

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YÜKSEK BİNALARDA KULLANILAN GELİŞMİŞ BİNA ELEMANI
SİSTEMLERİNİN ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ÖLÇÜTLERİ
AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Merve TOPTAŞ

Mimarlık Anabilim Dalı

Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Programı

HAZİRAN 2012

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YÜKSEK BİNALARDA KULLANILAN GELİŞMİŞ BİNA ELEMANI
SİSTEMLERİNİN ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ÖLÇÜTLERİ
AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Merve TOPTAŞ
(502091528)**

Mimarlık Anabilim Dalı

Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Programı

Tez Danışmanı: Y. Doç. Dr. İkbāl ÇETİNER

HAZİRAN 2012

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün **502091528** numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Merve TOPTAŞ**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı **“YÜKSEK BİNALARDA KULLANILAN GELİŞMİŞ BİNA ELEMANI SİSTEMLERİNİN ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ÖLÇÜTLERİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ”** başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Y. Doç. Dr. İkbāl ÇETİNER**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Doç.Dr. Aslıhan ÜNLÜ TAVİL**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Özlem EREN
Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi

Teslim Tarihi : **4 Mayıs 2012**
Savunma Tarihi: **8 Haziran 2012**

Sevgili Babam ve Anneme,

ÖNSÖZ

Çevresel kirliliğin ve çevre sorunlarının giderek arttığı son yıllarda, kentsel alanlarda sayısı hızla artan yüksek binalar, boyutları nedeniyle önemli çevresel etkilere neden olmaktadır. Tez çalışmasında yüksek binaların olumsuz etkilerinin nasıl azaltılabileceği araştırılmıştır.

Tez çalışmam süresince desteğini ve ilgisini hiç esirgemeyen, değerli vaktini ayırıp, bilgi ve tecrübelerini paylaşan, değerli hocam Y. Doç. Dr. İkbâl Çetiner'e teşekkürlerimi sunuyorum. Çalışmam süresince desteğini her zaman gösteren, verdiği destek ile çalışmamı tamamlayabildiğim sevgili eşime sabrından ve anlayışından ötürü teşekkür ederim. Çalışma ortamımı yaratmak için her türlü koşulu sağlayan sevgili anneme tüm emekleri için minnetlerimi sunuyorum. Çalışmama destek olan tüm dostlarım ve çalışma arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Haziran 2012

Merve Toptaş
(Mimar)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
SUMMARY	xxi
1. GİRİŞ	1
1.1 Çalışmanın Amacı	1
1.2 Çalışmanın Kapsamı ve Yöntemi.....	2
2. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK	5
2.1 Sürdürülebilirlik Kavramının Tarihsel Süreci ve Değişimleri	6
2.2 Sürdürülebilir Gelişme	9
2.2.1 Sosyal sürdürülebilirlik	10
2.2.2 Ekonomik sürdürülebilirlik	12
2.2.3 Çevresel sürdürülebilirlik.....	14
2.3 Bölüm Sonucu	17
3. YÜKSEK BİNALARDA KULLANILAN GELİŞMİŞ BİNA ELEMANI SİSTEMLERİ.....	19
3.1 Gelişmiş Döşeme Sistemleri	19
3.1.1 Zemin altı hava dağıtım sistemi	20
3.1.2 Soğuk tavan havalandırma sistemi.....	23
3.2 Gelişmiş Düşey Dış Kabuk Sistemleri – Cam Cepheler	25
3.2.1 Sistem kuruluşu.....	26
3.2.1.1 Tek kabuk cephe sistemleri.....	26
3.2.1.2 Çift kabuk cephe sistemleri.....	26
3.2.2 Sistem bileşenleri	29
3.2.2.1 Teknolojik camlar	30
Pasif cam sistemler.....	30
Aktif cam sistemler	31
3.2.2.2 Güneş kontrol bileşenleri	33
3.2.3 Cam cephelerle bütünleştirilmiş gelişmiş teknolojiler.....	36
3.2.3.1 Cam cepheyle bütünleştirilmiş fotovoltaiik (PV) sistemler	36
3.2.3.2 Dış cepheyle bütünleştirilmiş rüzgar türbinleri.....	40
3.3 Gelişmiş Çatı Sistemleri.....	42
3.3.1 Yeşil çatı.....	43
3.3.2 Çatı ile bütünleştirilmiş PV paneller	45
3.4 Gelişmiş Düşey Sirkülasyon Sistemi	46

3.5 Gelişmiş İç Bölme Sistemi	48
3.5.1 Gri su sistemi.....	52
3.6 Bölüm Sonucu	53
4. YÜKSEK BİNALARDA KULLANILAN GELİŞMİŞ BİNA ELEMANI SİSTEMLERİNİN ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ÖLÇÜTLERİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ	55
4.1 Objelere Ağırlık Verilmesi Metodu.....	57
4.2 Uygulama	58
4.2.1 Örnek yüksek binaların seçilmesi ve konumlandıkları iklim bölgelerinin incelenmesi.....	58
4.2.2 Örnek yüksek binalarda kullanılan gelişmiş bina elemanı sistemlerinin analizi	64
4.2.3 Gelişmiş bina elemanı sistemlerinin sürdürülebilirlik puanlarının belirlenmesi	70
4.2.4 Değerlendirme	74
5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA	79
KAYNAKLAR.....	81
EKLER.....	90
ÖZGEÇMİŞ.....	114

KISALTMALAR

BREEAM	: Building Research Establishment Environmental Assessment Method
EVA	: Ethal-Vinil-Asetat
LEED	: Leadership in Energy and Environmental Design
LED	: Lighting Emitting Diodes
ISOE	: Sosyo-Ekolojik Araştırma Enstitüsü
OLED	: Organic Light Emitting Diodes
PV	: Photovoltaic
PVC	: Polivinil Klorür
UFAD	: Under Floor Air Distribution
VOC	: Volatile Organic Compound
HVAC	: Heating Ventilating and Air Conditioning
LBNL	: Lawrence Berkeley National Laboratory
UNCED	: United Nations Conference on Environment and Development
UNEP	: United Nations Environment Programme

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1	: BREEAM değerlendirme sistemi ölçütleri ve puan tablosu.	17
Çizelge 2.2	: LEED değerlendirme sistemi ölçütleri ve puan tablosu.	18
Çizelge 2.3	: Çevresel sürdürülebilirlik ölçütleri ve önem ağırlıkları.	19
Çizelge 3.1	: Çift kabuk cephe sistemlerinin fayda ve zararları (Poirazis, 2004).	31
Çizelge 3.2	: Gelişmiş bina elemanı sistemlerinin çevresel sürdürülebilirlik ölçütleri ile ilişkili olma durumu.	56
Çizelge 4.1	: Seçenek ve ölçütlere göre önem ağırlıklarının hesaplanması.	60
Çizelge 4.2	: Köppen-Geiger iklim sınıflandırma sistemindeki ana iklimler ve alt iklimleri temsil eden anahtar harfler ile ölçütler.	64
Çizelge 4.3	: Köppen-Geiger iklim sistemi sıcaklık sınıflandırma anahtar kelimeleri ve ölçütleri.	64
Çizelge 4.4	: Pearl River Kulesi künyesi.	68
Çizelge 4.5	: Binaların gelişmiş döşeme sistemlerini kullanma oranları.	69
Çizelge 4.6	: Binaların gelişmiş düşey dış kabuk sistemlerini kullanma oranları.	69
Çizelge 4.7	: Binaların gelişmiş çatı sistemlerini kullanma oranları.	70
Çizelge 4.8	: Binaların gelişmiş düşey sirkülsayon sistemlerini kullanma oranları.	70
Çizelge 4.9	: Binaların gelişmiş iç sistemlerini kullanma oranları.	71
Çizelge 4.10	: A grubu iklim bölgesinde (tropikal iklim) konumlanmış binalar.	73
Çizelge 4.11	: B grubu iklim bölgesinde (kurak iklim) konumlanmış binalar.	73
Çizelge 4.12	: Cf grubu iklim bölgesinde (dönencealtı iklim bölgesi) konumlanmış binalar.	73
Çizelge 4.13	: Cs grubu iklim bölgesinde (dönencealtı-akdeniz iklimi) konumlanmış binalar.	74
Çizelge 4.14	: Cw grubu iklim bölgesinde (dönencealtı-muson iklimi) konumlanmış binalar.	74
Çizelge 4.15	: D grubu iklim bölgesinde (karasal iklim bölgesi) konumlanmış binalar.	74
Çizelge 4.16	: Bina elemanlarının çevresel sürdürülebilirlik ölçütlerine göre önem dereceleri.	75
Çizelge 4.17	: Yüksek binalarda kullanılan gelişmiş bina elemanı sistemlerinin çevresel sürdürülebilirlik ölçütlerine bağlı olarak hesaplanmış toplam sürdürülebilirlik puanları.	75
Çizelge 4.18	: Sürdürülebilirlik puanına bağlı olarak bina sürdürülebilirlik derecesinin belirlenmesi.	76
Çizelge 4.19	: Bina değer tablosu.	76

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1	: Çalışmanın akış şeması.	2
Şekil 2.1	: Sürdürülebilirliğin boyutları.	10
Şekil 2.2	: Modern tüketim bağımlılığı.	11
Şekil 2.3	: Yıllık dünya nüfusu ve enerji ihtiyacı.	16
Şekil 3.1	: Zemin altı hava dağıtım sistemi (UFAD).	21
Şekil 3.2	: Geleneksel hava dağıtım sistemi.	21
Şekil 3.3	: Geleneksel sistemde ısı etki (sol), UFAD sisteminde ısı etki (sağ).	22
Şekil 3.4	: Geleneksel sistemde karbondioksit etkisi (sol), UFAD sisteminde karbondioksit etkisi (sağ).	23
Şekil 3.5	: Pasif soğuk tavan sistemi.	24
Şekil 3.6	: Aktif soğuk tavan sistemi.	24
Şekil 3.7	: Çift kabuk cephe sistemleri.	28
Şekil 3.8	: Elektrokromik cam kesiti.	32
Şekil 3.9	: LBNL tesisinde gelişmiş cephe sistem bileşenlerinden biri olan elektrokromik cam için gerçekleştirilen saha testi.	32
Şekil 3.10	: Binadaki konumlarına göre güneş kontrol bileşeni çeşitleri.	34
Şekil 3.11	: İç güneş kontrol bileşenleri.	35
Şekil 3.12	: 1 Bligh Street Binası, Sydney, iki katman arası güneş kontrol bileşeni kesit-perspektifi.	36
Şekil 3.13	: Düşey düzlemsel cephe perspektifi (sol) ve kesiti (sağ).	37
Şekil 3.14	: Eğimli düzlemsel bina kabuğunun PV panel ile bütünlenmesi - perspektif (üstte) ve kesit seçenekleri (altta).	38
Şekil 3.15	: Eğimli kırıklı bina kabuğunun PV panel ile bütünlenmesi - perspektif (üstte), kesit seçenekleri (altta).	39
Şekil 3.16	: Pearl River Binası perspektifi (sol), kavramsal rüzgar türbini çizimi (sağ).	41
Şekil 3.17	: Bahrain Dünya Ticaret Merkezi binası rüzgar türbinleri.	41
Şekil 3.18	: Seyrek yeşil çatı ve görünüşü.	44
Şekil 3.19	: Yoğun yeşil çatı kesiti ve görünüşü (solda). Solaire Building, New York (sağda).	44
Şekil 3.20	: Sürdürülebilir alçı panel.	49
Şekil 3.21	: Geri dönüşümlü cam bölme sistemi.	50
Şekil 3.22	: Doğal kil sıva (sol), doğal kireç sıva (sağ).	50
Şekil 3.23	: Sisal karo kaplama.	51
Şekil 3.24	: Bambu panel kaplamalar.	51
Şekil 3.25	: Mantar duvar kaplaması.	52
Şekil 4.1	: İncelenen 40 adet binanın dünya üzerindeki konumları.	60
Şekil 4.2	: Analiz etmek üzere seçilen örnek yüksek binaların dünya üzerindeki konumları ve bulundukları iklim bölgeleri.	61

YÜKSEK BİNALARDA KULLANILAN GELİŞMİŞ BİNA ELEMANI SİSTEMLERİNİN ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ÖLÇÜTLERİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖZET

Tezde; sürdürülebilirlik kavramı, sürdürülebilirlik ölçütleri, gelişmiş ve enerji etkin bina elemanı sistemleri, seçenek değerlendirme metotları incelenmekte, seçilmiş yüksek binalar analiz edilmekte ve bu binalardaki gelişmiş bina elemanı sistemleri kullanımı, çevresel sürdürülebilirlik ölçütleri ve bulundukları iklim bölgeleri ile olan ilişkileri çerçevesinde binaların sürdürülebilirlik derecesine olan etkileri açısından değerlendirilmektedir.

Tez beş bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde; çalışmanın konusu, amacı, kapsamı ve yöntemi hakkında bilgiler verilmiştir. İkinci bölümde; sürdürülebilirlik kavramı, sürdürülebilirliğin gelişimi anlatılmış ve çevresel sürdürülebilirlik kavramı dikkate alınarak, uluslararası kabul görmüş değerlendirme sistemleri olan LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) ve BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) metodları incelenmiştir. Bu sistemlerin değerlendirme ölçütlerinden yararlanılarak, yüksek binalardaki bina elemanlarının değerlendirmesinde kullanmak üzere, dört ölçüt belirlenmiştir. Bu ölçütler;

- Malzeme
- İç mekan hava kalitesi
- Enerji ve atmosfer
- Su etkinliğidir.

Üçüncü bölümde; incelenmiş, gelişmiş teknolojilerle tasarlanmış, sürdürülebilir ve enerji etkin bina elemanı sistemleri araştırılmış ve binayı oluşturan gelişmiş döşeme, dış kabuk, çatı, düşey sirkülasyon ve iç bölme sistemleri aşağıdaki şekilde belirlenmiştir:

- Gelişmiş döşeme sistemleri:
 - Zemin altı hava dağıtım sistemi (UFAD)
 - Soğuk tavan sistemi
- Gelişmiş düşey dış kabuk sistemleri-cam cepheler
 - Sistem kuruluşu
 - Tek kabuk cephe sistemleri
 - Çift kabuk cephe sistemleri
 - Sistem bileşenleri
 - Teknolojik camlar
 - Güneş kontrol bileşenleri
 - Cam cephelerle bütünleştirilmiş gelişmiş teknolojiler
 - Cam cephelerle bütünleştirilmiş fotovoltaik (PV) sistemler
 - Dış cepheyle bütünleştirilmiş rüzgar türbinleri
- Gelişmiş çatı sistemi
 - Yeşil çatı
 - Çatı ile bütünleştirilmiş PV paneller
- Gelişmiş düşey sirkülasyon sistemi
- Gelişmiş iç bölme sistemi
 - Alçıpaneller & cam bölmeler
 - Gri su sistemi

Dördüncü bölümde; sürdürülebilir olarak tasarlanma iddası taşıyan örnek yüksek binalar incelenmiştir. Bu binaların nasıl seçildiği anlatılmış ve dünya üzerindeki konumlarını göstermek amacıyla bir harita oluşturulmuştur. Binaları incelemek üzere, bina tasarımcısının, bina işlevinin, almış olduğu sertifikaların ve konumlandığı iklim bölgesinin bilgilerini içeren künyeler hazırlanmıştır. Künyelerde bu bilgilerin yanı sıra, gelişmiş döşeme sistemleri, gelişmiş düşey dış kabuk sistemleri, gelişmiş çatı sistemleri, gelişmiş düşey sirkülasyon sistemleri ve gelişmiş iç bölme sistemlerini kullanıp kullanmadıklarının bilgisi de yer almaktadır. Bu bilgilerden

yararlanarak, her bina elemanı için ayrı tablolar oluşturulmuş ve kullanılan gelişmiş sistemler belirlenmiştir. Bina eleman sistemleri açısından binaların sürdürülebilirliğini değerlendirmek üzere, değerlendirme metotları incelenmiş ve “objelere ağırlık verilmesi” metodunun kullanılmasına karar verilmiştir. İncelenen binaların, belirlenen çevresel sürdürülebilirlik ölçütleri çerçevesinde ve seçilen değerlendirme metodu kullanılarak, gelişmiş bina elemanı sistemlerini kullanımına göre puanlar verilmiş ve aldıkları puanlara göre sürdürülebilirlik dereceleri belirlenmiştir. Sonrasında Köppen-Geiger iklim sınıflandırma haritasından yararlanılarak, bu binalarda kullanılan gelişmiş bina elemanı sistemlerinin bulundukları iklim bölgelerine uygun olup olmadıkları analiz edilmiştir.

Beşinci bölümde; elde edilen veriler ışığında, çevresel sürdürülebilirlik ölçütlerine ve iklim bölgelerine göre yüksek binalardaki gelişmiş bina elemanı sistemleri kullanım oranları tartışılmış ve bu oranın arttırılmasına yönelik görüşler belirtilmiştir.

EVALUATION OF ADVANCED BUILDING COMPONENT SYSTEMS ACCORDING TO ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY CRITERIA FOR HIGH-RISE BUILDINGS

SUMMARY

In the context of the thesis, sustainability concept, sustainability criteria, advanced and energy-efficient building element systems, alternative assessment methods are examined, afterwards the selected high-rise buildings are profoundly analysed. In the conclusion section, the use of advanced building element systems in the specified buildings are evaluated within the framework of environmental sustainability criteria and their relationships with the climatic zones in terms of the contributions to buildings' sustainability degrees.

The thesis consists of five chapters. The first chapter is about the subject, purpose, scope and method of the study. The purpose of the study is to investigate the advanced building elements, their applications on high rise buildings and according to this principle, review of the buildings' sustainability degree. Within the scope of the thesis building element systems which constitute the building are handled but the structural and mechanical systems are leave out of the scale.

In the second chapter, sustainability concept and development of sustainability are first explained and three dimensions of sustainability are discussed; social, economic and environmental sustainability. Within the context of the thesis environmental sustainability is considered and the other dimensions are leave out of the scale. Then LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) and BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) methods, which are the international environmental assessment methods, are briefly examined. Consequently, considering the environmental assessment criteria of those systems, four criteria are defined to evaluate advanced building element systems in high-rise buildings. These criteria are;

- Material,

- Indoor environmental quality,
- Energy and atmosphere,
- Water efficiency.

In the third chapter, sustainable and energy efficient building element systems that are designed with advanced technologies are investigated. These systems including advanced floor systems, exterior wall systems, roof systems, vertical circulation systems and internal partition systems are determined as below;

- Advanced floor systems;
 - Underfloor air distribution system (UFAD),
 - Chilled beam system,
- Advanced vertical exterior wall systems – glass curtain walls;
 - System structure
 - Single skin facade systems
 - Double skin facade systems
 - System components
 - Smart glasses
 - Solar control components
 - Advanced technologies integrated into glass facades
 - PV systems integrated into glass facades
 - Wind turbines integrated into exterior walls
- Advanced roof systems
 - Green roofs
 - PV panels integrated into roof
- Advanced vertical circulation systems
- Advanced interior partition systems
 - Drywalls & glass partition elements

- Grey water system

In the fourth chapter, forty high rise buildings that are asserted to be sustainable are examined, and twenty three of them are selected to analyse. The selection process of the buildings is explained, and a map is created to show their locations in the world. To investigate these buildings, identity tags including the information about their designers and functions, the certifications they have, and the climatic zones they are located are prepared. The information about which advanced systems are used in these buildings can be also noticed through these tags. Also tables are prepared for all buildings according to the advanced building elements and they show the element systems which are used in the building. Moreover, alternative assessment methods are examined to evaluate the buildings' sustainability degrees, and the objective weighting method is decided to use. To investigate the sustainability degrees of the examined buildings, the points are given to the buildings depending on the use of advanced building element systems within the frame of the environmental sustainability criteria by using the selected evaluation method. The buildings' sustainability degrees are then determined according to the points they have. These are weak, median, good and very good. In addition to this, the climatic zones that the buildings located are examined and a map is prepared according to Köppen-Geiger classification system. In accordance with this method, the tables are prepared for the explanation of the buildings in climatic zones that are located. These tables are also show the advanced building element systems they are used.

Assessment part has been handled in two ways; the building element systems which are used in the examined buildings on the basis of the sustainability criteria and the relation between building element systems and climatic zones that the buildings have been positioned. First assessment are discussed in terms of the four environmental sustainability criteria which is explained in second chapter. The second assessment are discussed which advanced building element systems are the most suitable for different climatic zones.

In the fifth chapter, the usage rates of the advanced building element systems to the high-rise buildings are discussed in terms of environmental sustainability criteria and climatic zones that are specified before, and finally the proposals are made about how these percentages will be increased to build more sustainable high-rise buildings.

1. GİRİŞ

Dünya genelinde giderek artan nüfus yoğunluğu, kaynak tüketimi ve çevre kirliliği gezegenimizin ekolojik dengesini olumsuz yönde etkilemektedir. Doğal kaynakların önemli düzeyde azalması, insan neslinin ve doğada yaşayan diğer canlıların geleceğini tehlikeye sokmaktadır (Sev ve Özgen, 2003). Bu çevresel zarara önemli oranda etki eden sektörlerden birisi de yapı sektörüdür. Özellikle yüksek binalar üretim, yapım, kullanım ve yok olmadan oluşan yaşam dönemi süreçlerinde; malzeme/kaynak, su ve enerji kullanımları ile çıkardıkları atıklar nedeniyle büyük ölçüde çevresel etkilere neden olmaktadır.

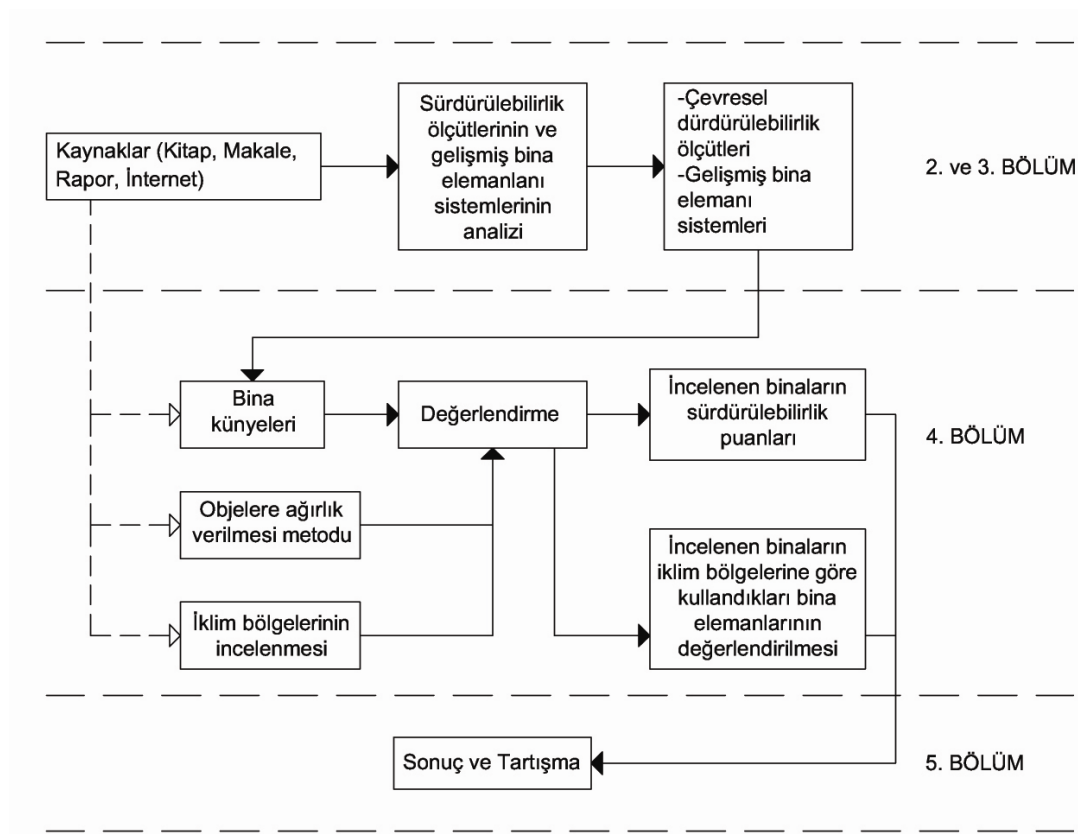
Bahsedilen sorunları gidererek, sürdürülebilir ve enerji etkin binalar tasarlamak üzere; geleneksel bina elemanı ve sistemlerinde, yüksek binalara özgü bazı değişim ve gelişmeler zorunlu hale gelmiştir. Döşeme, duvar ve çatı sistemlerinde meydana gelen yenilik ve değişimlerle; hem kullanıcı konforu sağlanmakta hem de enerji kazançlarının ve dolayısıyla çevresel etkilerin azaltılması mümkün olmaktadır.

