,
- g) Uygulayıcı yükleniciler ve üreticiler,

ğ) (**Değişik:RG-1/4/2010-27539**) Binanın yapılmasında, kullanılmasında ve enerji kimlik belgesi düzenlenmesinde görev alan müşavir, danışman, proje kontrolü yapan gerçek veya tüzel kişiler, enerji kimlik belgesi düzenlemeye yetkili kuruluşlar, denetleme kuruluşları ve işletme yetkilileri, görevli, yetkili ve sorumludur.

(2) Yönetmelik hükümlerine göre inşa edilmemiş binalardan;

a) Projenin eksik veya hatalı olması veya standartlara uygun olmaması halinde, proje müellifleri; yapımın eksik veya hatalı olması veyahut standartlara uygun olmaması halinde ise, varsa yapı denetim kuruluşu ve yüklenici veya yapımcı firma, yetkileri oranında sorumludur.

b) Sistemin uygun çalışmaması işletmeden kaynaklanıyor ise, bina sahibi, yöneticisi veya varsa enerji yöneticisi veya işletmeciler kuruluş doğrudan sorumlu olur.

c) İlgili idareler, sorumluluğun takip, tespit ve gereğinin yerine getirilmesi hususunda görevli ve yetkilidir.

(3) İlgili idareler ve enerji kimlik belgesi düzenlemeye yetkili kuruluşlar, projelerin ve uygulamaların bu Yönetmelik hükümlerine uygun olup olmadığını denetler.

(4) Bu Yönetmeliğe uygun tasarım ve uygulaması yapılmayan binalara yapı ruhsatı veya yapı kullanım izin belgesi verilmesi durumunda, ilgili idareler, enerji kimlik belgesi düzenlemeye yetkili kuruluşlar ve varsa yapı denetim kuruluşları sorumlu olur.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

Bina Enerji Performansı Açısından Mimari Proje Tasarımı ve

Mimari Uygulamaları

Bina enerji performansı açısından mimari proje tasarımı

MADDE 7 – (1) Binaların mimari tasarımında, imar ve ada/parsel durumu dikkate alınarak ısıtma, soğutma, doğal havalandırma, aydınlatma ihtiyacı asgari seviyede tutulur, güneş, nem ve rüzgar etkisi de dikkate alınarak, doğal ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma imkanlarından azami derecede yararlanır.

(2) Mimari tasarımda dikkat edilmesi gereken hususlar aşağıda belirtilmiştir.

a) (**Değişik:RG-1/4/2010-27539**) Binaların ve iç mekânların yönlendirilmesinde, güneş, rüzgâr, nem, yağmur, kar ve benzeri meteorolojik veriler dikkate alınarak oluşturulan mimari çözümler aracılığı ile istenmeyen ısı kazanç ve kayıpları asgari düzeyde tutulur.

b) (**Değişik:RG-1/4/2010-27539**) Bina içerisinde sürekli kullanılacak yaşam alanları, güneş ısı ve ışığı ile doğal havalandırmadan en uygun derecede faydalanacak şekilde yerleştirilir.

c) (**Değişik:RG-1/4/2010-27539**) Mimari uygulama projesi ve sistem detaylarının, ısı yalıtım projesindeki bütün malzemeler ve nokta detayları ile bütünlük sağlaması, ısı yalıtımında sürekliliği sağlayacak şekilde, çatı-duvar, duvar-pencere, duvar-taban ve taban-döşeme-duvar bileşim detaylarını ihtiva etmesi gerekir.

ç) (**Değişik:RG-1/4/2010-27539**) Binanın yapılacağı yere ilişkin olarak yenilenebilir enerji kaynak kullanılması imkânlarının araştırılması ile oluşturulacak raporlar, mimari çözümlerde öncelikle dikkate alınır.

Mimari uygulamalar

MADDE 8 – (1) Mevcut binaların dış kabuğu, binanın enerji performansını olumsuz etkileyecek şekilde değiştirilemez.

(2) (**Değişik:RG-1/4/2010-27539**) Isı kaybeden düşey dış yüzeylerinin toplam alanının % 60'ı ve üzerindeki oranlarda camlama yapılan binalarda pencere sisteminin ısı geçirgenlik katsayısının (Up) 2,1 W/m²K'den büyük olmayacak şekilde tasarlanması ve diğer ısı kaybeden bölümlerinin ısı geçirgenlik katsayılarının TS 825 Standardında tavsiye edilen değerlerden % 25 daha küçük olmasının sağlanması durumunda, bu binalar TS 825 Standardına uygun olarak kabul edilir. Söz konusu binalar için ısı yalıtım projesi ve hesaplamalar TS 825 Standardında tanımlanan usul ve esaslara göre yapılır. Bu hesaplamalar içerisinde bu fıkrafta belirtilen şartların yerine getirildiğinin ayrıca gösterilmesi gerekir. Ayrıca, yaz aylarındaki istenmeyen güneş enerjisi kazançları için tasarım sırasında tedbirler alınır.

(3) (**Mülga:RG-1/4/2010-27539**)

(4) Yeni yapılacak binalar için ısı yalıtım raporu hazırlanmasının gerektiği durumlarda ve mevcut binalara yapılan uygulamalarda, iç yüzeyden dış yüzeye doğru oluşturulan katmandaki yapı ve ısı yalıtım malzemeleri, giydirme cam cephenin iç yüzeyindeki cama yapıştırılan film tabakasının ısı geçirgenlik katsayısı, giydirme cam cepheli binanın bulunduğu iklim bölgesindeki TS 825 standardında tavsiye edilmiş olan ısı geçirgenlik katsayısından büyük olamaz.

(5) (**Mülga:RG-1/4/2010-27539**)

(6) (**Mülga:RG-1/4/2010-27539**)

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

Isı Yalıtımı Esasları, Asgari Hava Sirkülasyonu ve Sızdırmazlık

Bina ısı yalıtımı esasları

MADDE 9 – (1) Binaların ısı yalıtım hesaplamalarında aşağıda belirtilen hususlara uyulur.

a) Binanın Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacının TS 825 standardında belirtilen sınır değerden küçük olması gerekir.

b) Bitişik nizam olarak yapılacak olan binaların ısıtma enerjisi ihtiyacı hesabı yapılırken, bitişik nizam tarafında kalan duvarlar da dış duvar gibi değerlendirilir.

(2) Binaları dış havadan, topraktan veya düşük iç hava sıcaklığına sahip ortamlardan ayıran yapı bileşenlerinin yüzeyleri, TS 825 standardında belirtilen asgari ısı yalıtım şartlarına uygun şekilde yalıtılır.

(3) Bina kabuğunu oluşturan, duvar, döşeme, balkon, konsol, taban, tavan, çatı ve pencere/duvar birleşimleri ısı köprüsü oluşmayacak şekilde yalıtılır. Mevcut binalarda ısı köprülerinin önlenememesi durumunda, ısıyı nakleden kaplama yüzeylerinde oluşan ısı köprüleri sebebiyle gerçekleşen ısı kaybı hesabı TS EN ISO 10211-1, TS EN ISO 10211-2, TS EN ISO 14683 veya TS EN ISO 6946 standardına göre yapılır ve yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının hesaplanmasında dikkate alınır.

(4) Belediye hudutları ve mücavir alan sınırları dışında, köy nüfusuna kayıtlı ve köyde sürekli oturanların, köy yerleşik alanları civarında ve mezralarda 2 kata kadar olan ve toplam döşeme alanı 100 m²'den küçük (dış havaya açık balkon, teras, merdiven, geçit, aydınlık ve benzeri yerler hariç) yeni binalar ile bu alanlardaki;

a) Yapı bileşenlerinin ısı geçirgenlik katsayılarının, TS 825 standardında belirtilen yapı bileşenleri değerlerine eşit veya daha küçük olması,

b) Toplam pencere alanının, ısı kaybeden dış duvar alanının %12'sine, eşit veya daha küçük olması

hallerinde konstrüksiyonların ve ayrıntıların mimari projede gösterilmesi şartıyla, "ısı yalıtım projesi" yapılması gerekmez. Bu durumda yukarıdaki şartların sağlandığını gösteren bir "ısı yalıtım raporu" düzenlenmesi yeterlidir.

(5) **(Değişik:RG-1/4/2010-27539)** Binanın bağımsız bölümleri arasındaki duvar, taban ve tavan gibi yapı elemanlarında, R direnci en az 0,80 m²K/W olacak şekilde yalıtım uygulanır.

(6) **(Mülga:RG-1/4/2010-27539)**

(7) Bu Yönetmelikte belirtilmeyen hususlarda TS 825 standardına uyulur.

(8) Yapı ve yalıtım malzemelerinin standarda uygunluğu;

a) Yapı ve yalıtım malzemelerinin ısı iletkenlik hesap değerleri TS 825 Ek-E'de verilmiş olup, ısı yalıtım projesi burada verilen değerlere göre hesaplanır. Bina yapımında kullanılacak yapı ve yalıtım malzemeleri için 8/9/2002 tarihli ve 24870 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan, Yapı Malzemeleri Yönetmeliği çerçevesinde, Yapı ve Yalıtım Malzemelerinin CE veya G uygunluk işareti ve uygunluk beyanı veya belgesi alınması zorunludur.

b) **(Değişik:RG-1/4/2010-27539)** Birinci fıkra hükümleri çerçevesinde beyan edilen ısı iletkenlik hesap değerlerinin TS 825 Ek-E'deki değerlerden daha küçük olması ve bu değerlerin hesaplamalarda kullanılmak istenilmesi halinde, beyan edilen ısı iletkenlik hesap değerlerinin hesaplamalarda kullanılabilmesi için, Bakanlıkça bu amaç için özel olarak görevlendirilmiş bir kuruluş tarafından, malzemenin beyan edilen ısı iletkenlik hesap değerlerinin belgelendirilmesi şarttır. Eğer bu belgelendirme yapılmamış ise, hesaplamalarda, söz konusu malzemenin beyan edilen ısı iletkenlik hesap değeri yerine TS 825 Ek-E'deki değerleri alınır. Görevlendirilmiş kuruluşun çalışma usul ve esasları Bakanlıkça belirlenir.

Isı yalıtım projesi zorunluluğu

MADDE 10 – (1) Bu Yönetmelik hükümleri uyarınca TS 825 standardında belirtilen hesap metoduna göre, yetkili makina mühendisi tarafından hazırlanan "ısı yalıtım projesi" imara ilişkin mevzuat gereğince yapı ruhsatı verilmesi safhasında tesisat projesi ile birlikte ilgili idarelerce istenir.

(2) Isı yalıtım projesinde;

a) Isı kayıpları, ısı kazançları, kazanç/kayıp oranı, kazanç kullanım faktörü ve aylık ve yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının büyüklüklerinin, TS 825 standardında verilen "Binanın Özgül Isı Kaybı" ve "Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı" çizelgelerindeki örneklerde olduğu gibi çizelgeler halinde verilmesi ve hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının (Q), TS 825 standardında verilen yıllık ısıtma enerjisi (Q_i) formülünden elde edilecek olan sınır değerden büyük olmadığının gösterilmesi,

b) Konutlar dışında farklı amaçlarla kullanılan binalarda yapılacak hesaplamalarda, binadaki farklı bölümler arasındaki sıcaklık farkı 4 °C'den daha fazla ise ve bu binada birden fazla bölüm için yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı hesabı yapılacaksa, bu bölümlerin sınırlarının şematik olarak çizilmesi, sınırların ölçüleri ve bölümlerin sıcaklık değerleri üzerinde gösterilmesi,

c) Binanın ısı kaybeden yüzeylerindeki dış duvar, tavan ve taban/döşemelerde kullanılan malzemeler, bu malzemelerin eleman içindeki sıralanışı ve kalınlıkları, duvar, tavan ve taban/döşeme elemanlarının alanları ve "U" değerlerinin belirtilmesi,

ç) Pencere sistemlerinde kullanılan cam ve çerçevenin tipinin, bütün yönler için ayrı ayrı pencere alanlarının ve "U" değerlerinin belirtilmesi,

d) Havalandırma tipinin belirtilmesi, mekanik havalandırma söz konusu ise, hesaplamalar ve sonuçlarının proje raporunda belirtilmesi,

e) Isı yalıtım projesinde, binanın ısı kaybeden yüzeylerinde oluşabilecek yoğuşmanın TS 825 standardında belirtildiği şekilde tahkik edilmesi, gerekli çizim ve hesaplamaların proje raporunda verilmesi,

f) Mevcut binaların tamamında veya bağımsız bölümlerinde yapılacak olan esaslı tamir, tadil ve eklemelerdeki uygulama yapılacak olan bölümler için, TS 825 standardında ısıtma derece gün bölgelerine göre tanımlanmış tavsiye edilen ısı geçirenlik katsayılarına eşit veya daha küçük olduğunun gösterilmesi,

g) Mevcut binalarda yapılacak olan esaslı tamir, tadil ve eklemelerde, uygulamanın yapılacağı yüzeylerde oluşabilecek yoğuşmanın TS 825 standardında belirtildiği şekilde tahkik edilmesi, gerekli çizim ve hesaplamaların raporlanması

hususunda bilgiler bulunmalıdır.

Mekanik tesisat yalıtımı esasları

MADDE 11 – (1) (Değişik:RG-1/4/2010-27539) Binaların ısıtma, soğutma, havalandırma ve klima gibi enerji kullanımını etkileyen tesisatlarında kullanılan borular, kolektörler ve bağlantı malzemeleri, vanalar, havalandırma ve iklimlendirme kanalları, sıhhi sıcak su üreticileri ve depolama üniteleri, yakıt depoları ve diğer mekanik tesisat ekipmanları, ısı köprüsüne yol açmayacak şekilde ve yüzey sıcaklığı ile iç ortam sıcaklığı arasında 5°C'den fazla fark ve yüzeyde yoğuşma olmayacak şekilde yalıtılır.

(2) Mekanik tesisat yalıtım hesaplamaları ve uygulamalarında aşağıda belirtilen hususlara uyulur.

a) (Mülga:RG-1/4/2010-27539)

b) Mekanik tesisatta meydana gelen ısı kayıp ve kazançları prEN ISO 12241:2008 standardına göre hesaplanır.

c) (Mülga:RG-1/4/2010-27539)

ç) Şartlandırılan mekanların içerisinde yer alan kanallar, ısı direnci 0,6 m²K/W'dan küçük olmayacak şekilde yalıtılır. Diğer mekanlarda yer alan ve yalıtılması gereken kanalların ısı direnci 1,2 m²K/W'dan küçük olmayacak şekilde yalıtılır.

d) Mekanik tesisat boru ve klima kanalı montajları, boruların ve kanalların birbirleri arasındaki mesafeler ile tavan, taban ve duvarlar arasındaki mesafeleri, hesaplamaları yapılan yalıtım kalınlıklarının uygulanmasına engel olmayacak şekilde yapılır. Boruların ve klima kanallarının askıya alınmaları ile kalıcı veya sabit mesnetle desteklemelerinde ısı kayıplarının ve ısı köprülerinin oluşmasına izin verilmez.