1.1 Çalışmanın Amacı

Yüksek binalarda yukarıda bahsedilen problemler, malzeme ve teknoloji alanında gerçekleşen gelişmeler sonucunda daha sürdürülebilir bina elemanı ve sistemlerinin tasarlanmasını gerektirmiş ve bu doğrultuda birçok teknoloji geliştirilmiştir. Bununla birlikte, yapılan kaynak araştırması sırasında, bu teknolojilerin kullanımının sürdürülebilirlik ölçütleri çerçevesinde incelendiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Tezin amacı; döşeme sistemleri, düşey dış kabuk sistemleri, çatı sistemleri, düşey sirkülasyon sistemleri ve iç bölme sistemleri için geliştirilen enerji etkin ve sürdürülebilir teknolojilerin, yüksek binalarda kullanımlarına bağlı olarak incelenmesi ve uygulandıkları yüksek binaların ne ölçüde sürdürülebilir olduklarının değerlendirilmesidir.

1.2 Çalışmanın Kapsamı ve Yöntemi

Tez kapsamında; yüksek binalarda kullanılan gelişmiş bina elemanı sistemleri ve uygulandıkları binalar incelenerek çevresel sürdürülebilirlik ölçütleri çerçevesinde değerlendirilmektedir. Çalışmada sosyal ve ekonomik sürdürülebilirlik ölçütleri ile binayı oluşturan bina elemanı sistemleri dışındaki taşıyıcı sistem ve mekanik sistemler kapsam dışında bırakılmıştır. Çalışmanın akış şeması Şekil 1.1’de gösterilmiştir.



Şekil 1.1 : Çalışmanın akış şeması.

Tezde 2. ve 3. bölümlerde kaynak araştırmalarından yararlanılarak, sürdürülebilir tasarım ilkeleri incelenmiş ve gelişmiş bina elemanı sistemlerinin analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları doğrultusunda değerlendirmede yararlanmak üzere sürdürülebilirlik ölçütleri ve farklı teknolojilerdeki döşeme, düşey dış kabuk, çatı, düşey sirkülasyon ve iç bölme sistemleri belirlenmiştir.

4. bölümde kaynak araştırması yapılarak, örnek yüksek binalar seçilmiş ve bu binalarda kullanılan gelişmiş bina elemanı sistemleri incelenerek, her bina için künyeler oluşturulmuştur. İncelenen binaları değerlendirmek amacıyla,

değerlendirme metotları incelenmiş ve ‘objelere ağırlık verme metodu’nun tez çalışması açısından en uygun değerlendirme metodu olduğuna karar verilmiştir. Bina künyelerindeki bilgilerin seçilen metoda göre değerlendirmesi yapılarak, incelenen binaların sürdürülebilirlik puanları belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar 2. bölümde belirlenen çevresel sürdürülebilirlik ölçütlerine göre değerlendirilmiştir. Ayrıca binaların konumlandıkları iklim bölgeleri incelenmiş, dış iklimle doğrudan ilişkili düşey dış kabuk sistemleri ve çatı sistemlerinde kullanılan gelişmiş bina elemanı sistemlerinin, bulundukları iklim kuşağı ile ilişkili olup olmadığı değerlendirilmiştir.

5. bölümde elde edilen değerlendirmeler ve veriler tartışılmıştır.

2. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

Dünya, Endüstri Devrimi'nden günümüze kadar birçok teknolojik gelişim yaşamış, buna bağlı olarak nüfus artışı, kaynakların bilinçsizce kullanılmasına neden olmuştur. Kirlilik, artan çevre sorunları, küresel ısınma, ozon tabakasının zarar görmesi, doğal kaynakların azalması gibi sonuçlar, insanların yakın zamanda anlamaya başladığı çevresel felaketlerdir. İnsanoğlunun faaliyetleri ve ortaya çıkardığı etkiler “dünyanın taşıma kapasitesi”ni zorlamaktadır. Bu nedenle kaynak kullanımı ve faaliyetlerin sürdürülmesi, bu kapasite dahilinde gerçekleştirilmelidir (Sev, 2009).

Williamson ve diğ. (2003)'a göre; sürdürülebilirlik, insanın yaşam kalitesini, ekosistemin taşıma kapasitesini aşmadan iyileştirmek ve korumaya çalışmaktır. Bu tanım ESD kısaltması ile ifade edilmiştir. Kısaltma, dünyanın taşıma kapasitesine insanoğlu tarafından yapılan etkiyi açıklamaktadır. E harfi çevresel, ekolojik ve hatta ekonomik anlamda ele alınmaktadır. S sürdürülebilir veya sürdürülebilirlik anlamındadır. D bazen gelişme bazen tasarım anlamına gelmektedir. ESD tanımlaması; son zamanlardaki kullanımıyla daha geniş bir perspektifte, dünyaya yeni bir bakış açısı olmuştur ve sorunun küresel ölçekte olduğunu, nüfus artışının ve insanoğlunun dünyadaki varlığının etkilerinden dolayı bu problemlerin yaşandığını vurgulamaktadır.

Ehlich ve Erlich'e göre; genel olarak insan faaliyetlerinin doğa üzerindeki etkisinin üç temel faktöre bağlı olduğu söylenebilir. Bunlar; nüfus, daha iyi bir yaşam kalitesi ihtiyacı ve teknolojik eko-verimliliklerdir.

Sürdürülebilirlik, ekonomi, çevre ve toplum sağlığı ile uluslar ve dünya arasında nazik bir denge oluşturmaktadır. Bu yüzyılın büyük bölümünde ekonominin durumunu ölçmek için 'ekonomik göstergeler' kullanılmıştır. Sosyal göstergeler büyük ölçüde İkinci Dünya Savaşı sonrası olgularıdır. Çevresel göstergeler ise daha çok günümüzde geçerlilik göstermektedir (Fricker, 1998).

Kavram ve stratejilerin uygulanması sırasında, belirli zamanlarda, ortak temaların veya endişelerin ortaya çıktığı görülebilir. Küçük değişimler, temel dönüşümler ya da sonuçların yer değişimi; politik olaylar, teknolojik değişimler, bilimsel buluşlar,

afetler ya da ekonomik deneyimler ve süreçler gibi olaylardan etkilenebilir. Bu açıdan bakıldığında “yeşil”, “ekolojik” ve “çevresel” gibi etiketler, bina tasarımlarının, esas olarak doğal çevreye etkilerinin ve onunla ilişkilerinin gözönünde bulundurulması gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu kavramların oluşumu 1970’lere kadar uzanmaktadır. Aynı dönemde ortaya çıkan, “enerji tasarrufu”, “solar”, ve “pasif” gibi etiketler, bir binanın hizmet görebilmesi için gerekli fosil yakıtların azaltılması yaklaşımını ifade etmektedir (Williams ve diğ, 2003).

2.1 Sürdürülebilirlik Kavramının Tarihsel Süreci ve Değişimleri

Çevre sorunları, doğanın kirlenmesi ve bozulması, çevreyi oluşturan öğelerin bu süreç içinde giderek niteliğinin değişmesi ve değerinin kaybolması zaman içinde birikerek farkedilir hale gelmiştir. İnsan faaliyetlerinin sonucunda çevreye verilen zararlar, doğanın kendini yenileyebilme kapasitesini aşmıştır. Yaşam ortamını oluşturan çevre öğelerinin kirlenmesi tehlikeli bir düzeye erişince, durumun ciddiyeti anlaşılmıştır. Bu tehlikeli düzey ise bazı toplumsal yıkım olayları ile belirlenmiştir. Hava ya da su kirlenmesi sonucunda karşılaşılan kitlesel ölümler, toplumları önlem almaya yöneltmiştir. 1952 yılı Aralık ayında Londra’da hava kirliliği nedeniyle bir hafta içinde yaklaşık 4000 kişinin yaşamını yitirmesi, çevre sorunlarının niteliğini toplumlara tanıtan ilk örneklerden biri olmuştur. Kirli sulardan elde edilen su ürünleri ile beslenenlerin kitlesel ölümleri ise, insanlığın dikkatini çevreye çeken bir diğer yıkım olayıdır (Keleş ve Hamamcı, 1993).

Çevre sorunlarına ilişkin daha önceki yıllarda çeşitli çalışmalar yapılmış olmasına rağmen, sürdürülebilir gelişme ve çevre konuları ilk defa 1971 yılında İsviçre’nin Founex şehrinde yapılan uzmanlar panelinde ele alınmıştır (Sev, 2009). Panel sonrasında yayınlanan raporda, çevre sorunlarının, sanayileşmiş ülkelerin üretim ve tüketim yapısından, yoksulluk ve az gelişmişlikten kaynaklandığından söz edilmektedir (Karbuz, 2002). Bu konferansın ardından ‘Stockholm Deklarasyonu’ kabul edilmiştir. Bu bildiri ile insan ve çevre ilişkilerine, insan faaliyetlerinin çevre üzerindeki olumsuz etkilerine, devletlerin ekonomik gelişme sorunlarına, çevrenin korunması konusunda uluslararası işbirliğinin önemine değinilmiş ve insanların sağlıklı ve temiz bir çevrede yaşama hakkı olduğu kabul edilmiştir. Stockholm Deklarasyonu ile “sürdürülebilir gelişme” kavramının temelleri atılmıştır.

Deklarasyonda çevrenin “taşıma kapasitesi”ne, kaynak kullanımında kuşaklararası adaletin savunulmasına ve ekonomik-sosyal gelişmenin çevre ile bağlantısına dikkat çekilmiştir.

1972’de Roma Kulübü “Büyümenin Sınırları” başlıklı bir rapor yayımlamıştır. Bu rapor Massachusetts Teknoloji Enstitüsü’nden bir grup bilim adamı tarafından oluşturulmuştur (Url-1). Rapor, büyüme ile kaynaklar arasındaki ilişkiye ve çevre sorunlarını gidermek ya da en aza indirmek için “denetimsiz” büyümenin durdurulmasına, dikkat çekmek amacıyla hazırlanmıştır. “Sıfır Büyüme Raporu” olarak anılan bu rapor, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler arasında yaklaşım farklılıkları nedeniyle yoğun tartışmaları başlatmış ve ekonomik gelişme, sanayileşme süreçleri ve çevre arasındaki sorgulamayı tetiklemiştir (Url-2).

“Sürdürülebilirlik” kavramı yoğun olarak 1977’de Pirages (1977)’in, ‘Sürdürülebilir Toplum’ yapıtıyla bilim çevrelerinde tartışmaya açılmıştır. 1983 yılında yapılan Birleşmiş Milletler Genel Kurul Toplantısı sonucunda, “Ortak Geleceğimiz – Our Common Future” raporu ortaya çıkmıştır. Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu başkanı Gro Harlem Brundtland tarafından açıklanan ve 1987 yılında yayımlanan bu raporda; sürdürülebilir gelişme, “bugünün gereksinimlerini, gelecek nesilleri kendi gereksinimlerini karşılama yetisinden yoksun bırakmadan karşılayarak gelişme” olarak tanımlanmaktadır (Sev, 2009). 1992’de gerçekleşen Heidelberg Buluşması’nda 60’dan fazla dünya çapında ünlü bilim insanının oluşturduğu uzmanlar ekibi, çevre hareketlerini suçlama tavrını benimsemişler, bu alanda yapılan çalışmaların “sözde” bilimsel olduğunu, rasyonellik içermediğini ve giderek ülkelerin ekonomik bağımsızlıklarını tehdit etmekte olduğunu savunmuşlardır. Bu olumsuz gelişmeye karşın, aynı yılın Haziran ayında Rio de Janeiro’da yapılan Çevre ve Kalkınma Konferansı, paradigmatic bir nokta oluşturmaktadır (Url-2). Konferans sonrasında yayımlanan Rio Deklarasyonu; çevre ve kalkınma konusunda ülkelerin hak ve yükümlülüklerini kapsayan, hukuki olarak bağlayıcı olmamakla birlikte, hükümetlere politik yükümlülükler getiren bir ilkeler dizisidir (Url-3). Bu toplantı çok sayıda ülkeyi, organizasyonu, dünya çapında birçok vatandaşı bir araya getirmekle kalmamış, aynı zamanda ilk defa gelişmiş ve gelişmekte olan ulusların, çevre ve kalkınma ile ilişkili bazı zor konularda fikir birliğine varmalarını sağlamıştır. Rio Deklarasyonu ile birlikte küresel sürdürülebilirliğin sağlanması için 27 prensip kararı kabul edilmiştir. Başlangıç hükümlerinde, Stockholm

Konferansı'nın ilkelerine bağlı kalındığı ve bunları gerçekleştirmek için devletler, toplumlar ve insanlar arasında olmak üzere, her düzeyde işbirliği kurmak amacı taşındığı, insanların yuvası sayılan dünyayı ve herkesin ortak çıkarını koruyacak bir çevre-kalkınma dizgesi üzerinde uzlaşılması gereği vurgulanmıştır (Keleş ve Hamamcı, 1993). Stockholm Bildirisi'nden Rio Konferansı'na en önemli değişiklik şudur; Stockholm'deki kirlilik ve yenilenemeyen kaynakların tüketimi konusunda 'sorun kaynaklı' bir yaklaşım geliştirilirken; Rio'da doğal kaynaklara dayalı, sürdürülebilir ekonomik büyüme ile insan kaynaklarının geliştirilmesini benimseyen 'bütünleşmiş' bir yaklaşım seçilmiştir (Fisunoğlu, 1997).

Sürdürülebilir gelişme yolundaki önemli dönüm noktalarından biri de BM Çevre ve Kalkınma Konferansı'nda (UNCED) belirlenen ve doğal kaynakların daha verimli kullanılarak, yerleşim yerlerinin daha iyi yönetilmesini ve ortak küresel çıkarların korunarak, yeryüzündeki yaşam kalitesinin artırılmasını hedefleyen, hareket planı, Gündem 21 yaklaşımıdır (Altunbaş, 2003-2004). Bu yaklaşımın amacı, dünyadaki tüm ülkeler için sürdürülebilir gelişmeyi desteklerken, gezegenimize verdiğimiz çevresel zararları durdurmak ve tersine çevirmektir (Smith, 2001). Gündem 21'in önemi, çevre sorunsalının sosyal ve ekonomik faaliyetlerden bağımsız bir sorun olmadığını ve kalkınma politikaları ile birlikte ele alınması gereğini açıkça ortaya koymasından kaynaklanmaktadır (Demirayak, 2002).

1997'de 'Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi' içinde imzalanmış olan Kyoto Protokolü, 2005'te yürürlüğe girmiştir. Bu protokolü imzalayan ülkeler, karbondioksit ve sera etkisine neden olan diğer beş gazın salınımını azaltmaya veya bunu yapamıyorlarsa salınım ticareti yoluyla haklarını arttırmaya söz vermişlerdir. Kyoto Protokolünün amacı; atmosferdeki sera gazı yoğunluğunun, iklime tehlikeli etki yapmayacak seviyelerde dengede kalmasını sağlamaktır. Kyoto Protokolüne göre ülkeler 2008 ile 2012 yılları arasında salımlarını, 1990 yılına göre %5.2 düşürmekle yükümlüdürler. Bu doğrultuda, birçok ülke, belirli sanayi kuruluşlarına sınırlamalar koymuştur (kâğıt endüstrisi, enerji santralleri gibi). Buna göre, belirlenen seviyeden fazla salınım yapacağını anlayan bir şirket, bir şekilde başka yerlerden Karbon Kredisi bulmak zorundadır. Ancak bu durum karbon ticaretini ve borsasını ortaya çıkarmıştır (Url-4).

Rio Zirvesi'nden on yıl sonra yapılan 'Johannesburg Zirvesi' ise, uluslararası karar verme mekanizmasında ağırlık verilen alanların, sadece ticaret ile ilgili olması

nedeniyle hayal kırıklığı yaratmıştır. Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Komisyonu çalışmalarının yetersiz kalması ve Birleşmiş Milletler Çevre Programı'nın (UNEP) çerçevesinin sınırlı tutulması, bu sürecin sonuçları olarak görülebilir. 2000 yılı Eylül ayında Kofi Annan, Birleşmiş Milletler Milenyum Gelişme Hedeflerini açıklamış, ancak bunları uygulama alanında yeterli çaba sarf edilmemiştir. 2001 Dünya Ticaret Örgütü, 'Doha Zirvesi'nde daha fazla ticari özgürlük pazarlıklarını sürdürmüş ve bunun sonucunda ulusal politikaların değiştirilerek uluslararası pazarlar çerçevesinde değerlendirilmesi anlayışı gündeme gelmiştir. Günümüzde ise "sürdürülebilirlik" kavramına tematik yaklaşım önerileri, mimari ve kentsel tasarım alanında sürmekte, bu kapsamda geliştirilen görüşlerin meslek örgütleri tarafından toplumsal bütünleşme çerçevesinde ne şekilde ele alınacağı araştırılmaktadır (Url-2).

2.2 Sürdürülebilir Gelişme

Sürdürülebilir gelişme; kaynakları, politik yapıyı, bireysel girişimleri ve toplumun kendine özgü yapısını içine alan bir dizi yerel koşula göre değişkenlik göstermektedir. Sürdürülebilir gelişme stratejileri; kentsel tasarım, ekonomik gelişme ve büyüme, ekosistem yönetimi, tarım, ekolojik mimari, enerji korunumu ve çevre kirliliğini önleme gibi çok çeşitli alanlarda uygulanabilmektedir. Gerçekte sürdürülebilirlik kavramı; temelleri geleneksel toplumlara dayandırılrsa da, özellikle son yirmi yılda ortaya çıkan sınırlı kaynaklar, enerji tüketimi ve çevre kirliliği, kentleşme ve nüfus artışı, teknoloji ve bilimsel bilgi, sağlık ve güvenlik, yeni ekonomik koşullar gibi çeşitli etmenler sonucu gelişmiştir (Sev, 2009).

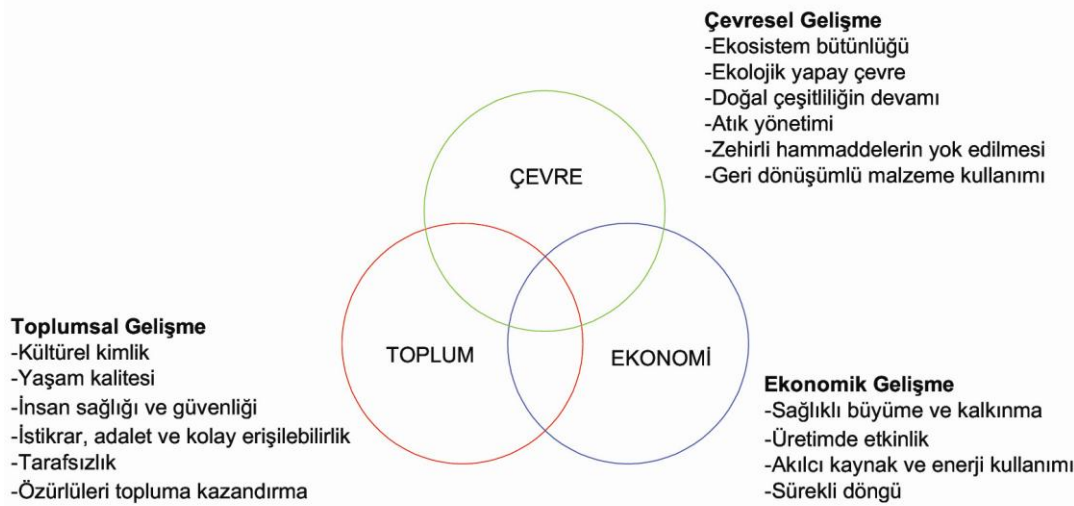
Sürdürülebilir gelişme yaklaşımına göre, çevre ile ekonomi politikaları arasında bir eşgüdüm sağlanırsa, toplumsal yapıda da bir iyileşme ortaya çıkacaktır. Bu bağlamda sürdürülebilir gelişmenin sosyal sürdürülebilirlik, ekonomik sürdürülebilirlik ve çevresel sürdürülebilirlik olarak tanımlanabilecek üç boyutundan söz etmek olasıdır (Şekil 2.1). Bu boyutlardan birincisi katılımcı ve güçlü bir sivil toplumu, ikincisi ekonomik sermayenin istikrarını, üçüncüsü ise insan gereksinimlerini karşılayan doğal kaynakların korunmasını ve insan refahını yükseltmeyi içermektedir (Sev, 2009).

Toplumsal, ekonomik ve çevresel boyutların farklı amaç ve işlevleri bulunmakla birlikte, bazı alanlarda kısmen, bazı alanlarda da tamamen bütünleştikleri görülebilir.

Bu boyutlar tek başına ele alındığında sürdürülebilir gelişme için yeterli olmamaktadır. Atılan her adımın birbirine bağlı olduğu göz ardı edilmemelidir ve her alanda bütünleşmeleri ideal durumdur (Sev, 2009, Url-5).

Sürdürülebilir gelişme, çevresel ve sosyal yaşam kalitesi ile ekonomik yapılabirliğin sağlanmasını amaçlayan yönüyle, kentsel gelişme kavramı ile de bütünleşmektedir. Çünkü insan eylem ve düşünceleri doğrudan insanın yaşam mekanı olan kentlerde biçimlenmekte ve kentsel gelişme ile karşılıklı bir etkileşim içinde sürmektedir.

Bu nedenle sürdürülebilir gelişme politikalarının uygulanabilmesinin koşulu, bu politikaların mekana yansıtılmasıdır. Bir diğer deyişle, sürdürülebilir gelişmenin sağlanabilmesi için, sürdürülebilir kentleşmeyi sağlayacak politika ve uygulamaların hayata geçirilmesi gereklidir (Tosun, 2009).



Şekil 2.1 : Sürdürülebilirliğin boyutları.

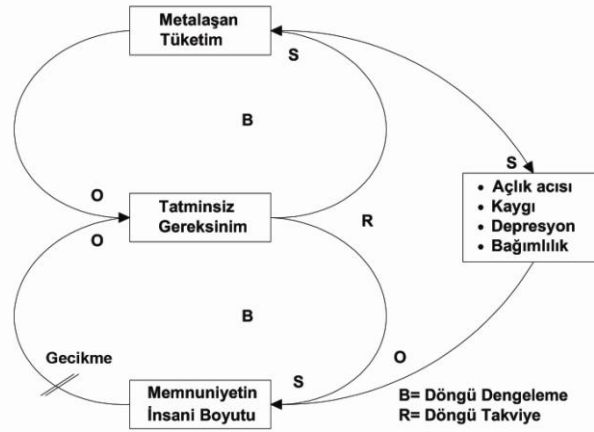
Günümüzde sürdürülebilir gelişme kavramı, sadece resmi dilde ve uluslararası organizasyon belgelerinde değil, tüm sosyal, ekonomik ve kurumsal aktörler tarafından kullanılmaktadır.