(3) Soğuk su ve soğutma tesisatlarındaki borular ve soğuk akışkan taşıyan klima kanalları, ısı kazançları ve yoğuşma riskini önlemeye yönelik olarak iki ayrı hesaplama yöntemi sonucunda elde edilen en büyük kalınlık değeri esas alınarak dıştan yalıtılır. Yoğuşmanın ve korozyonun önlenmesi için yapılan hesaplamalarda, borunun ve kanalın yüzey sıcaklığının, çığ noktası sıcaklığının altına düşmemesini sağlayan yalıtım kalınlığı gözönünde bulundurulur. Soğuk su ve soğutma tesisatlarındaki borular ve soğuk akışkan taşıyan klima kanalları açık gözenekli ısı yalıtım malzemeleri kullanılması durumunda, yoğuşmanın engellenmesi için dıştan buhar kesici bir malzeme ile kaplanır.

(4) (Mülga:RG-1/4/2010-27539)

(5) (Mülga:RG-1/4/2010-27539)

(6) (Mülga:RG-1/4/2010-27539)

Asgari hava sirkülasyonu ve sızdırmazlık

MADDE 12 – (Değişik:RG-1/4/2010-27539)

(1) Binalarda, derzler de dâhil olmak üzere, ısı geçişinin olabileceği yüzeylerde, kesitlerde ve/veya şaftlarda sürekli hava geçirmeyecek şekilde sızdırmazlık sağlayacak ve hava geçişine engel olacak uygun malzemeler kullanılır. Binalarda iç hava kalitesini bozmayacak şekilde gerekli kontrollü temiz hava girişi sağlanır.

(2) Bina sızdırmazlık hesaplarında bina kat sayısına bağlı olarak; dış pencerelerden, balkon kapılarından ve çatı pencerelerinden kaynaklanan sızıntılar için TS EN 12207 Standardında verilen derz geçirgenlik değerleri kullanılır. Mekanik havalandırma sistemi bulunan yalıtımlı binalarda, iç ve dış ortamlar arasında 50 Pascal basınç farkı için hesaplarda kullanılacak hava değişim sayıları TS EN 13465 Standardından alınır.

BEŞİNCİ BÖLÜM

Isıtma ve Soğutma Sistemleri Tasarım ve Uygulama Esasları

Isıtma sistemleri tasarım esasları

MADDE 13 – (1) Isıtma sistemleri tasarımında kullanılacak olan ısı geçirenlik katsayıları 9 uncu maddede belirtilen şartlara göre hesaplanarak belirlenir.

(2) Isıtma sistemi tasarım hesapları TS 2164 standardına göre yapılır.

(3) (Değişik:RG-1/4/2010-27539) Yeni binalarda; yapı ruhsatına esas olan toplam kullanım alanının 2.000 m² ve üstünde olması halinde merkezi ısıtma sistemi yapılır.

(4) (Değişik:RG-1/4/2010-27539) Kullanım alanı 250 m² ve üstünde olan bireysel ısıtma sistemine sahip gaz yakıt kullanılan binalarda bağımsız bölümlerde veya müstakil binalarda; yoğuşmalı tip ısıtıcı cihazlar veya entegre ekonomizerli cihazlar kullanılır.

(5) **(Değişik:RG-1/4/2010-27539)** Merkezi ısıtma sistemi ile ısıtılan binaların bağımsız bölümlerindeki hacimlerinde sıcaklık kontrol ekipmanları ile ısı merkezinde iç ve/veya dış hava sıcaklığına bağlı kontrol ekipmanları kullanılır.

(6) **(Değişik:RG-1/4/2010-27539)** Merkezi ısıtma sistemli binaların bağımsız bölümlerinde sıcaklık kontrol ekipmanlarının kullanılması durumunda, ısıtma tesisatı pompa grupları zamana, basınca veya akışkan debisine göre değişken devirli seçilir.

(7) Merkezi ısıtma sistemine sahip binalarda, merkezi veya lokal ısı veya sıcaklık kontrol cihazları ile ısıtma maliyetlerinin ısı kullanım miktarına bağlı olarak paylaşımını sağlayan sistemler kullanılır.

(8) **(Değişik:RG-1/4/2010-27539)** Merkezi ısıtma sistemine sahip binalardaki ısıtma sistemi bacası kesit alanı ve yüksekliği; atık gaz kütlesi, atık gaz sıcaklığı ve gerekli atık gaz basıncına göre TS 11389 EN 13384-1, TS 11388 EN 13384-2 standartlarındaki metotlara uygun olarak hesaplanarak bulunur. Hermetik veya yarı hermetik doğalgazlı cihazlarda, üretici firma sistem sertifikasyonlarındaki değerler esas alınır.

(9) Merkezi ısıtma sistemine sahip binalardaki kazan verimleri; katı yakıtlı kazanlarda %75'den, sıvı ve gaz yakıtlı kazanlarda, Sanayi ve Ticaret Bakanlığı'nca 5/6/2008 tarihli ve 26897 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Sıvı ve Gaz Yakıtlı Yeni Sıcak Su Kazanlarının Verimlilik Gereklere Dair Yönetmeliğin 7 nci maddesinde belirtilen 2 yıldız (**) verim sınıfından daha düşük olamaz.

(10) Merkezi ısıtma sistemlerinin yerleşimleri TS 2192 standardına; gaz yakıt kullanan sistemlerin yerleşimi de TS 3818 standardına göre yapılır.

(11) **(Mülga:RG-1/4/2010-27539)**

(12) **(Değişik:RG-1/4/2010-27539)** Merkezi ısıtma sistemlerinde kullanılacak sıvı veya gaz yakıtlı cebri üfleli brülörlü yakma sistemlerinde;

a) Sıvı yakıtlı cebri üfleli brülörler kullanılması halinde;

1) 100 kW'a kadar ısıtma sistemi kapasitesine sahip sistemlerde tek kademeli ancak hava emiş damperi servo motor kontrollü, iki kademeli veya oransal kontrollü,

2) 100 kW-1200 kW ısıtma sistemi kapasitesine sahip sistemlerde iki kademeli veya oransal kontrollü, 1200 kW ve üstü kapasiteye sahip sistemlerde sadece oransal kontrollü,

3) 3000 kW üstü sistemlerde baca gazı oksijen kontrol sistemine sahip brülörler kullanılır.

b) Gaz yakıtlı cebri üfleli brülörler kullanılması halinde;

1) 100 kW'a kadar ısıtma sistemi kapasitesine sahip sistemlerde tek kademeli ancak hava emiş damperi servo motor kontrollü, iki kademeli veya oransal kontrollü,

2) 100 kW-600 kW ısıtma sistemi kapasitesine sahip sistemlerde iki kademeli veya oransal kontrollü 600 kW ve üstü kapasiteye sahip sistemlerde sadece oransal kontrollü,

3) 3000 kW üstü sistemlerde baca gazı oksijen kontrol sistemine sahip brülörler kullanılır.

(13) **(Değişik:RG-1/4/2010-27539)** 500 kW ve üstü kapasiteye sahip kazanların kullanıldığı sistemlerde su yumuşatma veya şartlandırma veya her iki sistem birlikte kurulur.

(14) **(Mülga:RG-1/4/2010-27539)**

(15) **(Mülga:RG-1/4/2010-27539)**

Isıtma sistemleri uygulama esasları

MADDE 14 – (1) (Değişik:RG-1/4/2010-27539) Isıtma merkezinde yakıt türüne göre gerekli olan temiz havanın sağlanması ve egzost havasının atılabilmesi için gerekli havalandırmanın sağlanması gerekir.