2.2.1 Sosyal sürdürülebilirlik

Nüfus artışı modellerinin, dünyadaki gelişmiş ve gelişmekte olan uluslararası varolan, ekolojik, ekonomik ve sosyal eşitsizlikleri analiz etmede önemli katkıları vardır. Dünya nüfusunun %25'i gelişmiş toplumlarda (çoğunlukla kuzey yarım kürede) yaşamakta, dünyanın finans kaynaklarını kontrol etmekte, üretim ve

hizmetin çoğunluğunu tüketmekte ve gezegenimizin doğal kaynaklarını kullanmaktadır. Dünya nüfusunun %75'i gelişmekte olan toplumlarda (öncelikle güney yarım küredeki ve yerli insanlarda dahil olmak üzere tüm dünyadaki azınlıklar) küresel ekonomik sistemden çok az fayda sağlamakta, çoğu zaman yaşamak için temel ihtiyaçlarını karşılayamadan, çok kısıtlı kaynaklar kullanmaktadırlar. Bu ekonomik ayırım açıkça, sayısız insan hakları ihlalini, sağlık hizmetleri ve okuma yazma eksikliğini, cinsiyet ayrımcılığını ve sayısal uçurumu açıkça göstermektedir (Stead ve diğ, 2004).

Modern hayat, teknolojik gelişmeler, ekonomik değişimler gibi etkenlerle insanların refah anlayışını ve yaşam standartlarını değiştirmiştir. İnsanlar ihtiyaçlarını karşılarlarken ortaya çıkan yan etkileri gözardı etmekte ve her zaman daha fazlasını talep etmektedirler. İngiliz psikolog Oliver James, ihtiyaçlarımız ile isteklerimiz arasında kalmaya ve kafamızın karışmasına bağımlı hale geldiğimizi belirtmektedir. Reklam gibi araçlarla, insanların, tüketirken ihtiyaçları ile istekleri arasında düşünmemeleri sağlanmaya çalışılmakta, böylece gerekli ya da gereksiz reklamlarda görünen her şeye ihtiyaç duyduğumuz düşündürülmektedir. Bu durum toplumu bir tüketim toplumuna dönüştürmektedir (Şekil 2.2) (Ehrenfeld, 2008).



Şekil 2.2 : Modern tüketim bağımlılığı.

Aynı zamanda yaklaşım, tüketim alışkanlıklarını, daha sürdürülebilir davranışlara, sürdürülebilir tüketim sistemlerine dönüştürmek için, bazı stratejiler yaratılmasında yararlı bir iç görü sağlamaktadır. Ayrıca, günlük hayata ve tüketici perspektifine dikkat edildiğinde, uzun vadeli bir bakış açısı için köklü değişim stratejileri geliştirmek, zorunlu hale gelmiştir. Sürdürülebilir tüketime doğru radikal değişimler,

siyaset ve piyasa alanlarında mikro ve makro stratejilerin kombinasyonuna ihtiyaç duyar. Tüketicilerin vatandaş, seçmen ve siyasi tüketici rollerindeki farklı istek ve ihtiyaçlarını karşılamak için, onların günlük yaşamdaki aktörler olduğunu ve farklı sosyo-ekolojik yaşam tarzları olduğunu anlayarak, bütünsel bir bakış açısıyla bakmak gerekmektedir (Tukker ve diğ, 2008).

Bir toplumda sürdürülebilir gelişmeyi yönlendirecek çok sayıda sosyo-kültürel etken bulunmaktadır. Bunların en önemlisi nesiller arası eşitlik ve dengedir. Bunu sağlamak için, gelecek nesillere varlıklarını sürdürebilmeleri ve refah içinde yaşayabilmeleri için, gereken araç ve kaynakları miras bırakmak gerekir.

Sürdürülebilir toplumsal gelişme; sağlık ve eğitim alanında gelişme, yaşamsal gereksinimlerin karşılanması, kültürel mirasın korunması ve yaşam standartlarının yükseltilmesi gibi esaslara dayanmaktadır. Sosyal normlar zaman içinde değişse de, sosyal ve kültürel yapının sürekliliği önemlidir. Ekonomik kararların alınmasında, sosyal ve kültürel yapının büyük rolü vardır. Sürdürülebilir toplumsal gelişme;

- Çalışanların sağlık ve güvenliğinin korunmasını,
 - Yaşam kalitesinin yükseltilmesini,
 - Fiziksel engelliler gibi engelli grupların topluma kazandırılmasını
- öngörmektedir (Sev, 2009).

Bir toplum için tasarımın rolü, çok daha fazla sosyo-ekonomik ve çevresel problemlerle karşı karşıya kalarak, değişmektedir. Tasarım, üretim ve tüketim arasındaki boşluğu, gerçek problemleri çözerek, üretim ve tüketim sistemini daha sürdürülebilir kılabilen radikal değişimleri sağlayarak, doldurmalıdır. Tasarımcılar, üreticiler ve tüketiciler arasında yardımcıları dönüşmeli ya da ortak yapım ve ortak tasarım sistemleri yaratarak ihtiyaçları karşılamalı, tüketiciler, üreticiler ve doğal çevre için maximum yarar sağlayarak problemleri çözmelidirler (Tukker ve diğ, 2008).

2.2.2 Ekonomik sürdürülebilirlik

İkinci Dünya Savaşı sonrasındaki küresel ekonomik büyüme olağandışı olmuştur. 1950'den beri reel gayri safi dünya üretimi hemen hemen 7 kat artmış, \$6.6 trilyondan \$45.9 trilyona yükselmiştir. Bu durumda kişi başına düşen tüketim miktarı

\$2,582'den \$7,454'e çıkmıştır. 1970'ten bugüne küresel ekonomi, küresel ihracatın \$1.45 trilyondan \$7.43 trilyona yükselmesiyle artmıştır.

Bu tablo ne kadar olumlu görünsede, sürdürülebilirliğin, ekonomik refahın ölçülmesinde sadece ekonomik gelişmenin düşünülmesi ile başarılamayacağı anlaşılmalıdır. Sürdürülebilirliğin ekonomik boyutu, aynı zamanda gelecek nesiller için ekolojik dengeyi yaratmak ve sosyal olarak insanların ihtiyaç duyduğu meta, hizmet, ekonomik adalet ve yüksek hayat standartları için istihdam ihtiyacı sağlamak ile ilişkilendirilmektedir (Stead ve diğ, 2004).

Sanayi devriminin ve sömürgeciliğin neden olduğu çevre sorunlarının, birinci ve ikinci dünya savaşıyla birlikte katlanarak artması, İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra erken kapitalistleşmiş ülkelerde uygulanan Keynesyen Politikalar (Aruoba, 1997), 1970'li yıllarla birlikte kapitalizmin sermaye birikim krizine de zemin hazırlamıştır. Bu dönem, aynı zamanda refah toplumunun yarattığı ekonomik büyümenin, emek ve doğa üzerindeki yıkıcı sonuçlarının da daha görünür olmaya başladığı yıllardır. Ekonomik büyümeye dayalı ekonomi ve refah devleti anlayışı, doğanın kendini yeniden üretebilme kapasitesinin üzerinde, doğayı bir üretim girdisi olarak kullanmış; üretim ve yeniden üretim sürecinde doğayı tahrip etmiştir. Bu durum ekonomik etkinliğin çevresel sonuçlarına odaklanan yaklaşımların da daha sık ön plana çıkmasına neden olmuştur (Keleş ve Hamamcı, 2005). Böylelikle, ekonomik büyüme sonucunda ortaya çıkan kirlilikle, üretim sürecinin “hammaddesi”, “doğal” sermayesi olarak görülen “doğal kaynakların” sınırlı olduğu tartışmaları da liberal ekonominin ve politikanın gündemine girmeye başlamıştır (Url-6).

Sürdürülebilir gelişme anlayışıyla, doğal kaynakların tükenebilirliğini, insan sağlığını ve doğal dengeyi göz önünde bulundurmak ve aralarındaki ilişkiyi korumak gerekmektedir. Bu anlayış, sürekli ekonomik gelişmeye imkan verecek şekilde doğal kaynakların akılcı olarak yönetimini sağlamak ve gelecek nesillerin ihtiyaçlarını gözönünde bulundurarak doğal, fiziki ve sosyal bir çevre bırakmak yaklaşımıdır (Altunbaş, 2003-2004). Gelişme, bir ekonomide üretim ve kişi başına düşen gelirin arttırılmasının yanı sıra, sosyo-kültürel yapının değiştirilmesi demektir. Ülkenin ekonomik, toplumsal ve siyasi yapılarının değiştirilerek, insan yaşamının maddi ve manevi açıdan geliştirilmesi, refah düzeyinin artırılmasıdır. Ekonomik gelişme için önemli sosyal değişimlerin de gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Sürdürülebilir ekonomik gelişme;

- Yeni pazar alanlarının oluşturulmasını,
- Üretimde enerji ve kaynak etkinliği sağlayarak maliyetin düşürülmesini,
- Katma değerin oluşturulmasını gerektirmektedir (Sev, 2009).

Ekonomik faaliyetler, bir başka ifadeyle sürdürülemez bir üretim ve tüketim yapısı, çevresel bozulmaya neden olmaktadır. Aslında sorun, üretim ve tüketim sırasında ortaya çıkan çevresel maliyetlerin üretim ve fiyatlandırma kararlarında dikkate alınmamasından kaynaklanmaktadır. Bu da piyasa yapısının bozulmasına neden olurken aynı zamanda çevreye verilen zarar hızlanmaktadır (Seymen, 2005).

2.2.3 Çevresel sürdürülebilirlik

1987’de ‘Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu’ tarafından yayımlanan ‘Brundtland Raporu’ çevresel sürdürülebilirliğin içeriğinin tanıtıldığı ilk rapordur. “Ortak geleceğimiz” başlıklı rapor iki konuya dikkat çekmektedir. İlki, geleceğe dair sorumluluk düşüncesinin uluslararası platforma taşınması, ikincisi ve daha önemlisi, gelişme düşüncesini sorgulamaya teşebbüs etmesidir. “Gelişme” kavramının “sürdürülebilirlik” sıfatıyla birlikte kullanılması, son derece önemli bir çıkarım sağlamakta ve mevcut gelişme fikri ile devam etmenin kesinlikle imkansız olduğunu vurgulamaktadır.

Çevresel sürdürülebilirlik; gezegendeki ya da bölgesel düzeydeki insan aktivitelerinin doğal döngüyü bozmamasını, gezegenin kendi içinde varolan dengesini bozmadan ve gelecek nesillerle paylaşmak zorunda olduğumuz doğal çeşitliliği azaltmadan oluşturulan sistematik koşulları belirtir (Vezzoli ve Manzini, 2008).

Temmuz 2010 tarihli ‘ABD Enerji Bilgi İdaresi’nin yayımladığı rapora göre, sıvı yakıtların ortalama yıllık tüketiminde 2007 ile 2035 yılları arasında %0.9 oranında bir artış olacaktır. Bunun yanı sıra toplam enerji ihtiyacı yılda %1.4 oranında artacaktır (Url-7). Bu şekildeki bir enerji tüketimi artışı, mevcut enerji altyapısını zorlamakta, dünyanın çevresel sağlığına CO, CO₂, SO₂, NO_x gibi gazların salınımı ile potansiyel olarak zarar vermekte ve küresel ısınmaya neden olmaktadır (Omer, 2008).

Yenilenebilir enerjiler ise dünyada değeri hızla artan enerji kaynaklarıdır. Fosil yakıt fiyatları ve kullanımı, çevresel etkileri de göz önüne alındığında tekrar ele alınmakta

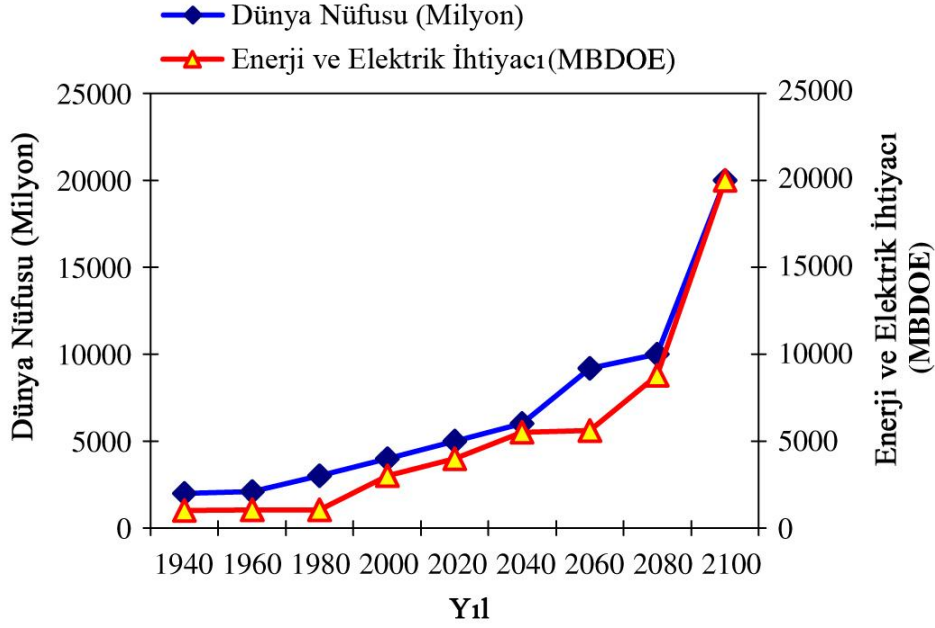
ve dünyanın birçok ülkesinde yenilenebilir enerji kaynakları güçlü hükümet teşvikleriyle desteklenmekte ve dünya çapında yenilenebilir enerji kaynaklarına olan bakış açısı geliştirilmeye çalışılmaktadır (Url-7).

Bugün karşı karşıya kalınan sorunların çözümü, uzun vadede çevresel gelişme için potansiyel eylemler gerektirmektedir. Yenilenebilir enerji ve sürdürülebilir gelişme arasındaki yakın ilişki nedeniyle, yenilenebilir enerji kaynakları en verimli ve etkili çözümlerden biri olarak görünmektedir. Enerjinin daha rasyonel kullanımı, bugün hakim olan fosil yakıt kullanımından kirlilik yaratmayan yakıtlara ve fotovoltaik (PV) ya da yakıt hücreleri gibi gelişmiş teknolojilere geçişte bir köprü olmuştur.

Enerji güvenlik önlemleri, ekonomik büyüme ve çevresel koruma, dünyanın her ülkesi için ulusal bir enerji politikası olmalıdır. Dünya nüfusu ortalama %2 oranından daha hızlı artmakta, böylece gittikçe daha fazla enerjiye ihtiyaç duyulmaktadır (Şekil 2.3). Hayat tarzının gelişmesi ve enerji ihtiyacı birlikte büyümekte ve böylece dünya nüfusunun %25'ine sahip zengin sanayileşmiş ekonomiler, dünyanın mevcut enerjisinin %75'ini tüketmektedir (Omer, 2008).

Nüfusun yoğun olduğu büyükşehir alanları, yiyecek ve yakıt ihtiyacına büyük oranda gereksinim duyan bölgelerdir. Bu yoğun nüfuslu kent merkezlerinin, üretimden tüketime olan ihtiyaçları yüksek oranlarla karakterize edilebilir. New York, Chicago ya da Los Angeles gibi kentler, kendi ürettiklerinden çok daha fazlasına tüketir ve yiyecek için gerekli enerjinin büyük kısmını, farklı bölgelerden temin etmek durumunda kalır. Bu ihtiyaç, kenti, nüfusun yiyeceğini karşılayan ve aynı zamanda üretim-tüketim dengesini sağlayan tarımsal iç bölgelere bağımlı hale getirir. Enerji ekonomisi de aynı yolu izler. Bazı bölgeler (kömür ve petrol yatakları gibi) genellikle şehirlerde insanların ısınma için kullandıkları yakıtın kaynağıdır (Garvey, 1972).

Günümüzün enerji gereksiniminin artması, devamlı büyüyen dünya nüfusu ve küresel çevre kirliliği gibi karmaşık problemleri çözmek amacıyla, çeşitli araştırmalar yapılmış ve yapılmaya devam etmektedir. Bu nedenle, uzun vadedeki kaynak seçenekleri ve çevreye duyarlı enerji kaynakları; yenilenebilir enerji kaynaklarının (su, güneş, rüzgar, biyokütle, jeotermal, hidrojen vb.) ve enerji etkin teknolojilerin kullanımının geliştirilmesine bağlıdır. Yenilenebilir kaynakları kullanan devletler; enerji kullanımı, maliyet ve çevresel etki açılarından fayda sağlarlar (Omer, 2008).



Şekil 2.3 : Yıllık dünya nüfusu ve enerji ihtiyacı.

Sürdürülebilir çevresel gelişme;

- Daha az miktarda atık oluşumunu,
 - Atıkların yeniden kullanılmasını, insan sağlığı üzerinde daha az olumsuz etki oluşturmasını, ya da bu olumsuz etkilerin tamamen kaldırılmasını,
 - Yenilenebilir kaynakların daha yaygın kullanımını,
 - Enerjinin korunmasını ve depolanmasını,
 - Üretimde toksik madde kullanılmamasını ve çevre kirliliği oluşturulmamasını
- öngörmektedir (Sev, 2009).

Binalar, kullanıcıların konfor, sağlık ve güvenliğini sağlamak kadar çevresel etkilerini de azaltmak ve kaynakları etkin kullanmak durumundadırlar. Bu nedenle günümüzde yeşil bina tasarımı oldukça önem kazanmıştır.

Binaların yeşil tasarlanmalarını desteklemek ve sertifikalandırmak amacıyla uluslararası geçerliliği olan çevresel değerlendirme sistemleri geliştirilmiştir. Bu sistemlerden BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) ve LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) sistemleri yeşil binaların tanımlanması için, denetleme gerektiren bir dizi ölçütler listesinden oluşmuştur. Bu bağlamda, bu sistemler büyük ölçüde hem yeşil binaların algılanmasında farkındalığın yaratılmasına, hem de sürdürülebilirliğin temel

ölçütlerini sağlayan binaların tanınmasına neden olmaktadır. LEED, 110 puan üzerinden, BREEAM ise 100 puan üzerinden bir değerlendirme sistemi geliştirmiştir (Erten, 2010). Çizelge 2.1 :’de BREEAM sistemine göre tekil projelerde çevresel etkilerin değerlendirilmesinde belirtilen ölçütler ve aldıkları ağırlık puanları gösterilmiştir.

Çizelge 2.1 : BREEAM değerlendirme sistemi ölçütleri ve puan tablosu.

BREEAM DEĞERLENDİRME SİSTEMİ	
ÖLÇÜTLER	PUAN
Yönetim	12
Sağlık ve Refah	15
Enerji	19
Ulaştırma	8
Su	6
Malzeme	12,5
Atık	7,50
Toprak Kullanımı ve Ekoloji	10
Kirlilik	10

Verilen kredi puanları çevresel olarak ağırlıklandırılır ve toplam bir puan belirlenir (Url-8). Bu puan sonucunda bina “geçemedi <30, geçti >=30, iyi >=45, çok iyi >=55, mükemmel >=70 ve olağanüstü >=85” olarak belirlenmiş kategorilerden biri ile sınıflandırılır (Url-9, Erten ve Yılmaz, 2011). LEED sistemine göre ise projelerin çevresel etkilerinin değerlendirilmesinde, Çizelge 2.2 :’de verilen ölçütler ve aldıkları ağırlık puanları gösterilmiştir.

LEED sertifikası en az 40-49 arası puan aralığında alınarak edinilebildiği gibi, 50-59 puan alan projeler gümüş, 60-79 puan alan altın ve 80 puan ve üstü alan projelerde platin sertifika almaktadır (Erten ve Yılmaz, 2011).

2.3 Bölüm Sonucu

Günümüzde binaların çevrelerinde meydana getirdiği olumsuz etkiler, çevresel sürdürülebilirlik kavramına bağlı olarak değerlendirilmektedir. Tez çalışması kapsamında, LEED ve BREEAM sistemlerinde kullanılan çevresel sürdürülebilirlik ölçütleri ve önem ağırlıkları göz önünde bulundurularak; yüksek binalardaki gelişmiş

bina elemanı sistemlerini değerlendirmek üzere, Çizelge 2.3 :’de verilen çevresel sürdürülebilirlik ölçütleri ve önem ağırlıkları belirlenmiştir.

Çizelgedeki ‘Malzeme ve kaynaklar’ ölçütü; yenilenebilir ya da yenilenmiş kaynak kullanımı, malzeme üretimi ve yıkımı sonucunda oluşabilecek atık konularını kapsamaktadır. ‘İç hava kalitesi’ ölçütü; havalandırma sistemine bağlı olarak iç mekana taze hava alımı, alınan havanın kirletici maddelerden arındırılması ve iç mekan kaplama malzemelerinden salınan zehir gaz miktarının en aza indirilmesi konularını kapsamaktadır. ‘Enerji ve atmosfer’ ölçütü; yenilenebilir enerji kullanımının, aydınlatma enerjisi tasarrufunun, CO₂ salımının ve ısı adası etkisinin azaltılması konularını kapsamaktadır. ‘Su etkinliği’ ölçütü; yağmur suyunun ve gri suyun yeniden dönüştürülmesi ve kullanılması, tasarruflu tesisat armatürleri kullanılması konularını kapsamaktadır.

Çizelge 2.2 : LEED değerlendirme sistemi ölçütleri ve puan tablosu.

LEED DEĞERLENDİRME SİSTEMİ	
ÖLÇÜTLERİ	PUAN
Sürdürülebilir Araziler	26
Su Etkinliği	10
Enerji ve Atmosfer	35
Malzeme ve Kaynaklar	14
İç Mekan Hava Kalitesi	15
BONUS PUANLAR	
Yenilik ve Tasarım	6
Bölgesel Kredi	4

Çizelge 2.3 : Çevresel sürdürülebilirlik ölçütleri ve önem ağırlıkları.

ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ÖLÇÜTLERİ VE ÖNEM AĞIRLIKLARI	
ÇEVSESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ÖLÇÜTLERİ	PUAN %
Malzeme	20
İç Mekan Hava Kalitesi	25
Enerji ve Atmosfer	40
Su Etkinliği	15

3. YÜKSEK BİNALARDA KULLANILAN GELİŞMİŞ BİNA ELEMANI SİSTEMLERİ

Yüksek binalar nüfus artışı, iş hacminin büyümesi, kentsel alanların daha etkin kullanılması vb. sebeplerle son yıllarda dünya genelinde artış göstermektedir. Bu tip binalar, kentsel çevrede ölçek ve işlevlerinden ötürü baskındırlar ve büyük enerji tüketicileridir. Bu nedenle, bina elemanı ve yapım sistemlerinin, enerji gereksinimi ve tüketimleri, açığa çıkardıkları atıklar ve kullanılan malzemeler gibi birçok konuda, geniş bir bakış açısıyla ele alınmaları ve farklı disiplinlerden uzmanların iş birliği ile tasarlanmaları gerekmektedir. Tasarım girdileri fazla ve tasarım süreci oldukça karmaşıktır. Sonuçta ortaya çıkan bina; minimum kaynak kullanımı ile yüksek enerji verimliliğine sahip, sağlıklı bir yapma çevresi olan yüksek performanslı, sürdürülebilir bir bina olmalıdır. Oysaki yüksek binalarda genel olarak, iç mekan hava kalitesinin ve doğal havalandırmanın sağlanmasında zorluklar yaşanmakta, konfor koşullarının sağlanması için yüksek enerji miktarına gereksinim duyulmaktadır. Bahsedilen sorunları gidererek, sürdürülebilir ve enerji etkin binalar tasarlamak üzere; geleneksel bina elemanı ve sistemlerinde yüksek binalara özgü bazı değişim ve gelişmeler zorunlu hale gelmiştir. Döşeme sistemleri, dış düşey kabuk sistemleri, çatı sistemleri, düşey sirkülasyon sistemi ve iç bölme sistemlerinde meydana gelen yenilik ve değişimlerle kullanıcı konforu sağlanırken, enerji kazançları ve çevresel etkilerin de azaltılması hedeflenmektedir. Bu yeni teknolojilerle tasarlanmış sistemler, tezde gelişmiş sistemler olarak ele alınmıştır.

3.1 Gelişmiş Döşeme Sistemleri

Bu bölümde, gelişmiş döşeme sistemleri hem sistem, hem de malzeme düzeyindeki gelişmişlikleri açısından ele alınmıştır.