2) **(Değişik:RG-1/4/2010-27539)** Sıvı, gaz ve katı yakıtlı merkezi ısıtma sistemlerinde her işletme döneminin başlangıcında ve yılda en az bir kez olmak üzere baca gazı analizi ve sistem bakımı yaptırılır. Sistem performansını da ihtiva eden bir rapor hazırlanarak gerektiğinde ilgili mercilere sunulmak üzere saklanır.

3) **(Değişik:RG-1/4/2010-27539)** Merkezi ısıtma sistemlerinde, baca gazı sıcaklığının işletmeci veya yönetici tarafından izlenebilmesi için kalibrasyonu yapılmış baca gazı termometresi kullanılır.

(2) Kazanlarda, biri işletme döneminin başlangıcında, diğeri ortasında olmak üzere yılda en az iki kez baca gazı analizi, bir kez de sistem bakımı yaptırılır, sistem performansının kontrolü yapılarak raporlanır.

(3) Kazanlarda, baca gazı sıcaklığının işletmeci veya yönetici tarafından izlenebilmesi için kalibrasyonu yapılmış baca gazı termometresi kullanılır. Baca gazı sıcaklığı, kazanların 9 uncu maddenin dokuzuncu fıkrasında belirtilen, kazan verim sınıflarının altında verimlerde çalışmalarına sebep verecek değerden fazla olamaz.

(4) (Mülga:RG-1/4/2010-27539)

(5) (Mülga:RG-1/4/2010-27539)

(6) (Mülga:RG-1/4/2010-27539)

(7) Mevcut merkezi ısıtma sistemli binaların bağımsız bölümlerinde sıcaklık kontrol ekipmanlarının kullanılması durumunda, ısıtma tesisatı pompa grupları zamana, basınca veya akışkan debisine göre değişken devirli seçilir.

(8) (Ek:RG-1/4/2010-27539) Atık gaz ile ısı kaybı sınır değerleri, 13/1/2005 tarihli ve 25699 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliğinde belirtilen sınır değerleri aşamaz.

(9) (Ek:RG-1/4/2010-27539) Merkezi ısıtma sistemine sahip binalarda ısıtılan mahallerin iç ortam sıcaklığı 15°C’nin altına düşmeyecek şekilde tedbir alınır.

Soğutma sistemleri tasarım esasları

MADDE 15 – (1) (Değişik:RG-1/4/2010-27539) Soğutma ihtiyacı 250 kW’dan büyük olan konut dışı binalarda merkezi soğutma sistemi tasarımları yapılır.

(2) Soğutma sistemlerin tasarımında seçilecek olan soğutucu akışkanların TS EN 378 serisi standartlarına uygun olması gerekir.

(3) (Mülga:RG-1/4/2010-27539)

(4) (Mülga:RG-1/4/2010-27539)

Soğutma sistemleri uygulama esasları

MADDE 16 – (1) Soğutma sistemlerinin işletme karakteristiklerine ve enerji ekonomisine göre ayarlarının doğru yapılması gerekir.

(2) (Mülga:RG-1/4/2010-27539)

(3) (Mülga:RG-1/4/2010-27539)

(4) (Mülga:RG-1/4/2010-27539)

ALTINCI BÖLÜM

Havalandırma ve İklimlendirme Sistemleri Tasarım ve Uygulama Esasları

Havalandırma ve iklimlendirme sistemleri tasarım esasları

MADDE 17 – (1) Havalandırma ve iklimlendirme sistemleri tasarımında TS 3419 ve ilgili Avrupa Standartlarına uyulur.

(2) (Değişik:RG-1/4/2010-27539) İçerisinde insan bulunan ve ısıtma döneminde içeri üflenen havanın nemlendirilmesi öngörülmuş binalarda, üflenen havanın mutlak nemini 1 kilogram kuru hava için 10 gram veya daha az düzeyde ayarlayabilen kalibrasyonu akredite edilmiş bir kuruluş tarafından yapılmış kontrol cihazı kullanılır.

(3) (Mülga:RG-1/4/2010-27539)

(4) (Değişik:RG-1/4/2010-27539) Konut dışı amaçlı kullanılan binalarda;

a) Bir mekânındaki özel mekanik havalandırma sistemi, mekânda insanların bulunmadığı zamanlarda mekânın minimum iç hava kalitesini sağlayacak şekilde otomatik sistem ile donatılır.

b) İklimlendirme sistemlerinde oda sıcaklığı ayar düzenekleri kullanılır.

c) Mahal bazında değişken hava debisi kontrolü yapılan iklimlendirme sistemlerinde, sisteme bağlı fanların değişken debili olması sağlanır.

(5) İklimlendirme sistemleri değişken insan yüküne bağlı olarak değişken hava debili çalışacak şekilde iç hava kontrolü sağlayacak mekanik tesisatla donatılır.

(6) (Mülga:RG-1/4/2010-27539)

(7) (Mülga:RG-1/4/2010-27539)

(8) (Mülga:RG-1/4/2010-27539)

(9) (Mülga:RG-1/4/2010-27539)

(10) Yeni yapılacak binaların 500 m³/h ve üzeri hava debili havalandırma ve iklimlendirme sistemlerinde, ısı geri kazanım sistemlerinin tasarımları yapılarak, yaz ve kış çalışma şartlarında minimum %50 verimliliğe sahip olması, ilk yatırım ve işletme masrafları ile birlikte enerji ekonomisi göz önüne alındığında avantajlı olması durumunda ısı geri kazanım sistemleri yapılması zorunludur. Bu sistemler geçiş mevsimleri için by-pass düzeneğine sahip olmalıdır.

(11) Yeni yapılacak binalar için onuncu fıkrada belirtilen çalışmanın tasarım aşamasında rapor halinde proje müellifi tarafından ilgili idarelere sunulması zorunludur.

(12) Binalardaki ısı konfor memnuniyetinin ve enerji performansının artırılması için gerekli kriterler EN 7730 ve TS 2164 standartlarına göre belirlenir.

(13) Klima santrallerinin sızıntı, ısı köprüsü ve ısı transfer katsayısının EN 1886 standardına uygun olması gerekir.

Havalandırma ve iklimlendirme sistemleri uygulama esasları

MADDE 18 – (1) Havalandırma ve iklimlendirme sistemlerinin işletme ve bakımında TS 5895'e uyulur.

(2) Havalandırma ve iklimlendirme sistemlerinin yerleşimlerinde TS 3420 ve ilgili Avrupa Standardlarına uyulur.

(3) (Mülga:RG-1/4/2010-27539)

(4) (Mülga:RG-1/4/2010-27539)

(5) Hava kanalları sızıntı limitleri TS EN 1507 ve TS EN 12237'ye göre belirlenir ve raporlanır.

(6) Klima santrallerinde kullanılan filtre sistemleri üreticisi tarafından belirtilen sürelerde temizletilir veya değiştirilir ve bu durum raporlanır.

YEDİNCİ BÖLÜM

Sihhi Sıcak Su Hazırlama ve Dağıtım Sistemleri

Sihhi sıcak su hazırlama ve dağıtım sistemleri

MADDE 19 – (1) (Değişik:RG-1/4/2010-27539) Binalarda sıhhi sıcak su sistemlerinin düzenlenmesi hususunda TS EN 14336'ya uyulur.

(2) Sihhi sıcak su sistemlerinin yıllık enerji ihtiyacının belirlenmesi için gerekli hesaplamalar prEN 15316-3-1'de verildiği şekilde yapılır.

(3) (Değişik:RG-1/4/2010-27539) Yapı ruhsatına esas olan kullanım alanı 2000 m²'nin üzerindeki oteller, hastaneler, yurtlar gibi konaklama amaçlı konut harici binalar ile spor merkezlerinde merkezi sıhhi sıcak su sisteminin planlanması şarttır.