Döşeme sistemleri betonarme ya da çelik malzemeler kullanılarak tasarlanmakta ve taşıyıcı döşeme sistemlerini oluşturmaktadır. Yüksek binalarda da ağırlıklı olarak bu sistemler kullanılmaktadır. Gelişmiş döşeme sistemleri taşıyıcı döşemeyle bütünlenerek tasarlanmaktadır. Bu sistemler hem malzeme hem de tasarım açısından

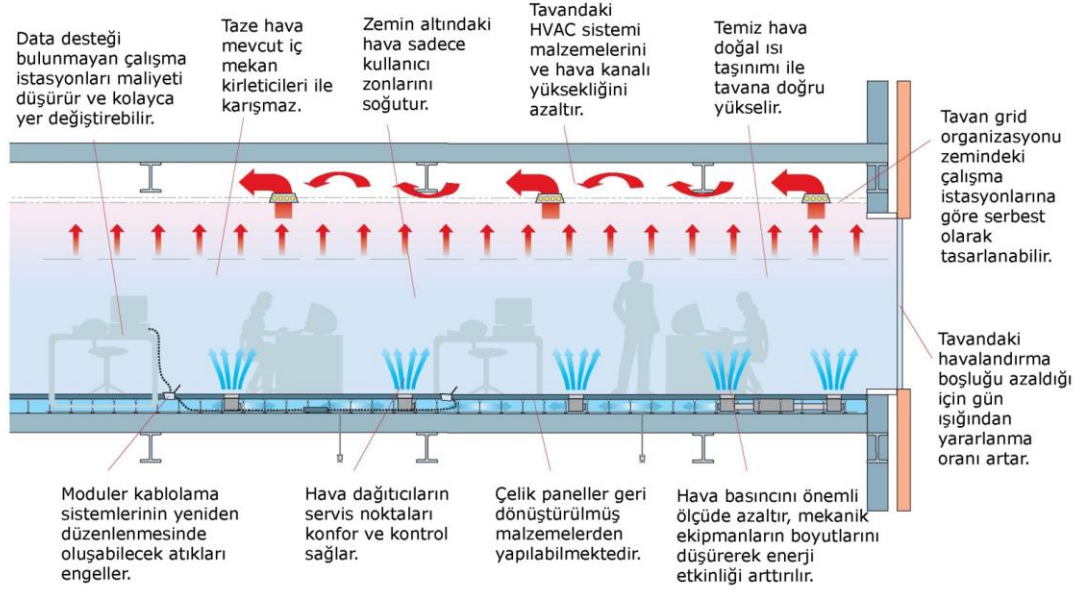
ele alınmıştır ve taşıyıcı döşemeyle bütünlenerek tasarlanmış hava dağıtım sistemleri ve kullanılan sürdürülebilir malzemeler açısından incelenmiştir.

Günümüzde, özellikle yüksek binalarda, mekandaki sağlık ve konfor koşullarının sağlanması için, döşemede kullanılan zemin kaplama malzemeleri ve havalandırma sistemleri çok önem taşımaktadır. Geleneksel bina malzemeleri ve havalandırma sistemleri ile kullanıcılar için gerekli konfor koşullarının sağlanamaması nedeniyle, döşeme sistemlerinde bazı değişimler meydana gelmiştir. Malzeme açısından incelendiğinde; zemin kaplamalarında sıklıkla kullanılan PVC malzemelerin; üretimleri sırasında içlerinde çevre kirleticisi maddeler içermeleri, kullanımları sırasında zararlı maddeler açığa çıkarmaları, atık olarak gömüldükleri zaman toprağa zehirli maddeler olarak nüfuz etmeleri, içlerinde barındırdıkları zehirli maddeler ile kullanıcılarda akut ve kronik sağlık sorunlarına, astıma, üremeyle ilgili deformasyonlara, hormonal bozukluklara ve kansere yol açmaları nedeniyle yerlerini; polietilen (PE), polipropilen (PP) ya da kauçuk malzemeler ile linolyum vb. zemin kaplamalarına bırakmaya başladığı görülür (Montoya, 2011). Ayrıca geri dönüştürülmüş malzemedan yapılmış seramik karolar, halı ve halı altlıkları, sertifikalı ahşap lamine kaplamalar, bambu, geri dönüştürülmüş cam ve metal kaplamalar da sürdürülebilir zemin kaplama malzemeleri olarak kullanılmaktadır (Url-10).

Betonarme ya da çelik taşıyıcılı döşemelerle bütünlenerek tasarlanan gelişmiş döşeme sistemleri; bir mekandaki ısı konfor koşullarının ve taze hava ihtiyacının sağlanması açısından önemlidir..Özellikle doğal havalandırma için pencerelerin açılmadığı yüksek binalarda kullanılan bu sistemler; hava dağıtım şekline bağlı olarak zemin altı hava dağıtım (UFAD) ve soğuk tavan havalandırma sistemi olmak üzere iki grupta incelenmektedir.

3.1.1 Zemin altı hava dağıtım sistemi

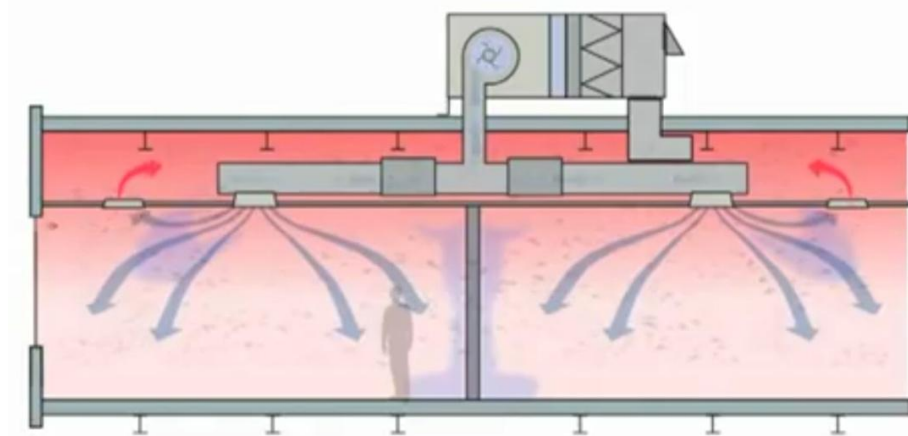
Zemin altı hava dağıtım sistemi (UFAD), ofis gibi açık mekanlarda taşıyıcı döşeme ile yükseltilmiş döşeme arasına şartlandırılmış havanın verildiği, kullanıcı mekanlarına yerleştirilmiş hava çıkış menfezlerinden havalandırmanın sağlandığı bir havalandırma sistemidir. Hava sağlayıcı menfezler, yükseltilmiş bir döşeme üzerinde, mekanın bütününde belli aralıklarla konumlandırılmıştır (Şekil 3.1) (Url-11).



Şekil 3.1 : Zemin altı hava dağıtım sistemi (UFAD).

Zemin altı havalandırma sisteminin, geleneksel havalandırma sistemine göre, bazı farklılıkları vardır. Bunlar:

- Geleneksel havalandırma sisteminde, hava dağıtıcılar, soğuk temiz havayı tavandan aşağıya inmesi için zorlar, soğuk hava kullanıcı seviyesinde kirlenmiş sıcak hava ile karışır (Şekil 3.2) (Url-12). UFAD sisteminde ise zemin altında şartlandırılmış ve basınçlandırılmış hava, zeminde ve çalışma istasyonlarında konumlandırılmış menfezlerden alınır. Buna bağlı olarak ısısal konfor ve iç mekan hava kalitesi artar (Addison ve Nall, 2001).

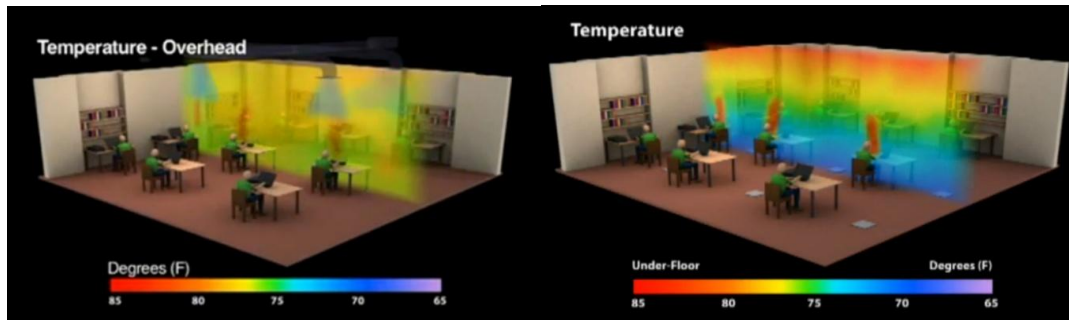


Şekil 3.2 : Geleneksel hava dağıtım sistemi.

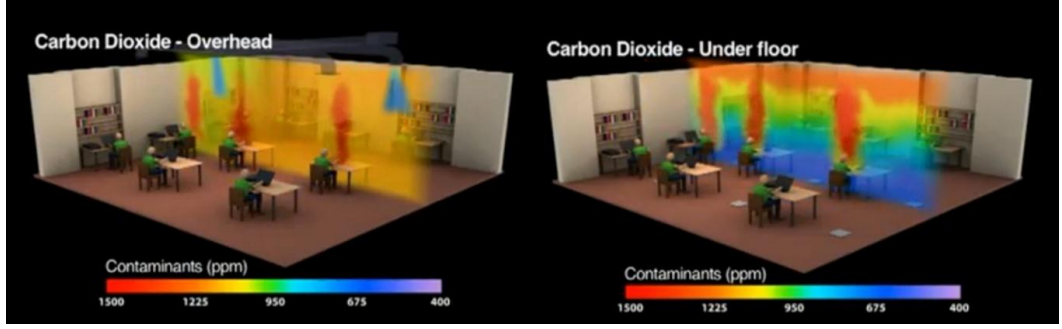
- Geleneksel, tavandan havalandırma sağlayan menfezlere göre, zemindeki hava menfezleri, kullanıcılara daha yakındır (Addison ve Nall, 2001).

- Zeminde bulunan hava dağıtıcılar, mekandaki hava hareketi hızını düşürür ve havayı yayar.
- Kullanıcılar hava sıcaklığı derecesini ve hava hareketi hızını, zemindeki menfezler aracılığıyla değiştirebilirler (Addison ve Nall, 2001). Servis noktaları da esnek konumlanır ve kolay ulaşılabilir şekilde gereksinim duyulan yerlerde konumlandırılabilir (Şekil 3.3) (Url-13).
- UFAD sistemi, geleneksel sistemlere göre, iç mekan hava kalitesini artırır. Sistem, taze havayı yükseltilmiş döşemeden mekan içine alırken, havadan gelen bakteri, hastalık yapıcı etkenler, kirleticiler ve CO₂ miktarını azaltır (Url-14). Tavandan havalandırma sisteminde, “kısa sirkülasyon” olarak adlandırılan hava hareketi ile mekana verilen hava, kısa bir devir daim ile emiş mefezlerine geri döner. Herhangi bir hava kirletici unsur mekana yayıldığında, iç mekan havası tam olarak temizlenemez. Bu durum, ısıtma sağlanması durumunda da, benzer şekilde sıcak havanın mekanın tavanında toplanmasına neden olur (Şekil 3.4 : **Geleneksel sistemde karbondioksit etkisi (sol), UFAD sisteminde karbondioksit etkisi (sağ).**
-) (Lehrer ve Bauman,2003).
- UFAD sistemi enerji kullanımını %18 kadar azaltır. İç hava, zeminde ve kapaklardaki dijital kontrole bağlanmış CO₂ sensörleri ile kontrol edilir ve buna göre taze hava iç mekana alınır.

UFAD sisteminde, hem data çıkışları hem de havalandırma difüzörleri, mekan tefrişine göre zemindeki bir ızgara sistem içinde yer değiştirebilir. Ayrıca, yükseltilmiş döşeme, akustik konfor gereksinimlerini karşılayacak şekilde tasarlanmaktadır (Url-14).



Şekil 3.3 : Geleneksel sistemde ısı etkisi (sol), UFAD sisteminde ısı etkisi (sağ).



Şekil 3.4 : Geleneksel sistemde karbondioksit etkisi (sol), UFAD sisteminde karbondioksit etkisi (sağ).

UFAD sisteminin faydaları yanında bazı zararları da vardır. Bunlar:

- Yeni ve tanıdık olmayan bir teknolojidir. Bu nedenle bilgi ve tasarım ilkeleri açısından eksiklikleri vardır.
- Bazı bilgisayar destekli programlar kullanılarak, enerji modelleri yapılsa da, tüm bina için enerji performansı henüz tam olarak modellenememiştir.
- Geleneksel sistemlere göre, ilk kurulum maliyeti daha fazladır.
- Kullanıcılar için zemin seviyesindeki hava akımı etkisi, konforsuzluğa neden olabilir.
- Sıcak iklimlerde yoğunlaşma ve nem açısından sorunları olabilir.
- Menfezlerden döküntü ve toz gelme olasılığı vardır (İm ve diğ, 2005).

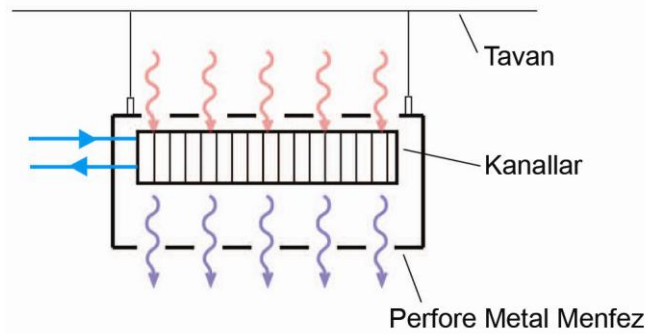
Bu problemlerin giderilmesi için, hava kanallarının minimize edilmesi, hava sızıntılarının önlenmesi, hava hızının yüksek tutulmaması, kullanıcıların zemin hizasındaki hava akımı etkisinden rahatsız olmamaları için zeminin halı kaplanması, yoğunlaşma ve nemi önlemek için bina dışından alınan havanın, hava kanallarına verilmeden önce, neminin uygun seviyelere getirilmesi, menfezlerden toz girişinin engellenmesi için toz tutucu filtreler kullanılması gibi önlemler alınabilir (İm ve diğ, 2005). Bu sistemin ilk kurulum maliyeti daha yüksektir ancak sağladığı enerji tasarrufu ile işletim maliyetini düşürmektedir.

3.1.2 Soğuk tavan havalandırma sistemi

Soğuk tavanlar, döşeme ile tavan arasında konumlanan ünitelerden havanın emilmesi ve ısıtılan ya da soğutulan havanın tekrar mekana geri verilmesi ilkesine göre çalışır. Soğuk tavan uygulamalarında, kullanıcı seviyesindeki hava hareketi hızının diğer

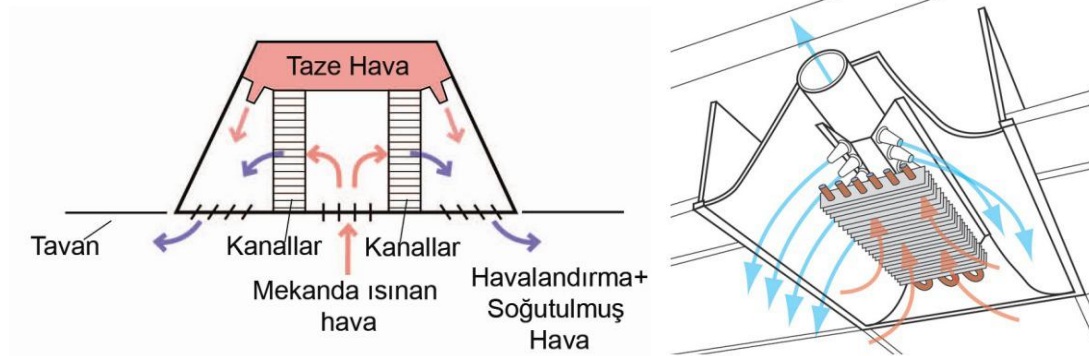
havalandırma sistemlerine göre çok düşük olması konforu artırıcı bir özelliktir (Url-15). Pasif (Şekil 3.5) ve aktif (Şekil 3.6) olmak üzere iki tür soğuk tavan sistemi bulunmaktadır.

Pasif soğuk tavanlar, genellikle bir ünite içerisindeki su kanallarından meydana gelir. Bu ünite tavana gömülür veya asılır. Doğal hava taşınımı ile soğutma sağlanır. Soğuk su, kanallardan geçirilir, ısınarak yükselen hava bu kanallarda soğur ve mekana geri döner (Acül, 2007).



Şekil 3.5 : Pasif soğuk tavan sistemi.

Aktif soğuk tavan sisteminde, ünite taze hava besleme kanallarına ve soğuk su hattına bağlıdır. Merkezi klima santralinden sağlanan ön şartlandırılmış hava, ünite içinde bulunan hava dağıtıcılardan üflenerek, üniteden odaya doğru bir hava hareketi yaratılır. Bu hava hareketinin etkisi ile oda havası ünite içerisine akar ve ısı değiştiricileri vasıtası ile soğutulur. Odadaki hava hareketi, taze hava ve oda içinde devir daim eden havayı da karıştırır. Geleneksel hava dağıtıcılardan boyut olarak büyük oluşları ek bir maliyet getirirse de, işletme maliyeti açısından sağladığı fayda bu artışı önemsiz kılmaktadır (Acül, 2007).



Şekil 3.6 : Aktif soğuk tavan sistemi.

3.2 Gelişmiş Düşey Dış Kabuk Sistemleri – Cam Cepheler

Bu bölümde, gelişmiş düşey dış kabuk sistemleri hem sistem hem de malzeme düzeyindeki gelişmişlikleri açısından ele alınmıştır.

Düşey dış kabuk sistemleri farklı malzemeler ile opak ya da saydam yüzeyler şeklinde oluşturulabilmektedir. Yapılan kaynak araştırmasında ve incelenen örnek yüksek binalarda ağırlıklı olarak cam yüzeyler kullanıldığı görüldüğü için tez kapsamında sadece cam cepheler ele alınmıştır.

Yüksek binalarda enerji kazanç ve kayıpları, daha çok malzeme ve teknolojinin, dış kabuk tasarımına uyarlanmasına bağlıdır. İyi tasarlanmış bir dış kabuk sistemi; güneş ısı kazançlarını, ısı iletimini ya da doğrudan ısı geçişini kontrol etmek yoluyla önemli bir enerji tasarrufu sağlayacaktır. Dış kabuk sistemi, sadece binanın estetik ve mimari ifadesini yansıtmakla kalmamalı, aynı zamanda iç mekan koşullarının kontrol edilmesi için katkı da sağlamalıdır (Ali ve Armstrong, 2008). Cepheden beklenen tüm bu gereksinimlerin karşılanması farklı disiplinlerin bir arada çalışmasını gerektirir. Bunu sağlamak amacıyla, cephe sistemi üreticileri, taşıyıcılık açısından taşıyıcı sistem tasarım ekibiyle, doğal havalandırma sağlamak için mekanik ekip ile, doğal aydınlatma sağlamak için aydınlatma sistemi tasarım ekibiyle ve mobilya sağlayıcılarıyla işbirliği içinde çalışmalıdır (Selkowitz, 2001). Enerji korunumu sağlamaya yönelik olarak bir dış kabuktan beklenen performans gereksinimleri şunlardır;

- Cephenin aktif hava kontrol elemanı gibi çalışması sağlanarak, doğal havalandırma yapılması ve iç hava kalitesinin artırılması,
- Bina iç çevre koşullarını iyileştirerek, kullanıcı sağlık, konfor ve performansının artırılması,
- Güneş kontrolü ile soğutma yükleri azaltılırken, ısısal konforun artırılması,
- Güneşten faydalanarak aydınlatma gereksinimlerinin karşılanması,
- Binayla bütünleşik fotovoltaik panel kullanımı ile binanın ihtiyacı olan elektrik enerjisinin belli oranda desteklenmesidir

olarak özetlenebilir (Poirazis, 2004).

İzleyen paragraflarda gelişmiş düşey dış kabuk sistemleri sistem kuruluşları, sistem bileşenleri ve bütünleştirildikleri gelişmiş teknolojilerle ilişkili olarak açıklanmaktadır.

3.2.1 Sistem kuruluşu

Yüksek binalarda yukarıda sıralanan bu performans hedeflerini sağlamak amacıyla, cepheler için çeşitli malzeme ve sistem teknolojileri geliştirilmiştir. Tezde gelişmiş dış kabuk cephe sistemleri, sistem kuruluşuna göre tek kabuk cephe sistemleri ve çift kabuk cephe sistemleri olarak iki grupta incelenmektedir.

3.2.1.1 Tek kabuk cephe sistemleri

Tek kabuk cepheler iki cam tabaka arasında boşluk bırakılarak oluşturulan sistemlerdir. Bu boşlukta hava, argon ya da kripton gazları bulunabilir (Poirazis, 2005).

Tek kabuk cephe sistemlerinin performansı; cam tipine, cam üzerine uygulanan kaplamalara ve güneş kontrol bileşenleriyle ilgili bütünlenmelerine bağlı olarak geliştirilmektedir.

Bu bileşenler, Bölüm 3.2.2’de sistem bileşenleri konusunda daha detaylı olarak anlatılmaktadır.

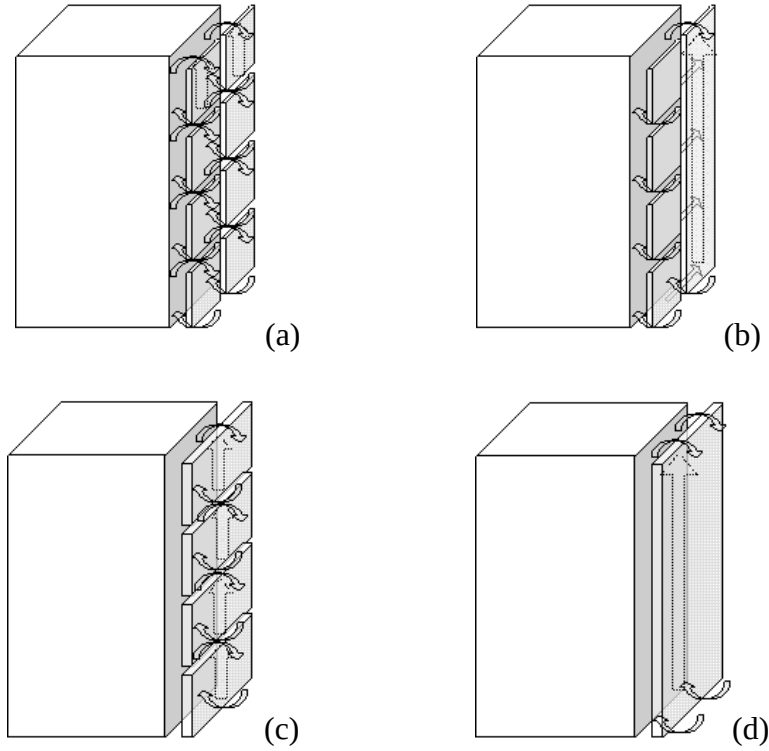
3.2.1.2 Çift kabuk cephe sistemleri

Yüksek binalarda çift kabuk cepheler, doğal havalandırmanın üst katlara ulaşabilmesi için, cephenin katmanlaştırılması ile oluşturulmuştur. İç katman, dış katman ve iki katman arasında bulunan boşluktan meydana gelirler. Dış katman, iç boşluğa doğal havalandırma sağlayacak şekilde tasarlanır. İç kabuktaki pencereler ile mekanda, doğal havalandırma sağlanabilir. Böylece mekanik enerji yükleri azaltılmış, iç hava kalitesi artırılmış olur. Yüksek binalarda rüzgar basıncı nedeniyle üst katlarda doğal havalandırma sağlanamaması sorunu, bu sistem ile çözümlenebilir. Çift kabuk cepheler, gece havalandırması için de fayda sağlar. Gölgeleme ihtiyacı için güneş kontrol bileşenleri, iki katman arasındaki boşlukta konumlanabilir. Bu şekilde konumlandıklarında, hava kirliliğinden ve iklim koşullarından korunurlar. Ancak sistem dışında konumlanmaları da mümkündür. İki katman arasındaki boşluk, baca etkisi oluşması nedeniyle de önemlidir. Boşlukta ısınan hava yükselir ve doğal

hava sirkülasyonu oluşturur. Kış mevsiminde, ara boşluk ısısal bir tampon bölge oluşturur, ısı kayıplarını azaltır ve güneş ışınlamından pasif ısısal kazanç sağlar. Bu boşluk mesafesi 200-1000 mm arasında yapılabilir (Compagno, 2002).

Çift kabuk cephe sistemleri, çeşitli şekillerde sınıflandırılmaktadır. En yaygın olanı, boşluk geometrisine göre yapılan sınıflandırmadır. Buna göre, bu sistemler dört grupta incelenmektedir:

- Kutu tipi çift kabuk cepheler: Bu cephe sistemi, bina endüstrisine tanıtılmış, ilk çift kabuk cephe sistemidir. İçteki katmanda açılabilir pencereler bulunur, dış katman ise tek camdan oluşan bir kabuktur. Dış kabukta ortadaki hava boşluğuna taze hava alabilecek bir açıklık bulunur. Bu sayede hem ortadaki boşluk, hem de iç mekanlar havalandırılabilir. Sistem bina boyunca hem yatay hem de düşey olarak ayrı ayrı bölünmüştür (Şekil 3.7a) (Hilmarsson, 2008).
- Şaft tipi çift kabuk cepheler: Bu sistem, kutu tipi çift kabuk cepheler esas alınarak oluşturulmuştur. Sistemde, cephede toplanan güneş ışınlamı baca etkisi oluşturması için kullanılır. Cephe kutu tipi pencerelerle yatay olarak, şaft bölmeleriyle düşey olarak bölünür. Kutu tipi yatay bölünmüş pencereler, her katta bulunan açıklıklar ile düşey şaftlara bağlıdır. Baca etkisinden faydalanarak, kutu tipi pencerelerden alınan hava, düşey şaft boyunca yükselir ve tüm cephe boyunca bir hava akışı oluşturulur. Bazı binalarda, bu sistem, hava akışı açısından mekanik sistem ile desteklenmektedir (Hilmarsson, 2008) (Şekil 3.7b).
- Koridor tipi çift kabuk cepheler: Bu sistemde cephe yatay olarak katlarda bölünmüştür ve iki cephe arasındaki hava boşluğu, genelde insan müdahalesini olanaklı kılacak genişliktedir. Her kat diğer kattan bağımsız olarak bölünmüştür. Düşey olarak bölünmemiştir ve tüm bir katta hava boşluğu devam etmektedir (Şekil 3.7c) (Loncour ve diğ, 2004).
- Çok katlı çift kabuk cepheler: Bu sistemde cephe, yatay ya da düşey olarak bölünmemiştir. İç ve dış katman arası, temizlik hizmetleri ve servis alabilecek genişliktedir (Loncour ve diğ, 2004). Ara boşluk havalandırması çatı ve zemindeki açıklıktan sağlanır. Dışarıda hava akımı az olsa dahi, baca etkisi ile bu sistemde havalandırma sağlanabilir (Şekil 3.7d) (Compagno, 2002).



Şekil 3.7 : Çift kabuk cephe sistemleri.

Çift kabuk cephelerin sağladığı faydalar yanında, bazı zararları da bulunmaktadır (Çizelge 3.1 :). İklim verileri, bina işlev ve gereksinimleri gibi tasarım etmenleri göz önünde bulundurularak, en uygun çift kabuk tipi, binaya özgü olarak tasarlanmalıdır.

Çift kabuk cepheler gece havalandırması açısından da fayda sağlamaktadırlar. Kış aylarında ısı birikimleri faydalıdır, ancak yaz aylarında dış sıcaklıkların yükselmesine bağlı olarak bir bina yoğun olarak ısı kazançlarına maruz kalırsa ve yeterli ısıl kapasiteye sahipse, gün içinde depolanmış ısı, iç mekanların fazla ısınmasına neden olur. Gece havalandırması yapılarak binanın soğuması sağlanabilir. Serin havanın binada bulunan açıklıklar kullanılarak gece boyunca istenilen mekanlara geçişine izin verilmesi, bir gece havalandırma tekniğidir. Geceleyin yüksek sıcaklık farkları, gün içindeki sıcaklık değişimlerine göre daha çok soğutma sağlayabilir. Böylece soğutma yükleri azaltılmaktadır (Halliday, 2008).

Gece havalandırması tasarlanırken dikkatli olunması gereken unsurlar vardır. Havalandırma yapılırken, bina güvenliği ve binanın dış hava koşullarına karşı korunması sağlanmalıdır. Çift kabuk cepheler bu tip havalandırmalar için uygun sistemlerdir. Dış kabukta bulunan açıklıklarla havalandırma yapılırken, hem bina

güvenliği hem de dış hava koşullarına karşı bina koruması sağlanmış olur (Poirazis, 2004).

Çizelge 3.1 : Çift kabuk cephe sistemlerinin fayda ve zararları (Poirazis, 2004).

	Çok katlı çift kabuk cepheler	Koridor tipi çift kabuk cepheler	Kutu tipi çift kabuk cepheler	Şaft tipi çift kabuk cepheler
Ses İzolasyonu	Dış mekan gürültüsü yüksek olan bölgeler için uygundur. Ancak iç mekanlar arası ses geçişi problemi vardır.	İç mekanlar arası ses geçişi problemi vardır.	Dış mekan gürültüsü yüksek ve aynı zamanda mekanlar arası ses geçişinin önlenmesi gereken binalarda kullanılır.	Kutu tipi cephelere göre daha az açıklık vardır ve dış mekan gürültüsüne göre daha iyi izolasyon sağlar.
Yangın Korunumu	Yüksek risk faktörü taşır. (Tüm mekanlar birbirine bağlıdır.)	Orta derece risk faktörü taşır. (Aynı kattaki mahaller birbirine bağlıdır.)	Düşük risk faktörü taşır. (Hiç bir mahal birbirine bağlı değildir.)	Düşük risk faktörü. (Mahaller sadece havalandırma shaftı ile birbirine bağlıdır.)
Doğal Havalandırma -Hava Kalitesi	Bir kural olarak bu sistemin arkasındaki mahaller mekanik olarak havalandırılmalıdır.	Bir mekandan atılan kirli havanın yukarıdaki mahalle girmesi önlenmelidir. Diagonal düzenleme ile önlenabilir.	Açılabilir pencereler, doğal havalandırma için uygundur.	Aynı shaft boşluğu içinde gruplanmış pek çok cephe boşluğundaki hava akımına dikkat edilmelidir.

3.2.2 Sistem bileşenleri

Tek ve çift kabuk cephelerde güneş kontrolü sağlamak, cephe performansını arttırarak daha enerji etkin bir cephe tasarlamak amacıyla kullanılan bazı sistem bileşenleri bulunmaktadır. Bunlar; teknolojik camlar ve güneş kontrol bileşenleridir.

3.2.2.1 Teknolojik camlar

Teknolojik camlar üstlerine uygulanan kaplama malzemeleriyle performansı artan sistem bileşenleridir. Kullanılan kaplamalar; görülebilen büyüklükteki dalga boylarını yansıtan veya toplayan veya kızılötesi ışınları yansıtıran ısı kazanımlarını düşüren malzemelerdir (Compagno, 2002).

Gelişmiş kaplamalar pasif ve aktif olmak üzere iki şekilde incelenebilir.

Pasif cam sistemler

Bu sistemde kullanılan camlar, optik yasaları kullanarak, mekana günışığının alınmasını ve güneş kontrolü yapılmasını sağlamaktadır. Bu özellikler cama üretim aşamasında verilmektedir. Bu sistemlerden bazıları izleyen paragraflarda anlatılmaktadır.

Low- e kaplamalı camlar: Low-e kaplamalar, cam üzerine uygulanan çok ince, ancak dayanıklı, kızılötesi ışınları yansıtabilen, yüksek ışık geçirimli metal kaplamalardır. Low-e kaplamalı camlar, kış mevsiminde iç mekandaki uzun dalga boyuna sahip (insanlardan, ısıtıcılardan bilgisayar gibi diğer ısı kaynaklarından yayılan) ısıнын büyük oranda korunmasını sağlar. Yaz mevsiminde ise açık otoparklar, zemin kaplamaları ya da çevre binalar gibi sıcak yüzeylerden gelecek ışımaları yansıtarak iç mekana girmesini engellerler. Böylece hem mekanın ışık ihtiyacı karşılanmakta, hem de ısı kaybı ve kazançlar açısından fayda sağlanmaktadır (Johnson, 1991).

Fotokromik camlar: Polimer esaslıdır. Işığa maruz bırakılmaları sonucunda fiziksel özellikleri opak/şeffaf dönüşüm gösterir. Üzerlerine düşen ışık yoğunlaştıkça, kolormatik gözlük camlarının davrandığı şekilde, koyulaşırlar. Bu camlar yaygın olarak gümüş tozları kullanılarak üretilmektedir. Işık düştüğünde koyu gümüşü renk alıp, gölgede tekrar şeffaflaşırlar. Isı ve ışık geçirimi %50 civarındadır. Diğer bir çeşidi de arasında ışığa karşı hassas bir plastik tabaka içeren lamine çift cam tabakasından oluşmaktadır. Işık ve ısı geçirimi yaklaşık %40 civarındadır (Kienl, 2002).

Termokromik camlar: Çevre sıcaklığındaki değişim sonucunda geri dönüşümü olan renk değişimi gösteren malzemelerdir. Sıcaklıkları yükselince rengi opak beyaza

dönüşen bu camlar, polimer sistemde inorganikler veya organometalikler kullanılarak üretilmekte olup, opaklık düzeyi cama düşen ışık düzeyinin yoğunluğuna göre değişmektedir (Kienl, 2002).

Aktif cam sistemler

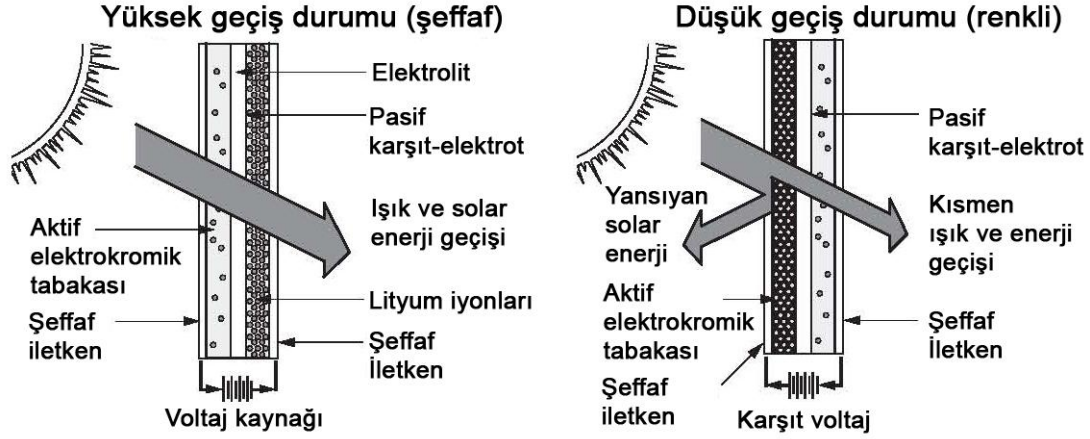
Aktif cam sistemler, cama uygulanan müdahaleler sonucunda güneş kırıcılık, şeffaflık, vb. fiziksel özelliklerini değiştirmekte ya da güneş enerjisini elektrik enerjisine dönüştürme işlevini kazanmaktadır. Bu sistemlerden likit kristal camlar, elektrokromik camlar ve gazokromik camlar izleyen paragraflarda anlatılmaktadır.

Likit kristal camlar; likit kristal molekül zincirlerine elektrik nüfuz ettirilerek, polarize ışığın geçişine izin verilmesi prensibiyle çalışır. Voltaj uygulanmadığı durumda, moleküller rastgele yönlendirilir ve düşen ışık dağıtılır ya da yayılır, cam yüzey ışığı geçirmez. Voltaj uygulandığında, moleküller kendilerini elektrik alanının hattı boyunca hizalar. Bu evrede, sistem elektrik akımı sağlandığı sürece, ışığı geçirmeye elverişli hale gelir (Compagno, 2002).

Elektrokromik camlar; 5 tabakadan oluşur ve genellikle nikel veya tungsten metalinden meydana gelir. Bu malzemeler, iki saydam iletken arasına yerleştirilir. İletkenlere voltaj uygulandığında, cam içinde bir elektrik alanı oluşur. Bu alan yaklaşık 4 mikron büyüklüğündeki renklendirici iyonların (genellikle lityum ve hidrojen) elektrolitten elektrokromik tabakaya doğru hareket etmesini sağlar. Elektrokromik tabakada meydana gelen tepkimeden dolayı elektrokromik yüzey koyulaşır (Lee ve diğ, 2006). Sisteme verilen akım azaltıldığında tungsten berrak renge dönüşmekte ve akım geri verildiğinde, dış iletken film tabakası iyonların merkez elektrolit üzerinden hareketine neden olarak, elektrokromik tabakanın koyu mavi renge ulaşmasına neden olmaktadır. Ana elektrokromik tabakanın dengelenmesiyle sistemin geçirgenliği lineer olarak azaltılabilmekte ya da arttırılabilmektedir (Şekil 3.8) (Tavil, 2004).

Şekil 3.9’da LBNL (Lawrence Berkeley National Laboratory) tesislerinde yapılan testlerde elektrokromik camların, dışarıdan gelen güneş ışığı miktarına bağlı olarak geçirgenlikleri test edilmektedir. İç mekanda gerekli aydınlık düzeyi oluşturulurken, güneş ışığı geçirimi sağlanmaktadır. Soldaki resimde bulutlu gök koşullarında camlar en üst geçirgenlik seviyesindedir. Ortadaki resimde güneş ışınları pencereden girmeye başladığı için camlar koyulaşmaya başlamıştır. Sağdaki resimde güneş ışığı

gelmeye başladıktan beş dakika sonrasında camın sahip olduğu renk tonu daha da koyulaşmıştır, ancak iç mekandaki aydınlık seviyesi istenilen düzeydedir (Selkowitz ve diğ, 2003).



Şekil 3.8 : Elektrokromik cam kesiti.



Şekil 3.9 : LBNL tesisinde gelişmiş cephe sistem bileşenlerinden biri olan elektrokromik cam için gerçekleştirilen saha testi.

Elektrokromik camların binalarda kullanılmasının bazı faydaları vardır. Bunlar; dış çevre ile görsel ilişkiyi yüksek düzeyde sağlaması, perde ya da güneş kontrol bileşenine gereksinimi azalması, pencereler bölümlere ayrılmış ve iyi şekilde kontrol ediliyorsa, aydınlatma enerjisini düşürmesi, geçirgenlik seviyesi güneş ışınlarının şiddetine göre ayarlanabildiği için, yüksek güneş ışınlarını gölgeleyebilmesi ve böylece soğutma yüklerini azalmasıdır. Bu faydalar, özellikle yüksek oranda pencere yüzeyi bulunan, kullanıcıların gölgelemeye ihtiyaç duyduğu çalışma ortamları ve konforun ön planda olduğu ofis binaları için önem taşımaktadır (Url-16).

Elektrokromik camların faydaları yanında bazı zararları da bulunmaktadır. Bu zararlar şunlardır; elektrokromik camlar yavaş tepki verirler, kullanım ömürleri kısadır, camın rengi kenarlardan merkeze doğru akar şekilde değişir (iris etkisi), maliyetleri yüksektir, kamaşmaya neden olabilirler, performansları, soğutma sistemi ve aydınlatma sistemleri ile bütünleşik tasarlanmalarına bağlıdır (Url-17).

Gazokromik camlar; Gazokromik camların etkileri elektrokromik camlar gibidir. Camı renklendirmek için cam katmanları arasına hidrojen verilir ve saydamlığın ilk haline geri dönmesi için de oksijenle birleştirilir. Film kalınlığı ve hidrojen konsantrasyonunun değişmesi ile renklenme özellikleri değişir. Renklenme için süre 20 saniye ve berraklaşma için de bir dakikadan azdır (Url-18).

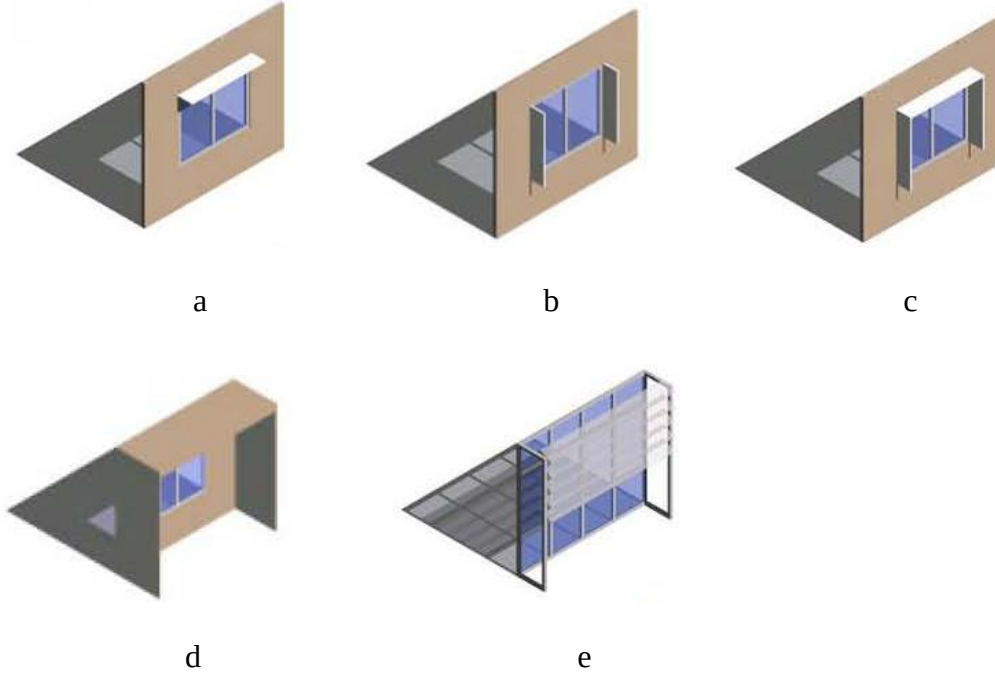
3.2.2.2 Güneş kontrol bileşenleri

Güneş kontrol bileşeni kullanımı, enerji etkin birçok bina için önemli bir tasarım stratejisidir. Bir binanın pasif ısıtma ve güneşten yararlanma oranı, iyi tasarlanmış güneş kontrol bileşenlerine bağlıdır (Url-19). Güneş kontrol bileşenleri binalarda yönlenmeye göre konumlanır ve güney, doğu ya da batı cephelerinde kullanılarak bina içerisine güneş ışınımının girmesini önlerler. Bu bileşenler, opak malzemelerden (boşluklu yapıda ya da delikli metal bölmeler, kumaşlar) veya saydam malzemelerden (yarı şeffaf malzemeler, renkli veya buzlu camlar ya da plastikler) meydana gelebilirler. Genel olarak güneş kontrol bileşenlerinin etkinliği, opak malzemenin oranına, yeterli kalınlıkta olmasına, geçirgenliğine, yansıtma ve yutma oranlarına ve cephedeki konumuna bağlıdır (Lee ve diğ, 2002).

Güneş kontrol bileşenlerini farklı açılardan sınıflandırmak mümkündür. Binadaki konumları açısından; dış, iç ve iki katman arasında bulunan güneş kontrol bileşenleri olmak üzere üç grupta toplanabilir.

Dış güneş kontrol bileşenleri; yatay ve dikey güneş kontrol bileşenleri, pencere kafesleri vb. şekillerde tasarlanabilirler. Güneş kontrol bileşeni geometrisi ve malzemesi cephe karakterini belirleyici bir unsurdur. Yatay bileşenler güney cephelerde kullanılır, konumlandıkları cepheyi yüksek açıda gelen güneş ışığından korurlar (Şekil 3.10a). Düşey güneş kontrol bileşenleri batı ve doğu cephelerinde kullanılır, konumlandıkları cepheyi düşük açıda gelen güneş ışığından korurlar (Şekil 3.10b). Sıcak iklimlerde hem yüksek hem de düşük açıda gelen güneş ışınlarına karşı gölgeleme sağlamak amacıyla yatay ve düşey güneş kontrol bileşenleri birlikte kullanılabilir (Şekil 3.10c). İyi bir gölgeleme sağlamanın bir diğer yolu, pencerelerin bina cephesinden içeride konumlandırılmasıdır. Böylece, gölgelenen cephe hem yüksek hem de düşük açıda gelen güneş ışığından korunur (Şekil 3.10d). Yatay bileşenlerin sabit ya da hareketli yatay panjur şeklinde olan tiplerinde güneş ışığı alma

potansiyeli daha yüksektir. Kontrol edilebilir olmaları kullanıcılar açısından fayda sağlar (Şekil 3.10e) (Lee ve diğ, 2002).



Şekil 3.10 : Binadaki konumlarına göre güneş kontrol bileşeni çeşitleri.

Dış güneş kontrol bileşenlerinin bir binanın sürdürülebilirliği açısından sağladığı faydalar; direkt güneş ışınımını engellemeleri ve böylelikle soğutma yükleri için harcanan enerjiden tasarruf sağlamaları, mekanik ekipman giderlerini ve yardımcı sistemlerin elektrik enerjisi kullanımını azaltmak yoluyla enerjiden tasarruf sağlamaları, iç mekanda oluşan kamaşmayı kapalı perde ya da renkli cam kullanımına gereksinim duymadan engellemeleri ve böylelikle mekana alınan güneş ışığı ve görsel bağlantı oranını arttırmalarıdır (Carmody ve Haglund, 2006).

İç güneş kontrol bileşenleri; iç mekanda pencere sistemi önünde konumlanmaktadır. Kamaşmayı önleyerek görsel konfor sağlamaları açısından fayda sağlarlar. Ancak güneş ışınlarının cam yüzeylerden iç mekana girmesini engelleyemedikleri için dış güneş kontrol bileşenleri kadar etkin değildirler (Url-20). Böylece cam yüzeylerden iç mekana giren kısa dalga boylu ışınlar iç mekandaki nesnelere çarptıklarında ısıya dönüşmekte ve dalga boyları büyümektedir. Diğer taraftan uzun dalga boyuna dönüşen güneş ışınları cam yüzeyin fiziki özelliği nedeniyle dış mekana çıkamamakta ve iç mekanda ısı kazançlarına sebep olmaktadır. İç güneş kontrol bileşenlerinin etkinliğinin artırılması için güneş ışınlarını yansıtıcı renk ve dokuda

olmaları gerekmektedir (Url-21). Bunu sağlamak amacıyla alüminyum folyolu stor perdeler kullanılabilir. Bu bileşenin dış yüzeyi buharlaştırılmış alüminyum kaplama ile kaplanır. Kaplama işlemi sonrasında şeffaflığını koruduğu için kapalı konumda bile dış mekan ile görüş sağlamaktadır. Üzerine gelen güneş ışınlarını %80 oranında geri yansıtır. İç güneş kontrol bileşenleri jaluziler (Şekil 3.11a), stor perdeler (Şekil 3.11b), katlamalı perdeler (Şekil 3.11c), dikey yaprak levhalar (Şekil 3.11d) ve perdeler şeklinde kullanılabilir (Url-20).



a



b



c



d

Şekil 3.11 : İç güneş kontrol bileşenleri.