(4) Bağımsız bölümlerde kullanılan bireysel sıhhi sıcak su hazırlama ekipmanlarının TS EN 26 standardında, merkezi sıhhi sıcak su hazırlama ekipmanlarının da TS EN 89 standardında belirtilen ısı performansına sahip olması gerekir.

(5) (Değişik:RG-1/4/2010-27539) Merkezi kullanım sıhhi sıcak su hazırlama amaçlı planlanan ve sıcak su depolanan sistemlerde, sıhhi sıcak suyun sıcaklığı 60°C geçmeyecek tasarımlar yapılır. Ancak lejyonella etkisi olmaması için depolanan sıhhi sıcak su sistemlerinde en az haftada 1 saat boyunca su sıcaklığı en az 60°C sıcaklıkta tutulur.

(6) (Mülga:RG-1/4/2010-27539)

(7) (Mülga:RG-1/4/2010-27539)

(8) (Değişik:RG-1/4/2010-27539) Merkezi sıhhi sıcak su hazırlama sistemlerinde merkezi plakalı eşanjör kullanılması durumunda, depolama sistemi olarak akümülayon tankı kullanılır.

(9) (Değişik:RG-1/4/2010-27539) Merkezi sıhhi sıcak su sistemlerinde, duvar içinde kalan tesisat da dahil olmak üzere cihaz, depo ve dağıtım hatları yüzey sıcaklığı ortam sıcaklığının 5°C üzerine çıkmayacak şekilde yalıtılır ve her yıl bina işletmecisi tarafından kontrol ettirilerek raporlanır.

(10) (Değişik:RG-1/4/2010-27539) Sihhi sıcak suyun ısı kapasitesi minimum kazan modülasyon çalışma alt sınırının altında kalması halinde yaz kullanımına yönelik ayrı bir sıcak su kazanı tesis edilir.

(11) Konaklama amaçlı binalarda ısıtma sisteminde buhar kullanıyor ise, sıcak su üretiminde ani çabuk ve kolay sıcak su üreten sıcak su depolama ihtiyacı olmayan sistemler kullanılır.

SEKİZİNCİ BÖLÜM

Otomatik Kontrol

Otomatik kontrol

MADDE 20 – (1) (Değişik:RG-1/4/2010-27539) Sıvı ve gaz yakıtlı kazanlarda yanma kontrolü için otomatik kontrol sistemleri tesis edilir.

(2) (Değişik:RG-1/4/2010-27539) Merkezi ısıtma, iklimlendirme ve/veya soğutma sistemine sahip binalar, her odanın sıcaklığını ayrı ayrı düzenleyecek otomatik cihazlarla donatılır. Konut olarak kullanılan binalar hariç olmak üzere binalarda, birbirinden ayrı mekânların farklı iç sıcaklıklara ayarlanabilmesine imkân sağlayacak merkezi otomatik kontrol sistemi kurulur.

(3) **(Değişik:RG-1/4/2010-27539)** Merkezi ısıtma sistemine sahip konut olarak kullanılan binalarda cihazlar, en az gidiş suyu kontrolü ve dış hava kompanzasyonu yapacak otomatik kontrol sistemleri ile donatılır.

(4) **(Değişik:RG-1/4/2010-27539)** Merkezi iklimlendirme sistemi olan binalarda, ayarlanan değerleri kontrol edecek otomatik kontrol sistemi bulunması şarttır. Ticari binalarda bu cihazların, ayar değerlerine çekilmesinin yanında zamana göre de kontrol edebilmesi gerekir.

(5) Konut olarak kullanılan binalar hariç olmak üzere binalarda, aydınlatma kontrolü zamana, gün ışığına ve kullanıma göre yapılır.

(6) **(Değişik:RG-1/4/2010-27539)** 10.000 m²'nin üzerinde olan ve merkezi ısıtma, soğutma, iklimlendirme sistemi ve aydınlatma sistemleri birlikte bulunan binalarda bilgisayar kontrollü bina otomasyon sistemi tesis edilir.

(7) Sıhhi sıcak su tesislerinde kullanılacak olan sirkülasyon pompaları, otomatik çalışmayı sağlayacak ekipmanlarla donatılır.

(8) **(Değişik:RG-1/4/2010-27539)** Yeni yapılacak binalarda aydınlatma, ısıtma, soğutma ve sıhhi sıcak su ihtiyacı için kullanılan enerjilerin ayrı ayrı ölçülmesine imkân sağlayacak tasarımlar yapılır ve buna uygun ölçüm ve izleme sistemleri tesis edilir.

DOKUZUNCU BÖLÜM

Elektrik Tesisatı ve Aydınlatma Sistemleri

Elektrik tesisatı ve aydınlatma sistemleri

MADDE 21 – (1) Binanın toplam enerji tüketimi içerisindeki aydınlatma enerjisi payının hesaplanmasında EN 15193 standardında verilen hesap yöntemi kullanılır.

(2) Binalarda gün ışığından azami derecede faydalanmak ve gereksiz yapay aydınlatmadan kaçınmak için;

a) **(Değişik:RG-1/4/2010-27539)** Erişimi kolay el ile kontrol edilen anahtarlardan,

b) Gün ışığından faydalanma imkanı olan yerlerde, gün ışığı ile bağlantılı foto elektrikli anahtarlar ile telefon, kızıl ötesi, sonik ve ultrasonik kontrollü uzaktan kumandalı anahtarlardan,

c) Mahalde kimse olmadığında mekanın boş olduğunu algılayabilen ve yapay aydınlatmayı kapatan otomatik anahtar ve sistemlerden,

ç) Zaman ayarlı anahtarlardan

biri veya bir kaç kullanılır.

(3) **(Değişik:RG-1/4/2010-27539)** Çalışma saatleri boyunca devamlı aydınlatma gerektiren binalarda zaman ayarlı veya gün ışığı ile bağlantılı foto elektrikli anahtarlar kullanılır.

(4) **(Değişik:RG-1/4/2010-27539)** Binalarda kullanılan genel aydınlatma lambalarının özellikleri EK-2'de verilen tabloya göre olur.

(5) **(Değişik:RG-1/4/2010-27539)** Konut amaçlı kullanılan binalar dışındaki diğer binalarda, içerisinde insan bulunduğu zamanlarda dâhi; idari personelin yetkisinde olan her türlü mahallin, aydınlatmanın açılmasına ve kapatılmasına imkân veren bir cihaza sahip olması gerekir. Bu cihaz, söz konusu mekân içerisinde yer almıyor ise, mekândaki aydınlatma durumunun kumanda noktasından görülmesine imkân vermesi gerekir. Sportif amaçlı ve çok amaçlı salonlar gibi farklı aydınlatma seviyelerinin söz konusu olduğu, en az iki ve daha çok farklı kullanım mahallerinin bulunduğu binalarda, temel aydınlatma seviyesini yalnızca yetkili personelin artırmasına imkân verecek biçimde tedbirler alınır.

(6) **(Değişik:RG-1/4/2010-27539)** Aynı mekân içerisinde, bir pencere boşluğuna 5 metreden daha yakın olan yapay aydınlatmalı noktalarının her birindeki toplam kurulu güç 200 W'ı aştığında, bu noktalar diğer aydınlatma noktalarından bağımsız olarak kumanda edilir.

(7) **(Değişik:RG-1/4/2010-27539)** Doğal aydınlatma yeterli olduğunda, zaman ayarlı veya insan mevcudiyetini algılayan cihaz ile yapay aydınlatmanın otomatik olarak devreye girmemesi gerekir.