İki katman arasına yerleştirilmiş güneş kontrol bileşenleri; rüzgar, yağmur, kar gibi dış hava koşullarından korunmuşlardır. Sabit olabildikleri gibi otomatik olarak da kontrol edilebilirler. Dış güneş kontrol bileşenlerine göre daha düşük maliyetlidir. Jaluzi tipi yaprak levhalı güneş kontrol bileşenleridir. İki katman arasında konumlanmalarının en büyük faydası, güneş kontrol bileşeninin hava boşluğunun havalandırması ile birleştirilmesidir. Güneş ışınları aradaki güneş kontrol bileşeni tarafından soğurulur ve boşluk içindeki hava ısınır. Baca etkisi sayesinde bu sıcaklığın %25'i doğal havalandırma ile binadan uzaklaştırılır. Ayrıca güneş ışınlarının mekanlara girişi de engellenmiş olur (Poirazis, 2004).

Şekil 3.12'de Sydney'de bulunan 1 Bligh Street Binası cephe kesit-perspektifi görülmektedir. Binada güneş kontrol bileşeni çift kabuklu cephede iki katman arasında konumlandırılmıştır .



Şekil 3.12 : 1 Bligh Street Binası, Sydney, iki katman arası güneş kontrol bileşeni kesit-perspektifi.

3.2.3 Cam cephelerle bütünleştirilmiş gelişmiş teknolojiler

Cepheyle bütünlenerek cephenin performansını arttıran bu teknolojiler ile,, rüzgar ve güneş gibi yenilenebilir enerjiler kullanılarak elektrik enerjisi üretilmektedir. Cam cepheyle bütünleştirilmiş PV paneller ve rüzgar türbinleri bu grupta yer alan gelişmiş teknolojilerdir.

3.2.3.1 Cam cepheyle bütünleştirilmiş fotovoltaik (PV) sistemler

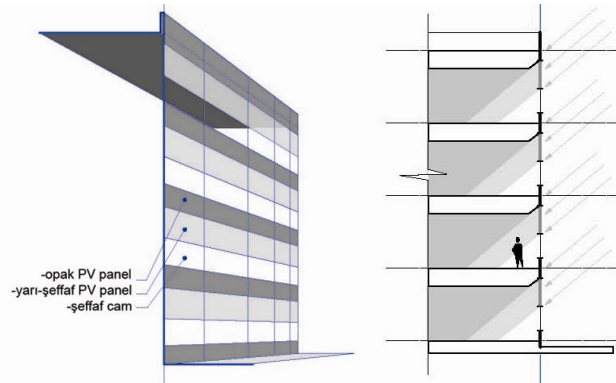
Fotovoltaik (PV) sistemler, sürdürülebilir, çevreye zarar vermeyen, sessiz, hafif ve çok az bakım gerektiren, hiç bir hareketli parçası olmayan sistemlerdir. Modüllerden ya da panellerden oluşan PV sistemler, sisteme büyütülebilme ya da eksiltilebilme esnekliğini vererek, hem yeni hem de mevcut binalara uygulanabilmektedir. Farklı teknolojilerle, farklı teknik ve estetik özellikte üretilebilen bu sistemler, bir cam levhanın, plastik ya da cam levhadan bir altlık ile birlikte uygulanması ile oluşmaktadır. Plastik levhadan bir altlık ile birlikte kullanılması durumunda, genellikle farklı renklerde olan, yarı şeffaf ya da şeffaf modül olarak üretilir ve yapıştırıcı olarak EVA (Ethal-Vinil-Asetat) kullanılır. Cam levhadan bir altlık ile birlikte kullanılması durumunda ise, şeffaf yapıştırıcı olarak reçine kullanılmaktadır. Standart modüllerde bir alüminyum çerçeve bulunur. Çerçevesiz olan modüller, laminatlar olarak da adlandırılır ve binayla bütünleştirme uygulamalarında yaygın olarak kullanılırlar. Birçok modül üreticisi, boyutlarda esneklik, şekil, hücre tipi ve

hücre düzenlerinde geniş yaratıcılık sağlamak ve tasarlanan bir binanın belli mimari gereksinimlerini karşılamak için özel modüller üretmektedir (Url-22).

PV paneller, binalar ile çeşitli şekillerde bütünlenerek kullanılırlar. Cephede kullanılan PV paneller, giydirme cephe, cam sistemleri, güneş kontrol bileşenleri ya da saçak ile bütünlenebilirler (Manav ve diğ., 2009).

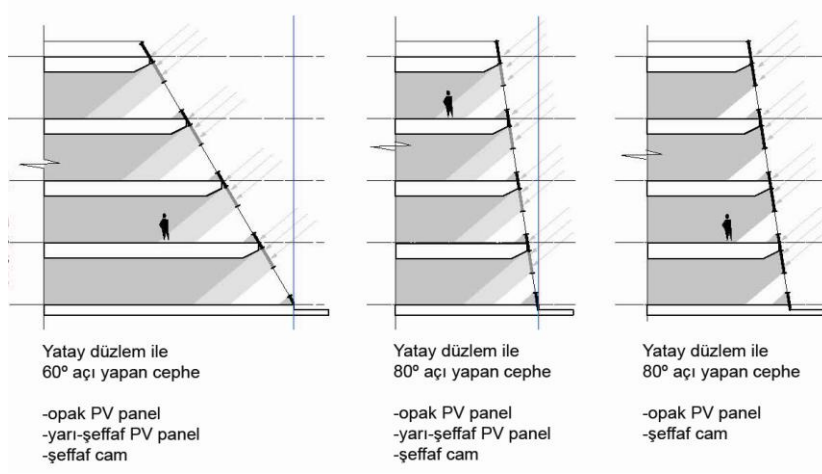
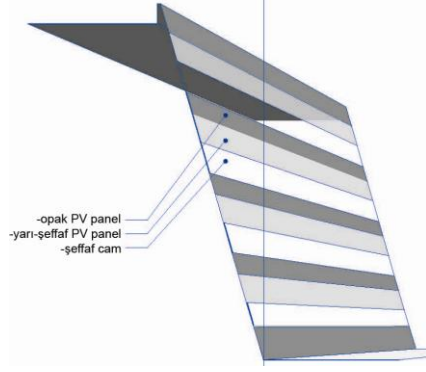
PV panellerin doğrudan bina düşey kabuğunu oluşturduğu uygulamalarda; biçimsel olarak düzlemsel, açılı/eğimli ve kırıklı olmak üzere üç tür bina kabuğu elde edilebilir. Bu kabuk genellikle yüzeyi oluşturan bileşenlerin takılı olduğu metal ızgaradan oluşur ve bu ızgara doğrudan binanın taşıyıcı sistemine takılır (Url-23).

Düzlemsel yüzeyli bina kabuğunun PV panel ile bütünlendiği uygulamalarda; standart cam giydirme sistemleri, PV paneller ile bütünleştirilmektedir. Ek taşıyıcı konstrüksiyon masrafı gerektirmez. Ancak eğimli yüzeylere oranla düzlemsel yüzeyler daha az elektrik üretimi sağlar (Çelebi, 2002). Düzlemsel çift kabuk cephe sistemlerinde kullanıldıklarında, PV paneller dıştaki katman ile bütünlenmektedir. Dıştaki katman tek tabakalı olduğu için PV panellerin uygulanması rahattır, ayrıca gölgeleme de sağlamaktadırlar (Dgs, 2008). İç mekana güneş ışığı alınmak istenen cephelerde ise yarı şeffaf paneller kullanılmaktadır (Şekil 3.13).



Şekil 3.13 : Düşey düzlemsel cephe perspektifi (sol) ve kesiti (sağ).

Eğimli düzlemsel bina kabuğunun PV panel ile bütünlenmesi durumu; yatay düzlem ile 40-80° açı yapacak şekilde konumlandırılmış, en yüksek PV performansı sağlayan cephe biçimlenişidir (Şekil 3.14). Bu sistemde opak ve yarı geçirgen PV paneller ile geçirgen ve seçici cam yüzeyler kullanılarak, etkin bir cephe oluşturulabilir. Ancak binanın taban alanının büyümesi, arsanın etkin kullanımını olumsuz etkiler (Çelebi, 2002).



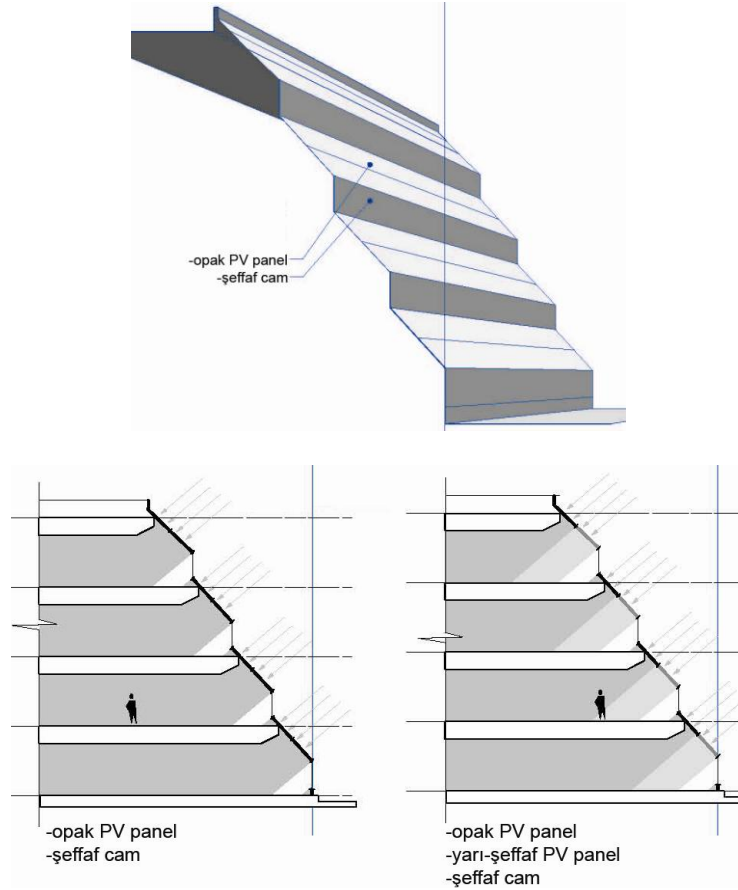
Şekil 3.14 : Eğimli düzlemsel bina kabuğunun PV panel ile bütünlenmesi - perspektif (üstte) ve kesit seçenekleri (altta).

Eğimli kırıklı bina kabuğunun PV panel ile bütünlendiği cephelerde; eğimli yüzeylerde opak PV panel, dik yüzeylerde ışık geçirgen cam kullanılarak, yüzeyin önemli bir bölümünde güneş kontrolü sağlanabilir (Şekil 3.15). PV panel eğimli kullanıldığı için, özellikle yaz aylarında daha etkindir. Eğimli düzlemsel bina kabuğu ile aynı performansa sahip olarak görülmektedir (Çelebi, 2002).

PV panellerde elektrik enerjisi üretimi sırasında, üzerlerine düşen güneş ışığı miktarına bağlı olarak, aşırı ısınma meydana gelebilir. Yüksek binalarda, bina yüksekliği boyunca panel arkalarında kanal veya boşluklar oluşturulur. Bu boşluk ya da kanallarda hava giriş-çıkışı meydana gelerek, ısınan panellerin soğumasına olanak sağlanır. Bu açıdan yüksek binalarda bina yüksekliğinin fazla oluşu, PV sistemler için yararlı olmaktadır. Bu sayede hem paneller binayla bütünleştirilir, hem de soğutma potansiyeli artırılmış olur (Manav ve diğ., 2009).

PV paneller cephe katmanları ile bütünleştirilebileceği gibi, güneş kontrol bileşenleri üzerine de konumlandırılabilirler. Güneş kontrol bileşeni ile bütünlenen sistemlerde,

panellerin birbiri üzerine gölge düşürmeyecek şekilde tasarlanmaları önemlidir (Pearsall ve Hill, 2001).



Şekil 3.15 : Eğimli kırıklı bina kabuğunun PV panel ile bütünlenmesi - perspektif (üstte), kesit seçenekleri (altta).

Günümüzde kullanımı hızla yaygınlaşan PV panel sistemleri sürdürülebilir ve çevreye zarar vermeyen sistemler olmalarına karşın, yüksek maliyetleri dışında en önemli sınırlamaları üretilen elektrik enerjisinin depolanmasındaki zorluklardır. PV sistemler bu sınırlama nedeniyle, yıl içinde yüksek güneş ışığı alan bölgeler dışında, güneş enerjisi potansiyeli düşük bölgelerde sadece yaz mevsimlerinde ve güneşli saatlerde kullanılmaktadır. Üretilen elektriksel yük için ise enerji depolamada bataryalı PV sistemler kullanılmaktadır. Ancak bu sistemlerin maliyeti çok yüksektir ve uzun süreli ya da mevsimlik depolama yapılamamaktadır. Bu sorunu çözmek amacıyla, yakıt hücrelerinin PV sistemlerle birlikte çalıştırılması ve birleşik bir sistem oluşturulması üzerine çalışmalar yapılmıştır. Bu birleşik sistem, depolama sakıncalarını büyük ölçüde ortadan kaldıran bir çözüm olarak kabul edilmektedir.

Kısa ve uzun süreli enerji depolamanın her ikisi için de, uygun sistem dizilişleri oluşturmak mümkündür (Hakkı ve diğ, 2009).

Yakıt hücreleri; temiz, çevreye zarar vermeyen ve yüksek verime sahip dönüşüm teknolojileridir. Hidrojen ve oksijen arasındaki elektrokimyasal reaksiyon ile elde edilen ve yüksek verimlere ulaşabilen yakıt hücreleri, elektrokimyasal piller olarak da bilinirler. Yakıt pilleri, yakıtın kimyasal enerjisini elektrolit sistemde devamlı olarak elektrik enerjisine çevirirler (Ural ve Gençoğlu, 2009).

3.2.3.2 Dış cepheyle bütünleştirilmiş rüzgar türbinleri

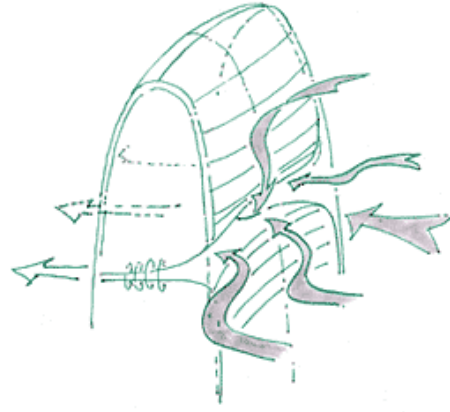
Günümüzde, yüksek binalarda rüzgar türbini kullanılarak enerji üretimi, pek çok binada kullanılmaktadır. Bina taşıyıcı sistemine, düşey ya da yatay akslarda bütünleştirilmiş türbinler, bölgesel olarak binaya etki eden rüzgarın davranışını (hızını, yönünü) en etkin şekilde enerji üretmekte kullanılmaktadır. Özellikle yüksek binalar, rüzgar hızını arttıracak yönde ve formda tasarlanmaktadır (Gill, 2008).

Rüzgar yüklerine karşı, bina hareketini konfor limitleri içerisinde tutabilmek, çok dirençli bir taşıyıcı sistem gerektirmektedir. Bu durum ilk yatırım maliyetini yükseltir. Binaya etkiyen yükler ve bina hareketinin hesaplanması için doğrusal ve çapraz rüzgar doğrultularının dinamik gelişmiş analizleri yapılmalıdır. Rüzgarın binaya olan etkisi, büyük oranda binanın formuyla ilgilidir. Erken tasarım aşamalarında bina formu, rüzgar yüklerine göre aerodinamik olarak tasarlanmalıdır. Bina rüzgar türbinlerinin enerji üreteceği bir platform gibi düşünülmektedir. Bina yüksekliği arttıkça, bina üst katlarındaki hava hızı da artmaktadır. Bu nedenle yüksek binalar için üst kotlarda rüzgar türbinlerinin konumlanması avantaj sağlayabilir (Irwin ve diğ, 2008).

Çin’de inşa edilen 71 katlı Pearl River binasının mimari formu, rüzgar enerjisini etkin şekilde kullanmak amacıyla tasarlanmıştır (Şekil 3.16). Binada 3x4 m genişliğine dört adet açıklık bulunmaktadır. Cephe formu rüzgar basıncını azaltmak ve rüzgar hızını uygun seviyeye getirerek bu açıklıklardan geçmesini sağlamak için tasarlanmıştır. Rüzgar bu açıklıklar sayesinde binanın içinden geçer ve tüm binaya etkiyen rüzgar basıncı da azalmış olur (Frechette ve Gilchrist, 2008). Buradaki strateji dört açıklıktan geçen rüzgar hızını en yüksek seviyeye getirerek, açıklıklarda bulunan rüzgar türbinlerinin üreteceği enerjiyi arttırmaktır (Şekil 3.21).



a



b

Şekil 3.16 : Pearl River Binası perspektifi (a), kavramsal rüzgar türbini çizimi (b).

Rüzgar türbinleri binalarla çeşitli şekillerde bütünleştirilmektedir. Binaların çatılarına yerleştirildikleri gibi, bina formunu da etkileyebilmektedirler. Bahrain Dünya Ticaret Merkezi binasında iki ana kule arasındaki köprüler üzerine konumlandırılmış, çapı 39 m olan, her biri 225 kW enerji üreten üç adet rüzgar türbini bulunmaktadır (Şekil 3.17) (Url-24). Türbinlere bağlı olan kulelerin formu, rüzgar akışını türbinlere doğru yönlendirecek şekilde tasarlanmıştır. İki kule arasından geçen rüzgar, orta alanda pozitif basınç oluştururken, kulelerin arkalarında negatif basınca neden olur. Bu sayede artan rüzgar hızı ile türbinlerde kazanılan kinetik enerji elektrik enerjisine dönüştürülür (Url-25).



Şekil 3.17 : Bahrain Dünya Ticaret Merkezi binası rüzgar türbinleri.

3.3 Gelişmiş Çatı Sistemleri

Bu bölümde, gelişmiş çatı sistemleri hem sistem , hem de malzeme düzeyindeki gelişmişlikleri açısından ele alınmıştır.

- Gelişmiş çatı sistemlerinin tasarımı, binayı yağmur suyundan koruma, yağmur suyu toplama, güneşe karşı korunum sağlama, istenen durumlarda bina içine güneş ışığı geçirimi sağlama, sıcak su elde etme, PV panellerin kurulumuna zemin oluşturarak enerji üretimi sağlama, havalandırma sistemleri kurulumu için elverişli olma ve yalıtım sağlama gibi gereksinimler açısından önem taşımaktadır (Url-26). Bu sistemler binalar için olduğu kadar, bulundukları çevre açısından da önem taşımaktadırlar. Hava kirliliği, ısı adası oluşumu ve gürültü gibi çevresel etkileri azaltmak üzere sürdürülebilir bir anlayışla tasarlanmaları gereklidir.

Isı adaları, yaz dönemi enerji ihtiyacı artışına, iklimlendirme maliyetlerinin yükselmesine, hava kirliliğine ve sera etkisi gaz salımlarına, sıcaklığa bağlı hastalıklara, can kaybına ve su kalitesinin bozulmasına neden olur (Url-27). Bu etki; yapma çevrenin peyzajdaki yeşil ile gölgelendirilmesi, sert peyzaj bileşenleri ya da çatılarda yansıtıcılığı yüksek malzemeler kullanılarak ısı yutuculuğunun azaltılması, çatılarda koyu renkli yüzeyler yerine bitkilendirilmiş yeşil çatılar, yol ve yürüme yolları gibi yüzeylerde su ve hava geçirimli kaplama malzemeleri kullanılması yoluyla azaltılabilir (Montoya, 2011).

Yağmur suyu toplama sisteminde toplanan ve içeriği kaliteli olan yağmur suyu (kirletici kimyasal maddeler içerme oranı çok düşüktür), belli filtreleme işlemlerinden sonra hem içme suyu olarak, hem de bina içinde lavabo ve tuvalet rezervuarlarında kullanılmaktadır. Ayrıca bir işleme gerek duyulmadan bahçe sulamasında da yararlanılabilir. Bu sistemlerin ilk yatırım maliyeti yüksek değildir, kendini birkaç yılda amorti etmektedir ve çevresel açıdan çok olumlu katkıları vardır.

Sistemde; hem yere hem de çatıya düşen yağmur suyu toplanıp, filtreleme işleminden sonra genellikle yer altına konumlandırılan tanklara iletilir ve depolanır. Bununla birlikte, yağmur yağmadığı ya da düzensiz yağdığı mevsimlerde su depolanamaması nedeniyle, başlıca su ihtiyacını karşılayan bir sistem olarak görülememektedir. Sistemin tek zararı budur. Ancak yağmur suyu toplama sistemi

kullanan binaların oranında artış sağlanması ile önemli oranda su tasarrufu ve verimliliği sağlanabilir (Url-28).

Yağmur suyu toplama sistemi dışında, çatı sistemlerinin sürdürülebilirliği, yeşil çatı tipinde tasarlayarak, ısı adası etkisini azaltmak üzere açık renkli yansıtıcı yüzeyler oluşturarak ya da fotovoltaik paneller ile bütünleştirerek sağlanabilmektedir.

3.3.1 Yeşil çatı

Yeşil çatılar; üzerinde bitki yetiştirilmesi için tasarlanmış, bu konuda özelleşmiş gelişmiş çatı sistemleridir. Bu teknoloji, çatı alanındaki yağmur suyu akış hızını düşürür, binanın enerji ihtiyacını azaltır ve çatı membranı servis ömrünü uzatır. Kentlerde kullanımı, ısı adası etkisini azaltmaya, su ve hava kalitesini yükseltmeye yardımcı olmaktadır (Url-29).

Yeşil çatı tasarımında, taşıyıcı sistem seçimi için birçok koşul göz önünde bulundurulmalıdır. Bunlar:

- Proje programı ve tasarım gereksinimleri,
- Hidrostatik koşullar gibi jeoteknik etkenler,
- Toprak taşıma kapasitesi,
- Malzeme seçimi ve uygunluğu,
- Toprak, kullanılan bitki, su, kaplama, eğer kullanılacaksa diğer peyzaj malzemeleri gibi sistemde kullanılan malzemelerin ağırlığı,
- Maliyet

gibi konulardır (Weiler ve Scholz-Barth, 2009).

Yeşil çatılar toprak yüksekliğine göre, seyrek yeşil çatılar ve yoğun yeşil çatılar olmak üzere iki grupta toplanabilir. Seyrek çatılar yaklaşık 15 cm ya da daha sık ve özel mühendislik ve performans amaçlarını sağlamak için tasarlanmış çatılardır (Şekil 3.18). Bu yeşillendirme ile hafif bahçeler elde edilir. Çatıya verdiği yük 100 kg/m^2 civarındadır. Daha önceden çakıl, beton, karo kaplanmış bir düz çatı veya kiremit kaplı bir eğik çatı, bu malzemeler kaldırılarak yeşil çatıya dönüştürülebilir. Bu durumda, binaya verilen yük önemli ölçüde artmaz (Url-30, Url-31).

Yoğun yeşil çatılar ise daha derin olabilirler ve üstlerinde peyzaj bileşenlerini, çok yıllık bitkileri ve ağaçları barındırırlar (Şekil 3.19). Bu sistemin çatıya verdiği yük yaklaşık 300-400 kg/m² civarındadır. Bu nedenle statik hesaplar verilen değerlere göre yapılmalıdır. Tipik bir yeşil çatı kesitinde, bitkilendirilmiş katman önceden yetiştirilmiş olarak getirilir ya da tohum ekilerek kendiliğinden gelişmesi sağlanabilir. Filtre katmanını, bitkilerin büyüdüğü katmanı drenajdan ayırmaktadır.



Şekil 3.18 : Seyrek yeşil çatı ve görünüşü.

Drenaj katmanını, betondan ya da önceden kalıplanmış plastik drenaj ünitelerinden yapılmış olabilir. Son olarak bir kök tutucu bariyer bitkilerin çatı yüzeyine zarar vermesini engeller ve tamamen su yalıtımlı bir membran, binayı suya karşı yalıtımlı hale getirir (Dunnett ve Kingsbury, 2008).



Şekil 3.19 : Yoğun yeşil çatı kesiti ve görünüşü (solda). Solaire Building, New York (sağda).

Eğer yeşil çatılar iklime uygun seçilen bitkiler ve alt katmanları ile dikkatli bir şekilde tasarlanarak uygulanırsa, çok kurak iklimler dışında sulama sistemine ihtiyaç duymazlar. Yeşil çatının ciddi bir sulama sistemine ihtiyaç duyması, sürdürülebilir olmadığı anlamına gelmektedir. Çok kurak iklimler için sulama gerekirse, drenaj

katmanlarında toplanan yağmur suyunu ya da binadaki geri dönüştürülmüş gri suyu kullanmak yararlı olacaktır.

Yeşil çatılar ısıtma ya da iklimlendirme yüklerini azaltmada da rol oynar. Pek çok etmen ısısal karakteristiklerini etkiler. Bunlar; doğrudan güneşiğine karşı korunum sağlaması, bitkilerden / bitkisel ortamdan buharlaşma ile soğuma ve ek yalıtım sağlaması, bitkisel ortam ile ısı kütlesi etkisi oluşturmastır. Bu etmenler çatının performansını arttırmaktadır.

Yeşil çatılar kentlerde hava kirliliğini azaltıcı bir etkindir. Currie ve Bass tarafından Toronto'daki yeşil çatı potansiyeli üzerine bilgisayar benzetimi ile yapılan bir çalışmaya göre, ağaç ve ağaçsı bitkilerin çatı yüzeylerinde %10-20 oranında kullanılması hava kirliliğini önemli ölçüde azaltmaktadır. Ancak bu çatı yüzeylerinin birçok binanın çatısında kullanılması ve geniş alanlar kaplaması gerekmektedir. Bitkilendirilmiş yeşil çatılar, karbon emici yüzeyler olma potansiyeline sahiptir (Dunnett ve Kingsbury, 2008).

3.3.2 Çatı ile bütünleştirilmiş PV paneller

Yüksek yapılarda fotovoltaik sistemler, cepheye bütünlenerek tasarlanabileceği gibi çatıda da konumlandırılabilir. Yüksek yapılarda düz çatı üzerine uygulama ya da yapının en üst katının kullanım amacına bağlı olarak, PV panel kullanımı farklılık gösterebilir.

Düz çatılarda paneller, güneşin açısını en uygun şekilde almak amacıyla açılı olarak, metal bir çerçeve içerisinde konumlandırılırlar. Bu durumda PV paneller çatıda geniş bir alan kaplayabilir. Panellerin servis alabilmesi için çatı erişimi dikkate alınarak tasarlanmaları gerekmektedir. Düz çatılarda PV paneller daha çok enerji üretebilmek amacıyla, bilgisayar kontrollü olarak belli bir güneş açısını izleyecek şekilde tasarlanabilirler. Bu şekilde tek ya da çift aksta PV panellerin güneş açısına bağlı olarak dönmesi sağlanmaktadır.

Düz çatıda uygulanan PV panellerin bir avantajı çatıya gölgeleme sağlaması ve çatıya gelecek ısı yükleri azaltmasıdır. Ancak metal çerçevenin korozyona karşı korunması gerekmektedir (Dgs, 2008).

Yüksek katlı binalarda çatı ve cephelerde konumlandırılacak PV paneller için rüzgar yükü önemlidir. Düz çatılarda serbest konumlanan PV paneller üzerlerine gelecek ani

rüzgar yüklerine karşı dayanımlı olmalıdırlar. Bu nedenle, rüzgar yükü fazla olan bölgelerde bu sistem elverişli olmayabilir (Kiss ve Kinhead, 1993).

PV paneller düz çatılar dışında iç mekana ışık alınması istenen mekanlar için cam çatılarda da kullanılmaktadır. Cam çatılarda kullanılan PV paneller iç mekanın aşırı ısınmasını engellemek için güneş korunumlu camlara bütünlenirler. Ayrıca cam içinde kullanılan PV paneller ile gölgeleme ve kamaşma kontrolü sağlanabilir. İç mekanın ısınmasının önemli olmadığı (merdiven boşluğu veya avlu) durumlarda ya da iç mekanın yarı açık bir mekan olması durumunda, yarı saydam PV paneller de kullanılmaktadır (Dgs, 2008). Cam çatılarda, binanın konumlandığı iklime bağlı olarak yağmur ya da kar yükleri önem kazanmaktadır. Bu durumda çatı tasarımı için farklı çözümler gerekmektedir. Örneğin, kar yüklerini azaltmak için çatının eğimli olması ve PV panellerin bu eğime göre tasarlanmaları gerekmektedir (Kiss ve Kinhead, 1993).

3.4 Gelişmiş Düşey Sirkülasyon Sistemi

Bu bölümde, gelişmiş düşey sirkülasyon sistemi hem sistem, hem de malzeme düzeyindeki gelişmişliği açısından ele alınmıştır.

Yüksek binalarda, üst katlara kullanıcı erişiminin sağlanması ya da yük taşınması için asansör sistemleri büyük önem taşımaktadır. Ancak binaların enerji sarfiyatının %4-%10 kadar bir kısmı asansörler tarafından harcanmaktadır. Bu nedenle asansörlerde enerji korunumu sağlamak önem kazanmıştır (Url-32). Bu amaçla kullanılabilecek yöntemler; bekleme modu enerji tasarrufu, aydınlatma enerjisi tasarrufu, motorlar ve sürücülerde enerji tasarrufudur.

- Bekleme modu enerji tasarrufu: Kapı kilit sistemleri ve sürücülerin besleme güçleri, ışıklı basma butonları, ekranlı kabin içi ve dışı tablolar, uyarı ve emniyet sistemleri ve benzeri elektronik sistemlerin asansörlerde yoğun olarak kullanılmaya başlanmasıyla, bu sistemleri aktif halde tutmak için harcanan bekleme modu enerji miktarı da artma eğilimi göstermiştir. Bu enerji sarfiyatını azaltmak için asansör sistemleri denetlenerek, pasif ve aktif halde enerjiyi optimum kullanmayı hedefleyen, etkin kontrol sistemleri geliştirilmiştir. Pasif kontrol sistemlerinde asansör belli bir süre kullanılmadığında enerji seviyesi kademeli olarak azaltılmaktadır. Kabin

ışıkları azaltılmakta, kat ve kabindeki yön göstergeleri, kabin ekranları ve aydınlatma düğmeleri kapatılmaktadır. Sistemin bu durumdan tekrar aktif hale geçmesi 30 saniye sürmektedir. Aktif kontrolde seyahat hızı düşürülmekte, kat seviyesinde yavaşlayarak seviyeleme zamanı kazanılmaktadır (Url-33).

- Asansör aydınlatmasında enerji tasarrufu: Asansörlerde genellikle enerji tasarruflu ampuller kullanılmalıdır. Asansör kabin ışıkları, ışıklı gösterge ve belirteçler asansör durduğunda belirli bir süre içerisinde otomatik olarak sönmelidir. Ancak kabin aydınlatması sık sık açılıp söndürülüyorsa, burada tasarruflu ampul kullanmanın bir manası yoktur, onun yerine modern LED ışıklı lambalar kullanılmalıdır. Modern göstergeler, eğer bir LED aydınlatmasına sahiplerse veya OLED göstergelerinde olduğu gibi kendi kendilerine ışık saçıyorlarsa çok düşük bir sarfiyata sahiptirler (Url-34). LED spot lambalar halojen lambalara göre %80 daha az enerji tüketmekte ve 10 kat daha uzun süreli kullanılmaktadır. Aydınlatma için gereken enerji LED lamba kullanılarak azaltılabilmektedir (Timurkan, 2009).
- Motorlar ve sürücülerden enerji tasarrufu: Kademeli asansörlerin motorları kalkış sırasında çalışma akımının 7-8 katı kadar akım çekerler. Akım seviyesini kontrol edebilen motorlar ise, çalışma akımının sadece 1.5-2 katı akım çekerler. Bu nedenle akımı kontrol edebilen motorların tercih edilmesi kademeli asansörlere göre %30-50 oranında enerji tasarrufu sağlayabilir (Url-35).

En etkin olarak bilinen regeneratif inverter-motor sistemlerinde yavaşlama sırasında motor jeneratör olarak kullanılarak elde edilen enerji, şebekeye aktarılabilir ve daha etkin enerji tasarrufu sağlanabilir. Bu sistem pahalı bir sistemdir ve yüksek binalarda yoğun kullanım gereken yerler için uygundur (Çelik, 2008).

Asansörlerde enerji etkinliği kadar, kullanılan malzemelerin sağlığa uygun olması da önem taşımaktadır. Asansörlerdeki iç mekan kaplama malzemelerinin uçucu organik bileşen (VOCs) içermemesi, iç mekan kalitesini artırıcı bir unsurdur. Malzemelerin bu maddeleri içermesi durumunda, insan sağlığına zararlı gazlar açığa çıkmaktadır. Bunu önlemek için geri dönüşümlü kaynakları olan bambu ya da linolyum zemin

kaplamaları, geri dönüşümlü halılar ve duvar kaplamaları, PVC kaplamalara tercih edilebilir (Url-36).

Yüksek binalarda asansör sistemleri kadar, merdivenler de önem taşımaktadır. Bu tip binalarda, merdiven ve yangın merdivenlerinde kullanılan kaplama ve yapıştırıcı malzeme miktarı az katlı binalara göre daha fazladır. Bu açıdan, geri dönüşümlü, sağlığa zararlı gaz salınımı yapmayan yangına dayanımlı malzemeler tercih edilmelidir.

Yüksek binalarda çoğunlukla betonarme ve çelik taşıyıcı merdivenler kullanılmaktadır. Betonarme merdiven kaplamaları için seçilecek kaplama malzemelerinde geri dönüştürülmüş seramik karolar tercih edilebilir. Merdivenlerde bulunan metal kaplamalar ve korkuluklarda ya da çelik merdivenlerde geri dönüştürülmüş metal kullanılabilir. Merdiven kovalarında kullanılacak duvar boyaları ya da kaplamaları için asansör kaplama malzemelerine benzer şekilde sürdürülebilir kaplama malzemeleri tercih edilmelidir.

Enerji açısından önemli bir konu da, ısıtılmayan merdiven kovaları ile ısıtılan mahaller arasında ısı geçişi meydana gelmesidir. Isıtılan mahallerde enerji kaybı yaşanmaması için merdiven kovalarının duvarları ısı yalıtımlı yapılmalıdır. Eğer ısı yalıtımı yapılmıyorsa, merdiven kovaları da ısıtılmalıdır.

3.5 Gelişmiş İç Bölme Sistemi

Yapılan kaynak araştırması doğrultusunda, iç bölme sistemlerinin gelişmişliği, sistem tasarımı düzeyinden çok malzeme düzeyinde gerçekleşmektedir. Bu nedenle malzeme düzeyinde yapılan gelişmeler ele alınmıştır.

Günümüzde birçok binada yaygın olarak kullanılan alçı paneller, yüksek binalarda da iç mekan bölmeleri olarak sıklıkla kullanılmaktadır. Ancak üretimi sırasında yüksek miktarda CO₂ gazı açığa çıkarmakta, alçıtaşı madenlerini tüketmekte ve 500 derecede fırınlanarak çok büyük oranda enerji ihtiyacına neden olmaktadır. Bu nedenle, farklı teknolojilerle daha ekolojik ‘sürdürülebilir alçı panel’ olarak adlandırılan tipleri üretilmeye başlanmıştır (Şekil 3.20) (Url-37). Bu paneller, sanayi ürünü atıklarının yaklaşık %80’ini hammadde olarak kullanarak doğal kaynak kullanımını azaltırlar. Gömülü enerjileri, üretimlerinde yakma ve kurutma işlemlerine gereksinim duyulmadığı için normal alçı panellere göre yaklaşık %21

daha azdır ve daha az CO₂ salımı yaparlar. Termit gibi canlıların tüketebileceği organik malzemeler içermedikleri için, böceklenme gibi bir soruna neden olmazlar. Üretimleri sırasında yüksek sıcaklıklar gerektirmedikleri için, malzeme içerisinde civa oluşumu meydana gelmez. İçerisinde küf ve nem önleyici kimyasallar barındırmaz, yüksek pH derecesi ve organik bileşenler bulundurmadığı için küflenmeye karşı kendinden dayanımlıdır. Diğer panellere göre daha az toz çıkarmaktadır, bu da insan sağlığı için olumludur. Tüm bu olumlu özellikleri ile ekolojik yapılarda tercih edilmektedirler (Url-38).

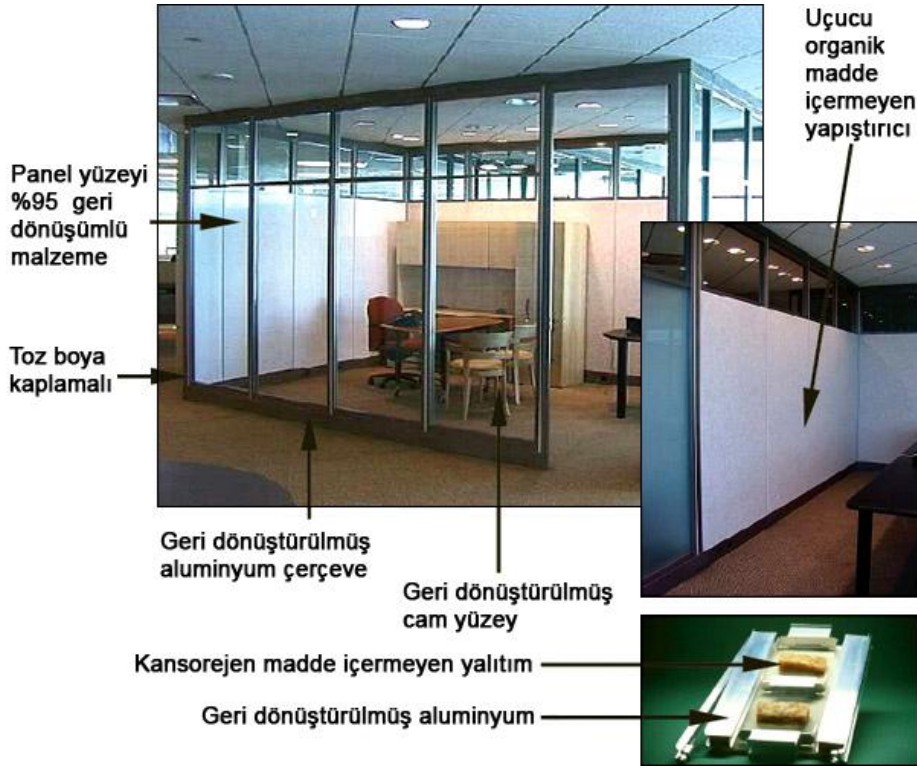


Şekil 3.20 : Sürdürülebilir alçı panel.

Yüksek ofis kulelerinin iç mekanlarında alçı paneller kadar, cam bölmeler de önemli miktarda kullanılmaktadır. Cam bölmelerde kullanılan camların ve alüminyum doğramaların da geri dönüşümlü malzemelerden yapılması tercih edilmelidir. Ohio’da bulunan Çevresel Duvar Sistemleri Şirketi (Environmental Wall Systems Ltd) tarafından geliştirilen ve LEED sertifikası alan cam bölme ve alçı panellerde %95 oranında geri dönüşümlü malzemeler kullanılmıştır (Şekil 3.21) (Url-39).

Bu sayede hem sağlığa zararlı gaz salımı en aza indirilmekte, hem de malzemelerin üretimi sırasında oluşacak çevresel etkiler azaltılmaktadır.

Bölme duvarlarının sürdürülebilir olması kadar, üzerlerine uygulanan harç ve kaplama malzemelerinin de sürdürülebilir olmaları önemlidir. Bunu sağlamak için üretilmiş bazı malzemeler şunlardır:



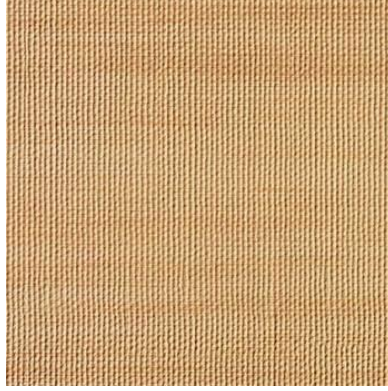
Şekil 3.21 : Geri dönüşümlü cam bölme sistemi.

- Doğal kil sıva: Bu malzeme doğal mineral ve taş parçalarının su ve kum ile birleştirilmesinden elde edilen doğal bir malzemedir. Geleneksel alçı sıvaya göre daha ekolojiktir. Yüzey bitişi mattır ancak parlak yüzeyler elde etmek de mümkündür. Bu malzeme tozumsuz ve %100 doğaldır. Nem tutucudur, boyanabilir ve solunması sağlığa zararlı değildir.
- Doğal kireç sıva: Kum, kireç ve saman liflerinden meydana gelir (Şekil 3.22). Farklı renkler oluşturmak için pigment eklenebilir. İçerisine eklenen değerli taş ve seramik parçaları gibi malzemelerle camsı yüzeyler elde etmek mümkündür. Anti alerjiktir, %100 doğaldır, solunabilir ve sızdırmaz şekilde uygulandığında nem tutucudur (Url-40).



Şekil 3.22 : Doğal kil sıva (sol), doğal kireç sıva (sağ).

- Sisal keneviri: Kaktüs ailesinden bir bitkidir. Ahşap duvar kaplamalarında ve kumaş panellerde kullanılabilir (Şekil 3.23). Plastik yerine kullanılabilen iyi bir seçenektir. Anti statiktir ve toz tutmaz. Ses izolasyonu sağlar.



Şekil 3.23 : Sisal karo kaplama.

- Yeniden dönüştürülmüş ahşap kaplamalar: Duvar panellerinde kullanılabilirler. Yeni işlenecek bir ahşaba kıyasla daha az işlem gerektirirler ve daha ucuzdurlar.
- Bambu kaplamalar: Hızlı büyüyen bir ağaçtır, 4-6 yıl arasında kesilecek büyüklüğe ulaşırlar. Laminat ahşaba göre daha hafiftir. Nem tutma oranı düşüktür, bu nedenle nemli mekanlarda kullanılabilir. Esnek yapıdadır ve yuvarlak hatlı formlar verilebilir. Tamamen geri dönüşümlüdür (Şekil 3.24) (Url-40).



Şekil 3.24 : Bambu panel kaplamalar.

- Mantar kaplamalar: Geleneksel ahşap kaplamaların yerine kullanılmaktadır. Ağaca zarar vermeden kabuğundan sızan mantardan elde edilir. Çok düşük

miktarda atık çıkarır. Yüksek ısı ve ses yalıtımı sağlar. Anti mikrobiktir ve küflenmez. Hafif ve esnek bir malzemedir. Doğal olarak yangın dayanımlıdır ve toksit gaz çıkarmaz (Şekil 3.25) (Url-40).



Şekil 3.25 : Mantar duvar kaplaması.

3.5.1 Gri su sistemi

Binaların kullanacağı su miktarını azaltma ve atık suyu yeniden değerlendirme stratejisi ile hem binalarda etkin su kullanımı sağlanmakta hem de ekolojik sisteme olan etki azaltılmaktadır. Gri su; duş, küvet, lavabo, çamaşır makinesi, soğutma ekipmanları ya da klimalardan gelen sudur. Tuvaletler, mutfak lavabosu ve bulaşık makinesi tarafından üretilen atık suya ise siyah su adı verilmektedir. Gri suda patojen bulunma olasılığı düşüktür. Atık sular, atıksu işleme ünitelerinde temizlenerek, peyzaj sulaması, soğutma kuleleri, tuvalet rezervuarları ve yangın sisteminde kullanılabilir.

Gri su sistemi iç bölme sistemi ile bütünleştirilirken, iç bölme sisteminin gri su ekipmanlarına uygun olarak tasarlanması gerekmektedir. Örneğin; gri su ekipmanları için gereken duvar boşluğu geleneksel tesisat boşluğundan farklı olabilir. Bu gibi farklılaşan sistem gereksinimlerine uygun olarak iç bölme sistemi tasarlanmalıdır.

Yüksek performanslı bir binada gri su geri dönüşümü sağlanırken, klozet, bide, duş ve lavabo armatürlerinin tasarruflu ve tesisatlarının gri su dönüşümüne uygun olarak tasarlanması gerekmektedir (Halliday, 2008). Bu tesisat aksesuarlarından bazıları şunlardır; yavaş akışlı klozetler, susuz pisuvarlar, su tasarruflu lavabo armatürleri ve yavaş akışlı duş armatürleri (Halliday, 2008, Url-41,42).

3.6 Bölüm Sonucu

Küresel ölçekte yaşanan çevresel sorunların etkilerini azaltmak amacıyla, yüksek binalarda geleneksel bina elemanları yerine doğal kaynakları kullanan gelişmiş döşeme sistemleri, dış düşey kabuk sistemleri, çatı sistemleri, düşey sirkülasyon sistemleri ve iç bölme sistemleri geliştirilmiştir.

Gelişmiş bina elemanı sistemlerinin işlerliğini değerlendirebilmek amacıyla, tezde bu sistemlerin uygulandığı binalar incelenek, bu sistemlerin Bölüm 2.3'te belirlenen çevresel sürdürülebilirlik ölçütleri ile ilişkisi değerlendirilecektir. Çizelge 3.2 :’de bu ilişki gösterilmektedir. Çizelgeye göre gelişmiş bina elemanlarının belirlenen ölçütlerle ilişkili olması durumu “+”, ilişkisiz olması durumu “-“ ile gösterilmiştir. Örnek yüksek binaların, kullandıkları gelişmiş sistemlere göre değerlendirilebilmesi için, çizelgede gösterilen ilişki durumu dikkate alınarak bir puanlama ve değerlendirme yapılacaktır.

Çizelge 3.2 : Gelişmiş bina elemanı sistemlerinin çevresel sürdürülebilirlik ölçütleri ile ilişkili olma durumu.

	YÜKSEK BİNALARDA KULLANILAN GELİŞMİŞ BINA ELEMANI SİSTEMLERİ															
	GELİŞMİŞ DÖŞEME SİSTEMLERİ			GELİŞMİŞ DÜŞEY DIŞ KABUK SİSTEMLERİ-CAM CEPHELER						GELİŞMİŞ ÇATI SİSTEMİ			GELİŞMİŞ DÜŞEY SİRKÜLASYON SİSTEMİ		GELİŞMİŞ İÇ BÖLME SİSTEMİ	
ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ÖLÇÜTLERİ	Zemin Altı Hava Dağıtım Sistemi (UFAD)	GELİŞMİŞ DÖŞEME SİSTEMLERİ	Zemin Yapı Malzemesi Geri Dönüşüm / Yeniden Kullanılma Durumu	Çift Kabuk Cephe Sistemi	Teknolojik Camlar	Gölgeleme Bileşenleri	Cam cephelerle Bütünleştirilmiş PV Sistemler	Dış Cepheyle Bütünleştirilmiş Rüzgar Türbinleri	Yakıt Pili	Yeşil Çatı	Çatı ile Bütünleştirilmiş PV Paneller	Yağmur Suyu Toplama Sistemi	Enerji Etkin Asansör Sistemleri	Merdivenler& Asansörler Zemin ve Duvarlarda Geri Dönüşümlü Malzeme Kullanımı	Alçıpaneller & Cam Bölmeler	Gri Su Sistemi
MALZEME	+	-	+	+	+	-	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+
İÇ MEKAN HAVA KALİTESİ	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-
ENERJİ VE ATMOSFER	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
SU ETKİNLİĞİ	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	+

4. YÜKSEK BİNALARDA KULLANILAN GELİŞMİŞ BİNA ELEMANI SİSTEMLERİNİN ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ÖLÇÜTLERİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Binaların doğal çevre üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak amacıyla tasarlanmış Bolüm 3’de incelenen gelişmiş bina elemanı sistemleri, bu bölümde çevresel sürdürülebilirlik ölçütlerine bağlı olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca kullanıldıkları binaların konumlanmış olduğu iklim kuşağı ile olan ilişkilerine de bakılmıştır.