(8) **(Değişik:RG-1/4/2010-27539)** Binalarda elektrik enerjisinin verimli kullanılması amacıyla;

a) Özel durumlar olmadıkça akkor flamanlı lambaların kullanılmaması, renk sıcaklığının önemli olmadığı durumlarda A ve B sınıfı elektronik balastlı tüp biçimli floresan, kompakt tip floresan veya sodyum buharlı lambaların tercih edilmesi,

b) Enerji tüketimi yüksek olan dekoratif aydınlatma gereçlerinin genel aydınlatma amaçlı kullanılmaması,

c) Çalışma alanlarında yeterli aydınlık seviyesini sağlayacak armatür seçiminin ve dağılımının yapılması,

ç) Yapılabilirliği uygun olan mekânlarda, hareket, ısı veya ışık duyarlı ekipmanların kullanılması, özellikle merdiven boşluklarında ve çalışma ortamlarında bulunan tuvalet, lavabo, koridor gibi mekânlarda sensörlü lambaların kullanılması ve gereksiz kullanımların önüne geçilmesi,

d) Daha az sayıda armatür ve dolayısıyla daha az elektrik tüketimiyle istenen aydınlık seviyelerine ulaşmayı sağlayacağı için, açık renk mobilya ve duvar renkleri tercih edilmesi,

e) Armatürlerin verimlerini ve odalardaki aydınlık seviyesini artırmak için aydınlatma gereçlerinin periyodik olarak temizlenmesi gerekir.

(9) **(Değişik:RG-1/4/2010-27539)** Konut harici binaların aydınlatma enerjisi ihtiyacı belirlenirken binanın iç aydınlatma yüküne ilaveten, güvenlik aydınlatması hariç olmak üzere, binanın dış aydınlatma yükü de dikkate alınır.

(10) **(Ek:RG-1/4/2010-27539)** Farklı aydınlatma seviyelerinin söz konusu olduğu mahallerin bulunduğu konut amaçlı kullanılan binalar dışındaki binalarda, asgari aydınlatma seviyesini yalnızca yetkili personelin artırmasına imkân verecek sistemler tesis edilir.

(11) **(Ek:RG-1/4/2010-27539)** Binaların elektrik tesisatı, 4/11/1984 tarihli ve 18565 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliğine ve ilgili mevzuat hükümlerine göre projelendirilir ve uygulanır.

(12) **(Ek:RG-1/4/2010-27539)** Konut harici binaların elektrik sistemlerinde; konu ile ilgili yönetmeliklere uygun olarak merkezi ve/veya lokal düzeyde güç kompanzasyonu yapılır.

ONUNCU BÖLÜM

(Değişik bölüm başlığı:RG-1/4/2010-27539)

Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı, Isı Pompası ve Kojenerasyon Sistemleri

Yenilenebilir enerji kaynaklarının, ısı pompası, kojenerasyon ve mikrokojenerasyon sistemlerinin kullanımı (Değişik başlık:RG-1/4/2010-27539)

MADDE 22 – (1) (Değişik:RG-1/4/2010-27539) Yeni yapılacak olan ve yapı ruhsatına esas kullanım alanı yirmibin metrekarenin üzerinde olan binalarda ısıtma, soğutma, havalandırma, sıhhi sıcak su, elektrik ve aydınlatma enerjisi ihtiyaçlarının tamamen veya kısmen karşılanması amacıyla, yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı, hava, toprak veya su kaynaklı ısı pompası, kojenerasyon ve mikrokojenerasyon gibi sistem çözümleri tasarımcılar tarafından projelendirme aşamasında analiz edilir. Bu uygulamalardan biri veya birkaçı, Bakanlık tarafından yayımlanan birim fiyatlar esas alınmak suretiyle hesaplanan, binanın toplam maliyetinin en az yüzde onuna karşılık gelecek şekilde yapılır.

(2) **(Mülga:RG-1/4/2010-27539)**

(3) **(Mülga:RG-1/4/2010-27539)**

(4) **(Mülga:RG-1/4/2010-27539)**

(5) Güneş enerjisi toplayıcıları kullanımında TS EN 12975-1 ve TS 3817’e uyulur.

(6) **(Mülga:RG-1/4/2010-27539)**

(7) **(Mülga:RG-1/4/2010-27539)**

Kojenerasyon sistemleri

MADDE 23 – (Mülga:RG-1/4/2010-27539)

ONBİRİNCİ BÖLÜM

(Değişik bölüm başlığı:RG-1/4/2010-27539)

İşletme, Periyodik Bakım ve Denetim

İşletme ve periyodik bakım (Değişik başlık:RG-1/4/2010-27539)

MADDE 24 – (1) (Değişik:RG-1/4/2010-27539) Binanın enerji kullanan sistemlerinin işletmecisi, Bakanlık tarafından belirlenecek usûl ve esaslara göre ilgili meslek odaları tarafından düzenlenecek olan eğitimlere katılarak belge alır.

(2) **(Değişik:RG-1/4/2010-27539)** Bu Yönetmelik kapsamında binanın enerji performansını etkileyen mimari, mekanik, elektrik ve aydınlatma gibi sistemlerin verimlilikleri ile ilgili konularda yapılması gerekli bakımlar, testler ve bunların periyotları, ilgili idare tarafından onaylanmak üzere tasarım aşamasında hazırlanan raporda tanımlanır. Bu testlerin zamanında ve uygun şekilde yapılmasından ve binanın tasarım aşamasındaki enerji performansının altına inmeyecek şekilde

işletilmesi için gerekli bakım ve onarım ve tadilatların yapılmasından bina sahibi, yöneticisi, yönetim kurulu ve/veya enerji yöneticisi sorumludur.

(3) **(Değişik:RG-1/4/2010-27539)** Periyodik bakımlar kapsamında gerekli tedbirlerin alınmasıyla sistem veya ekipman verimlerinin tasarım değerinden daha düşük bir değerde olmaması sağlanır.

(4) **(Ek:RG-1/4/2010-27539)** Periyodik bakım ve testlere ilişkin diğer usûl ve esaslar Bakanlık tarafından yürürlüğe konulacak tebliğ ile belirlenir.

Denetim yapacak kurum ve kuruluşlar

MADDE 24/A –) (Ek:RG-1/4/2010-27539)

(1) Bu Yönetmelik kapsamında, binanın enerji tüketen ekipmanlarının, ilgili raporlarda belirtilen periyodik bakımlarının yapılması ile ilgili denetimler Bakanlık veya Bakanlık tarafından yetkilendirilmiş kurum ve kuruluşlar tarafından yapılır.

(2) Denetim yapacak kurum ve kuruluşlara bu Yönetmeliğin uygulaması ile ilgili olarak Bakanlıkça tebliğle belirlenen eğitim kriterlerine göre eğitim verilir.

(3) Denetim yapacak kurum ve kuruluşlar, bu Yönetmelik kapsamındaki faaliyetleri bakımından Bakanlığa karşı sorumludur. Bakanlık, bu kuruluşların Yönetmelik kapsamındaki faaliyetlerini izler ve gerektiğinde denetler.

(4) Bu Yönetmeliğin yürürlüğe girmesinden sonra yapı ruhsatı alınan binalara yönelik olarak, yapı kullanma izin belgesi verilmesinden sonra Bakanlık tarafından yapılan veya yaptırılan denetimlerde enerji kimlik belgesinin gerçeğe aykırı düzenlendiğinin veya binanın enerji tüketimi bakımından düzenlenen belgeye uygun olmadığı tespit edilmesi halinde, bina, en geç bir yıl içinde projesine ve yapı kullanma izin belgesi verilmesine esas olan enerji kimlik belgesindeki özellikleri sağlayacak hale getirilir. Bu konuda, binayı inşaa eden veya ettiren gerçek veya tüzel kişi sorumludur.

ONİKİNCİ BÖLÜM

(Değişik bölüm başlığı:RG-1/4/2010-27539)

Enerji Kimlik Belgesi, Enerji Kimlik Belgesinde Bulunması Gereken Bilgiler ve Enerji Kimlik Belgesi Vermeye Yetkili Kuruluşlar

Enerji kimlik belgesi düzenlenmesi (Değişik başlık:RG-1/4/2010-27539)

MADDE 25 – (1) (Değişik:RG-1/4/2010-27539)

Enerji Kimlik Belgesi düzenlenirken Bakanlık tarafından tebliğ ile yayımlanan hesaplama yöntemi kullanılır.

(2) **(Değişik:RG-1/4/2010-27539)** Enerji Kimlik Belgesi düzenleme tarihinden itibaren 10 yıl süre ile geçerlidir.

(3) **(Değişik:RG-1/4/2010-27539)** Enerji kimlik belgesi, Ek-3'deki formatta ve muhtevatta düzenlenir.

(4) Enerji Kimlik Belgesi, enerji kimlik belgesi vermeye yetkili kuruluş tarafından hazırlanır ve ilgili idarece onaylanır. Bu belge, yeni binalar için yapı kullanma izin belgesinin ayrılmaz bir parçasıdır.

(5) **(Değişik:RG-1/4/2010-27539)** Enerji Kimlik Belgesi, yeni ve mevcut binalar için 26 ncı maddede belirtilen bilgileri ihtiva edecek şekilde düzenlenir.

(6) **(Değişik:RG-1/4/2010-27539)** Enerji Kimlik Belgesinin bir nüshası bina sahibi, yöneticisi, yönetim kurulu ve/veya enerji yöneticisince muhafaza edilir, bir nüshası da bina girişinde rahatlıkla görülebilecek bir yerde asılı bulundurulur.

(7) **(Değişik:RG-1/4/2010-27539)** Enerji Kimlik Belgesi, binanın yıllık birincil enerji ihtiyacının değişmesine yönelik herhangi bir uygulama yapılması halinde, bu Yönetmeliğe uygun olacak şekilde bir yıl içinde yenilenir.

(8) **(Değişik:RG-1/4/2010-27539)** Enerji Kimlik Belgesinin, binanın tamamı için hazırlanması şarttır. Ayrıca, isteğe bağlı olarak, kat mülkiyetini haiz her bir bağımsız bölüm veya farklı kullanım alanları için ayrı ayrı düzenlenebilir.

(9) Türk Silahlı Kuvvetleri, Milli Savunma Bakanlığı ve bağlı kuruluşları, Milli İstihbarat Teşkilatı Müsteşarlığı binaları ile mücavir alan dışında kalan ve toplam inşaat alanı 1.000 m²'den az olan binalar için Enerji Kimlik Belgesi düzenlenmesi zorunlu değildir.

(10) **(Mülga:RG-1/4/2010-27539)**

(11) **(Mülga:RG-1/4/2010-27539)**

(12) **(Mülga:RG-1/4/2010-27539)**

(13) **(Ek:RG-1/4/2010-27539)** Enerji kimlik belgesi BEP-TR kullanılmak suretiyle düzenlenir. BEP-TR'ye erişim yetkisi, enerji kimlik belgesi düzenlemeye yetkili kuruluşlara verilir. Ancak, bu yetki, enerji kimlik belgesi düzenlemeye yetkili kuruluş adına, düzenlenen eğitimlere katılmak suretiyle enerji kimlik belgesi düzenlemek üzere Bakanlık tarafından sertifikalandırılan gerçek kişiler tarafından kullanılır. Bu kişilerin çalışmakta olduğu kuruluşlardan ayrılmaları ve enerji kimlik belgesi düzenlemeye yetkili bir başka kuruluşta çalışmaları halinde, ayrıca eğitim ve sertifikalandırma programına katılmalarına gerek olmaksızın, çalışmakta olduğu kuruluşun yazılı isteği üzerine BEP-TR'ye erişim hakkı tanınır.

(14) **(Ek:RG-1/4/2010-27539)** Enerji kimlik belgelerinin düzenlenmesinden, yetkili kuruluşun ilgili personeli ve yetkili kuruluş adına kuruluşun sahibi veya yöneticisi müteselsilen sorumludur.

(15) **(Ek:RG-1/4/2010-27539)** Binalar veya bağımsız bölümlere ilişkin alım, satım ve kiraya verme ile ilgili iş ve işlemlerde enerji kimlik belgesi düzenlenmiş olması şartı aranır. Binanın veya bağımsız bölümün satılması veya kiraya verilmesi safhasında, mal sahibi enerji kimlik belgesinin bir suretini alıcıya veya kiracıya verir.

Enerji kimlik belgesinde bulunması gereken bilgiler

MADDE 26 – (1) Enerji Kimlik Belgesinde, binanın enerji ihtiyacı, yalıtım özellikleri, ısıtma ve/veya soğutma sistemlerinin verimi/etkenliği ve binanın enerji tüketim sınıflandırması ile ilgili bilgilerle birlikte;

- a) Bina ile ilgili genel bilgiler,
- b) Düzenleme ve düzenleyen bilgileri,
- c) Binanın kullanım alanı (m²),
- ç) Binanın kullanım amacı,
- d) Binanın ısıtılması, soğutulması, iklimlendirmesi, havalandırması ve sıhhi sıcak su temini için kullanılan enerjinin miktarı (kWh/yıl),
- e) Tüketilen her bir enerji türüne göre yıllık birincil enerji miktarı (kWh/yıl),
- f) Binaların kullanım alanı başına düşen yıllık birincil enerji tüketiminin, A ile G arasında değişen bir referans ölçeğine göre sınıflandırılması,
- g) Nihai enerji tüketiminin oluşturduğu sera gazlarının kullanım alanı başına yıllık miktarı (kg CO₂/m²-yıl),
- ğ) Binaların kullanım alanı başına düşen yıllık sera gazı salımının, A ile G arasında değişen bir referans ölçeğine göre sınıflandırılması (kg CO₂/m²-yıl),
- h) Binanın aydınlatma enerjisi tüketim değeri,
- ı) **(Değişik:RG-1/4/2010-27539)** Birincil enerji tüketimine göre, enerji sınıfı,
- i) **(Değişik:RG-1/4/2010-27539)** Nihai enerji tüketimine göre, CO₂ salımı sınıfı
- j) **(Ek:RG-1/4/2010-27539)** Binanın yenilenebilir enerji kullanım oranı gösterilir.

Enerji kimlik belgesi vermeye yetkili kuruluşlar

MADDE 26/A – (Ek:RG-1/4/2010-27539)

(1) Bakanlık, Enerji Kimlik Belgesi düzenlemeye yetkili kuruluşlarda görevli olan mühendis ve mimarların bu Yönetmeliğin uygulaması ile ilgili eğitim ve eğitim sonunda yapılacak sınav kriterlerini tebliğ ile yayımlar. Eğitimler, Bakanlık ile Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğünün yetkilendirdiği üniversite, meslek odaları ve ilgili kurum ve kuruluşlarla yapılacak protokole göre bu kuruluşlarca yapılır. Yapılan eğitimler sonunda Bakanlık tarafından yapılacak veya yaptırılacak sınavda yüz üzerinden en az yetmiş puan alanlara enerji kimlik belgesi düzenlemek üzere yetki belgesi verilir.

(2) Enerji kimlik belgesi düzenlemeye yetkili kuruluşların, enerji kimlik belgesi düzenlemek üzere yetkilendirilmiş personele sahip olması şarttır.

(3) Bünyesinde enerji kimlik belgesi düzenlemek üzere yetki belgesi almış olan ve meslek odalarından alınmış Serbest Müşavir Mühendis belgesine sahip olan mühendis veya mimar bulunduran tüzel kişiler, yeni yapılacak olan binalara Enerji Kimlik Belgesi Vermeye Yetkili Kuruluş sayılır.

(4) Bünyesinde enerji kimlik belgesi düzenlemek üzere yetki belgesi almış mühendis veya mimar bulunduran Enerji Verimlilik Danışmanlık Şirketleri, mevcut binalara Enerji Kimlik Belgesi Vermeye Yetkili Kuruluş sayılır.

(5) Enerji kimlik belgesi vermeye yetkili kuruluşlar, meslekî sorumluluk sigortası yaptırır.

(6) Enerji Kimlik Belgesi Vermeye Yetkili Kuruluşlar dışındaki diğer kurum ve kuruluşlarca verilecek olan Enerji Kimlik Belgesi ve ilgili raporlar geçersiz sayılır. Bu belge ve raporlar ilgili idarelerce onaylanmaz.

(7) Enerji kimlik belgesi düzenlemeye yetkili kuruluşların bu belgelerin düzenlenmesi ile ilgili faaliyetlerinin denetimi Bakanlık tarafından yapılır veya yaptırılır. Enerji kimlik belgesi vermeye yetkili olanların yetkilerini kötüye kullandıklarının veya gerçeğe aykırı belge düzenlediklerinin tespit edilmesi halinde, durum, Bakanlık tarafından Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğüne ve ilgili meslek odasına bildirilir ve haklarında yapılacak inceleme ve soruşturma sonuçlanana kadar bunların enerji kimlik belgesi düzenleme yetkileri askıya alınır. Bakanlık tarafından yapılan bildirimler neticesinde, Serbest Müşavir ve Mühendis belgesi veya Enerji Verimliliği Kanunu kapsamında yetki belgeleri iptal edilenlerin veya belgeleri bir yıl içinde üç defa askıya alınanların enerji kimlik belgesi düzenleme yetkileri, bir daha verilmemek üzere Bakanlık tarafından iptal edilir.

ONÜÇÜNCÜ BÖLÜM

Yıllık Enerji İhtiyacı

Yıllık enerji ihtiyacı

MADDE 27 – (1) (Değişik:RG-1/4/2010-27539) Binanın ısıtma, soğutma, aydınlatma ve sıhhi sıcak su konularındaki enerji ihtiyaçları öncelikli olmak üzere, yıllık enerji ihtiyacının hesaplanması ile ilgili usûl ve esaslar Bakanlık tarafından Resmî Gazete’de yayımlanan tebliğ ile belirlenir.

(2) (Mülga:RG-1/4/2010-27539)

(3) (Mülga:RG-1/4/2010-27539)

(4) (Mülga:RG-1/4/2010-27539)

(5) (Ek:RG-1/4/2010-27539) BEP-TR yöntemine göre enerji kimlik belgesi alacak olan yeni binalar D sınıfı ve daha fazla enerji tüketimine ve CO₂ salımına sahip olamaz.

ONDÖRDÜNCÜ BÖLÜM

Geçici ve Son Hükümler

Yürürlükten kaldırılan yönetmelik

MADDE 28 – (1) 9/10/2008 tarihli ve 27019 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Binalarda Isı Yalıtım Yönetmeliği yürürlükten kaldırılmıştır.

EK MADDE 1 – (Ek:RG-1/4/2010-27539)

(1) Bu Yönetmelik kapsamında ihtiyaç duyulan binanın soğutma enerjisi ve aydınlatma enerjisi ihtiyacı hesabı ile ilgili standartlar, TSE tarafından çıkarılır

Standartların belirlenmesi

GEÇİCİ MADDE 1 – (Mülga:RG-1/4/2010-27539)

Tebliğlerin çıkarılması

GEÇİCİ MADDE 2 – (Değişik:RG-1/4/2010-27539)

(1) Bu Yönetmelik kapsamında ihtiyaç duyulan enerji performansı hesaplama yöntemleri ile ilgili konulardaki tebliğler, Bakanlık tarafından, 1/7/2010 tarihine kadar çıkartılır.

Mevcut binalara enerji kimlik belgesi verilmesi (Değişik başlık:RG-1/4/2010-27539)

GEÇİCİ MADDE 3 – (1) Mevcut binalar ve inşaatı devam edip henüz yapı kullanım izni almamış binalar için Enerji Verimliliği Kanununun yayımı tarihinden itibaren on yıl içinde Enerji Kimlik Belgesi düzenlenir.

Enerji Kimlik Belgesi Verilmesi

GEÇİCİ MADDE 4 – (Ek:RG-1/4/2010-27539)

(1) Bu Yönetmeliğin 25 inci maddesi 1/7/2010 tarihine kadar uygulanmaz.

Yürürlük

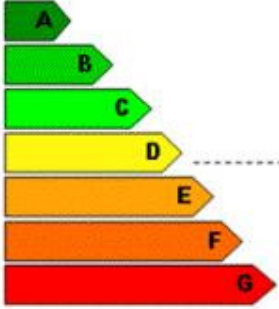

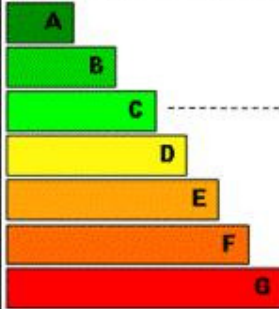

MADDE 29 – (1) Bu Yönetmelik yayımlandığı tarihten bir yıl sonra yürürlüğe girer.

Yürütme

MADDE 30 – (1) Bu Yönetmelik hükümlerini Bayındırlık ve İskan Bakanı yürütür.

Yönetmeliğin Yayımlandığı Resmî Gazete'nin	
Tarihi	Sayısı
5/12/2008	27075
Yönetmelikte Değişiklik Yapan Mevzuatın Yayımlandığı Resmî Gazete'nin	
Tarihi	Sayısı
1.	1/4/2010 27539
2.	

EK-1 devamı

ENERJİ KİMLİK BELGESİ			
Belge No Bina tipi İnşaat yılı Kapalı Kullanma alanı: Ada, Parsel Adres		Tarih Belgeyi Düzenleyen Oda Sicil No Belgenin Son Geçerlilik Tarihi: İmza	
Mülk sahibi: İsmi: Adresi:		Müşterek tesisatların sahibi (gerekliyse): İsmi: Adresi:	
Enerji tipine göre yıllık tüketimler			
		Nihai Enerji tüketimleri	Birincil Enerji tüketimleri
Enerji Kullanım Alanı		kWsaat	kWsaat
Isıtma :			
Sihhi sıcak su :			
Soğutma :			
Aydınlatma :			
TOPLAM :			
Isıtma, sihhi sıcak su üretimi, soğutma ve aydınlatma için enerji tüketimleri (birincil enerji olarak)		Isıtma, sihhi sıcak su üretimi, soğutma ve aydınlatma için sera etkisi gazı (SEG) emisyonları	
Nihai tüketim:kWsaat/ m ² .yıl		Emisyon salımı:kg _{esd} .CO ₂ / m ² .yıl	
Tasarruflu Bina 	Bina  kW _{esd} /m ² .yıl	SEG Emisyonu Düşük Bina 	Bina  kg _{esd} CO ₂ /m ² .yıl
Enerji Tüketimi Yüksek Bina		SEG Emisyonu Yüksek Bina	