Değerlendirme yöntemine karar vermek üzere, öncelikle seçenek değerlendirmede kullanılan değerlendirme metotları incelenmiştir. Sey ve Tapan (1976)’a göre değerlendirme teknikleri şunlardır;

-Sayısal değerlendirme – Skalalar:

- 1) Nominal skalalar,
- 2) Ordinal skalalar;
 - a) Sıralama yöntemi,
 - b) Çiftler mukayesesi yöntemi.
- 3) Enterval skala;
 - a) Dolaysız ölçeklendirme yöntemi,
 - b) Dolaylı ölçeklendirme yöntemi.
- 4) Rasyo skala.

-Ölçülen elemanlara ağırlık verilmesi,

-Fayda değer analizi;

- 1) Analitik temel işlemler,
- 2) Sentetik temel işlemler.

-Fayda – Maliyet analizi

Bayazit (1994)'a göre karar vermeye yardımcı sistemler şunlardır;

-Tahmin sistemi;

- 1) Sürekli tahmin,
- 2) İlerleyen tahmin,
- 3) Periodik tahmin,
- 4) Birleştirici tahmin,
- 5) Benzeterek tahmin,
- 6) Sonradan gözleyerek tahmin.

-Değer sistemi;

- 1) Amaç belirleme,
- 2) Amaçların birbirine göre önem derecelerini belirleme,
- 3) Amaçlara, özelliklere, değişkenlere ağırlık verilmesi.

-Kriter sistemi (Ağırlık verme, dereceleme ve ölçekleme);

- 1) Nominal ölçek,
- 2) Ordinal ölçek,
- 3) Fark ya da enterval ölçeği,
- 4) Rasyo ölçeği.

Roozenburg ve Eekels (1995)'a göre değerlendirme ve karar verme yöntemleri şunlardır;

-Çoklu kriterli karar verme;

- 1) Karar tasarımı,
- 2) Sezgisel karar kuralı,
- 3) Karar metotları,

-Ordinal metotlar;

- 1) Çoğunluk kuralı,
- 2) Copeland kuralı,

- 3) Sıralama toplamı kuralı,
- 4) Baskın unsur kuralı,
- 5) Datum metodu,
- 6) Yeni ürün profili.

-Kardinal metotlar;

- 1) Objelere ağırlık verilmesi metodu,
- 2) Katkı değer fonksiyonu,
- 3) Etkinliğin ölçülmesi,
- 4) Ağırlık faktörlerinin hesaplanması.

Yukarıdaki değerlendirme metotlarından ‘Objelere Ağırlık Verilmesi’ metodu, çok ölçütlü seçenek değerlendirilmesinde kullanılan metotlardan biridir. Bu nedenle örnek binaların bina elemanlarını sürdürülebilirlik ölçütleri açısından değerlendirmek üzere, bu metodun kullanılmasına karar verilmiştir.

4.1 Objelere Ağırlık Verilmesi Metodu

‘Objelere Ağırlık Verilmesi’ metodu, çok sayıda seçenek ve ölçüt olması durumunda, karar verici tarafından, seçeneklerin ölçütlere göre önem derecesinin belirlenmesine dayanır. Karar verici, seçenekler arasındaki önem derecelerini belirlerken bir skala belirlemek durumundadır. Örneğin;

- 9 = Seçeneğinin çok iyi derecede olduğunu
- 8,7,6 = Seçeneğinin iyi derecede olduğunu
- 5 = Seçeneğinin makul derecede olduğunu
- 4,3,2 = Seçeneğinin düşük derecede olduğunu
- 1 = Seçeneğinin kötü ya da hiç önemli olmadığını

göstermektedir. Bu metottaki diğer bir unsur ağırlık katsayısıdır. Değerlendirme açısından bu ağırlık katsayıları toplandığında; 1, 10 ya da 100 gibi tam sayıları verecek şekilde bölünerek ölçütlere dağıtılmaktadır. Seçeneklerin toplam puanı, ağırlık katsayısı ile seçeneklere verilmiş puanların çarpımının toplamıyla elde edilir. Örneğin; karar veren kişi Çizelge 4.1 :’de gösterilmiş A1 seçeneğinin derecesinin iyi

olduğunu düşünerek 8 puan, A2 seçeneğinin derecesinin çok iyi derecede olduğunu düşünerek 9 puan ve A3 seçeneğinin derecesinin düşük derecede olduğunu düşünerek 3 puan verebilir. Ağırlık katsayıları belirlenirken, C ölçütlerinin ağırlık katsayılarının toplamı 100 olacak şekilde paylaştırılır. Ölçütler önem derecelerine göre ağırlık katsayısı almaktadır. En önemli ölçüt en büyük ağırlık katsayısına sahip olur. Bu sayı ölçütlendirmenin karşılaştırmalı önemini gösterir (Roozenburg ve Eekels, 1995).

Çizelge 4.1 : Seçenek ve ölçütlere göre önem ağırlıklarının hesaplanması.

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	
λ_j	20	40	12	5	15	8	$\sum \lambda_{jeij}$
A1	8	6	9	1	6	3	627
A2	9	4	7	1	2	8	523
A3	3	9	3	8	8	6	664

4.2 Uygulama

Yüksek binalarda kullanılan gelişmiş bina elemanı sistemlerini, daha önce tez kapsamında belirlenen sürdürülebilirlik ölçütleri açısından değerlendirmek amacıyla, dünya çapında sürdürülebilir ya da enerji etkin sistemleri kullanan yüksek binalar incelenmiş ve bunlar arasından tez kapsamına uygun olduğu düşünülen örnek binalar seçilmiştir. Bu binalar ve kullandıkları bina elemanı sistemleri analiz edilmiş, sonrasında objelere ağırlık verilmesi metodu kullanılarak her bina elemanı için, sürdürülebilirlik puanları belirlenmiştir. Tüm bina elemanları için belirlenen puanların toplanması ile elde edilen toplam sürdürülebilirlik puanları ise binaların sürdürülebilirlik derecelerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Son olarak, seçilen örnek binalardaki gelişmiş bina elemanı sistemleri kullanımı, çevresel sürdürülebilirlik ölçütleri ve bulundukları iklim bölgeleri ile olan ilişkileri çerçevesinde binanın sürdürülebilirlik derecesine olan etkileri açısından değerlendirilmektedir. Bu sürecin adımları aşağıda detaylandırılmıştır.

4.2.1 Örnek yüksek binaların seçilmesi ve konumlandıkları iklim bölgelerinin incelenmesi

Gelişmiş bina elemanı sistemlerinin değerlendirilmesi amacıyla, yapımı tamamlanmış veya yapım aşamasında olan 40 adet yüksek bina incelenmiştir. Dünya

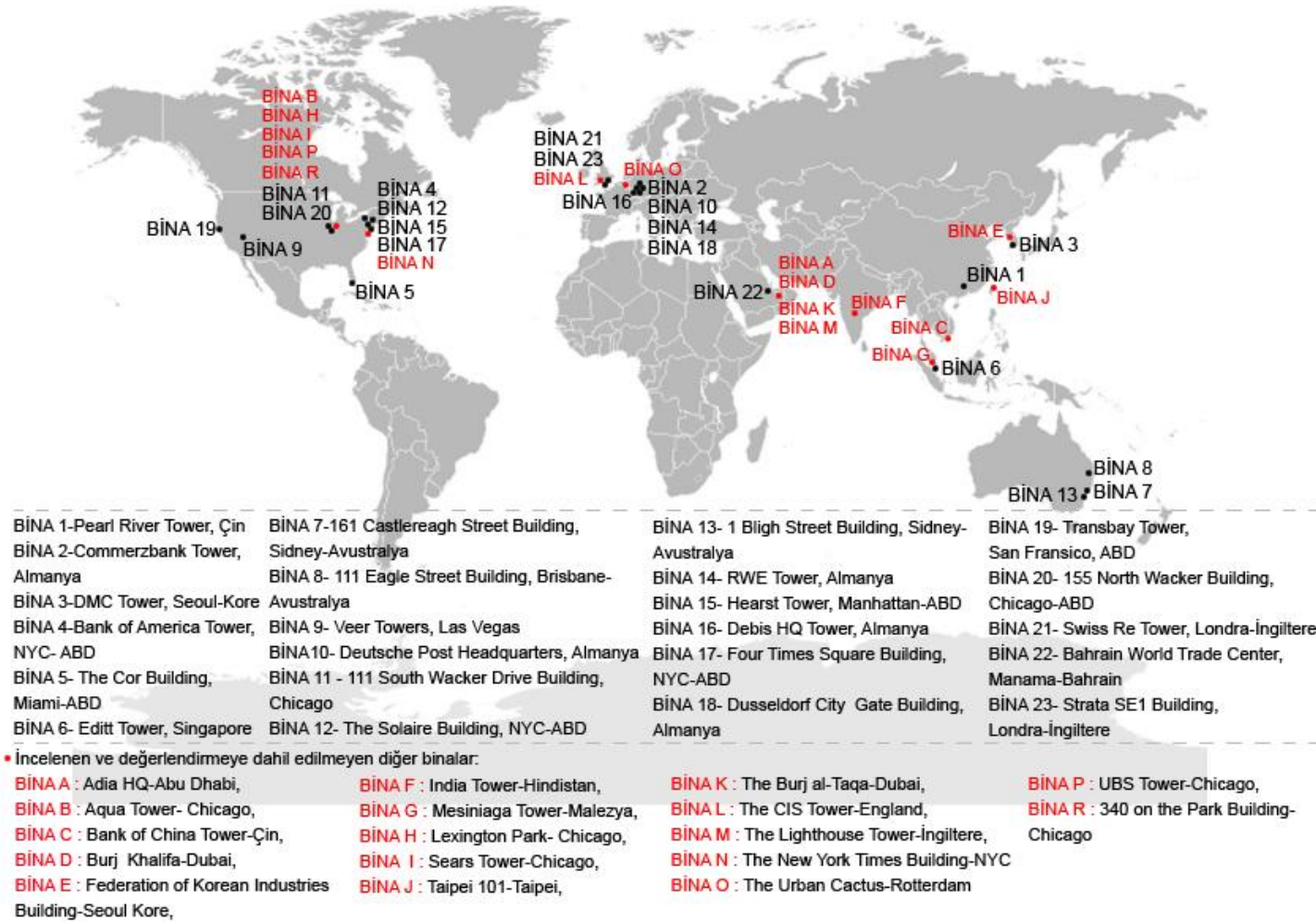
apında enerji etkin olarak nitelendirilen ve sürdürülebilir tasarım hedefi ile tasarlanan bu binaların 23 adedi bina elemanı sistemlerini analiz etmek üzere seçilmiştir. Diğerkleri gelişmiş bina elemanı sistemlerini kullanmadıkları ya da sadece bir kaçını kullandıkları için değerlendirmeye dahil edilmemiştir. İncelenen bu binaların tümünün dünya üzerindeki konumları şekil 4.1’de görülmektedir.

şekil 4.2’de ise, analiz etmek üzere seçilen yüksek binaların Köppen-Geiger haritasında verilen iklim bölgelerine göre konumları görülmektedir. Köppen iklim sınıflandırması; aylık ve yıllık sıcaklıklar, yıllık yağış miktarı, yağışın yıl içindeki dağılışı ve yağış ile sıcaklığın doğal bitki örtüsü ile olan ilişkilerine dayanan bir sistemdir (Url-43). Dünya iklimlerinin ilk sayısal sınıflandırması 1900 yılında Alman bilim adamı Wladimir Köppen tarafından yapılmıştır. Bu harita, Rudolf Geiger tarafından 1954 ve 1961 yıllarında güncellenmiştir. şekil 4.2’de verilen harita ise 2010 yılında güncellenmiş ve 0.5 derece enlem ve boylam ızgarası üzerinde 1901-1925 yılları arasında gözlemlenen sıcaklık ve yağış verileri hesaplanarak oluşturulmuştur (Kottek ve diğ, 2006).

Köppen ve Geiger iklim hesaplama formülüne göre iklimler harflerle ifade edilmektedir. Anahtar harflerden ilki ana iklimleri ve sonrasında gelen harf yağış koşullarını temsil etmektedir, böylece sınıflandırmanın ilk iki harfini oluştururlar. Ana iklimler A, B, C, D ve E harfleriyle, yağış miktarı W, S, f, s, w ve m harfleriyle temsil edilmektedir. Bu harflerin açılımı ve ltleri izelge 4.2 :şekil 4.2’de gösterilmiştir. Sınıflandırmada nc anahtar harf ise sıcaklık sınıflandırmasını temsil etmektedir. Bu harflerin açılımı ve ltleri ise izelge 4.3 :’te verilmiştir (Kottek ve diğ, 2006). Aşağıda ana iklimler ve alt iklimleri kısaca açıklanmıştır.

A grubu iklim bölgeleri - Tropikal iklim bölgesi: A grubundaki iklimlerde en soğuk aydaki ortalama sıcaklık 18 C’nin üzerindedir. Öyle ki bütün mevsimler sıcaktır ve kış mevsimi yoktur. Bu gruptaki iklimlerde, yıllık yağış 750 mm üzerindedir. Bu gruptaki alt iklimler aşağıdaki gibidir;

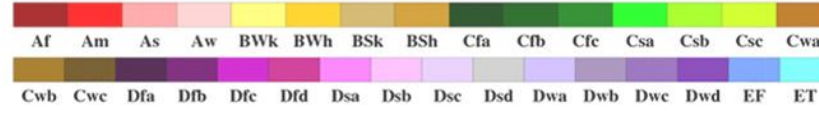
- Af: Tropikal yağmur ormanı iklimi. Her mevsim yağışlı tropikal iklim (rn. Kongo),
- Am: Tropikal muson iklimi. Yazları ılık ve yağışlı, kışlar kuru soğuk iklim (rn. Batı Hindistan).



Şekil 4.1 : İncelenen 40 adet binanın dünya üzerindeki konumları.

World Map of Köppen–Geiger Climate Classification

projected using IPCC A1FI Tyndall SC 2.03 temperature and precipitation scenarios, period 2076 to 2100



Main climates

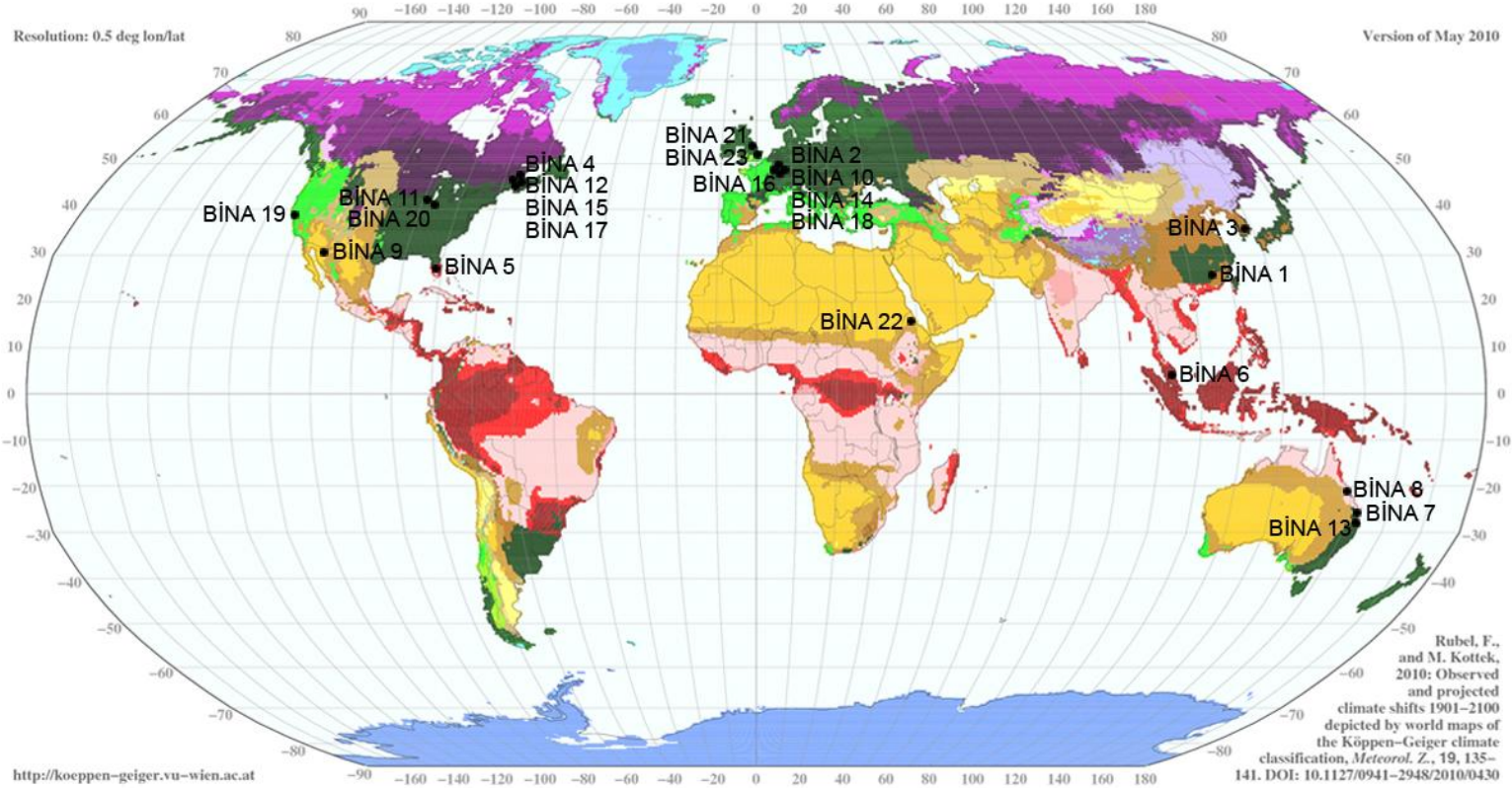
A: equatorial
B: arid
C: warm temperate
D: snow
E: polar

Precipitation

W: desert
S: steppe
f: fully humid
s: summer dry
w: winter dry
m: monsoonal

Temperature

h: hot arid
k: cold arid
a: hot summer
b: warm summer
c: cool summer
d: extremely continental
F: polar frost
T: polar tundra



Şekil 4.2 : Analiz etmek üzere seçilen örnek yüksek binaların dünya üzerindeki konumları ve bulundukları iklim bölgeleri.

Çizelge 4.2 : Köppen-Geiger iklim sınıflandırma sistemindeki ana iklimler ve alt iklimleri temsil eden anahtar harfler ile ölçütleri.

Tür	Tanımlama	Ölçüt
A	Tropikal iklimler	$T_{min} \geq +18\text{ °C}$
Af	Tropikal yağmur ormanı iklimi	$P_{min} \geq 60\text{ mm}$
Am	Tropikal muson iklimi	$P_{ann} \geq 25\text{ (}100 - P_{min}\text{)}$
As	Yazları kurak tropikal savan iklimi	$P_{min} < 60\text{ mm}$ yazları
Aw	Kışları kurak tropikal savan iklimi	$P_{min} < 60\text{ mm}$ kışları
B	Kurak iklimler	$P_{ann} < 10\text{ P}_{th}$
BS	Step iklimi	$P_{ann} < 5\text{ P}_{th}$
BW	Çöl iklimi	$P_{ann} \leq 5\text{ P}_{th}$
C	Dönencealtı iklimleri	$-3\text{ °C} < T_{min} < +18\text{ °C}$
Cs	Yazları kurak dönencealtı iklimi	$P_{smin} < P_{wmin}$, $P_{wax} < 3\text{ P}_{smin}$ ve $P_{smin} < 40\text{ mm}$
Cw	Kışları kurak dönencealtı iklimi	$P_{wmin} < P_{smin}$ ve $P_{smax} < 10\text{ P}_{wmin}$
Cf	Ilıman okyanusal iklim	yazları da kışları da kurak olmayan
D	Karasal iklimler	$T_{min} \leq -3\text{ °C}$
Ds	Yazları kurak karasal iklim	$P_{smin} < P_{wmin}$, $P_{wax} < 3\text{ P}_{smin}$ ve $P_{smin} < 40\text{ mm}$
Dw	Kışları kurak karasal iklim	$P_{wmin} < P_{smin}$ ve $P_{smax} < 10\text{ P}_{wmin}$
Df	Nemli karasal iklim	yazları da kışları da kurak olmayan
E	Soğuk iklimler	$T_{max} \leq +10\text{ °C}$
ET	Tundra iklimi	$0\text{ °C} \leq T_{max} < +10\text{ °C}$
EF	Kutup iklimi	$T_{max} < 0\text{ °C}$
Açıklamalar T:Sıcaklık, P: Yağış miktarı, ann (annual):Yıllık, th: kuraklık eşik değeri, P _{smin} -max, P _{wmin} -max: kış ve yaz ayları için en yüksek ve en düşük sıcaklıklar		

Çizelge 4.3 : Köppen-Geiger iklim sistemi sıcaklık sınıflandırması anahtar kelimeleri ve ölçütleri.

Tür	Tanımlama	Ölçüt
h	sıcak bozkır / çöl	$T_{ann} \geq +18\text{ °C}$
k	soğuk bozkır / çöl	$T_{ann} < +18\text{ °C}$
a	çok sıcak yaz	$T_{max} \geq +22\text{ °C}$
b	sıcak yaz	(a) değildir ve en az 4 $T_{mon} \geq +10\text{ °C}$
c	serin yaz ve soğuk kış	(b) değildir ve $T_{min} < -38\text{ °C}$
d	aşırı soğuk	(c) gibidir fakat $T_{min} \leq -38\text{ °C}$
Açıklamalar T:Sıcaklık, ann (annual):Yıllık, mon (month): ay		

B grubu iklim bölgeleri – Kurak iklim bölgesi: B grubundaki iklimler kurak iklimlerdir. Özellikle step ve çöl sahalarında görülür. Buralarda buharlaşma yağıştan fazladır. Step ve çöl alanlarında yıllık yağış miktarı 100 – 700 mm arasında, çöllerde

ise 50 – 350 mm arasındadır. Bu gruptaki alt iklimler aşağıdaki gibidir (Url-44, Url-45);

- Bsh: Sıcak step iklimi ya da sıcak yarı kurak iklim (Örn. Endülüs),
- BSk: Soğuk step iklimi ya da soğuk yarı kurak iklim (Örn. Gobi Çölü, Orta, Doğu ve Güneydoğu Türkiye),
- BWh: Sıcak çöl iklimi ya da sıcak kurak iklim (Örn. Arabistan),
- BWk: Soğuk çöl iklimi ya da soğuk kurak iklim (Örn. Atakama Çölü).

C grubu iklim bölgeleri – Dönencealtı iklim bölgesi: C grubundaki iklimler ılıman iklimlerdir. Bu iklimlerde en soğuk ayın ortalama sıcaklığı -3 °C- 18 °C arasındadır. Aynı şekilde en sıcak ayın ortalama sıcaklığı 10 °C 'nin üzerindedir. Kışlar genelde kısadır ancak yine de birkaç ay boyunca toprak karla örtülü olabilir veya donabilir. Bu grupta yer alan alt iklimler aşağıdaki gibidir;

- Cwa, Cwb: Kışı kurak ve ılık, yazı çok sıcak iklim (Muson iklimi) (Örn. Kuzey Hindistan),
- Csa, Csb: Kışı ılık, yazı sıcak ve kurak iklim (Akdeniz iklimi) (Örn. Batı ve Güney Türkiye, Yunanistan, Portekiz),
- Cfa: Kışı ılık, yazı çok sıcak her mevsimi yağışlı iklim (Örn. Orta ve Güney Japonya, Doğu Avustralya)
- Cfb, Cfc: Kışı ılık, yazı kısa ve serin, her mevsimi yağışlı iklim (Ilıman okyanusal iklim) (Örn. İngiltere, İzlanda, Kuzey Türkiye).

D grubu iklim bölgeleri – Karasal iklim bölgesi: D grubundaki iklimler, soğuk orman iklimleridir. Kışların şiddetli olduğu bu iklim grubundaki en soğuk ayın ortalama sıcaklığı -3 °C 'nin altında, en sıcak ayın ortalaması 10 °C 'nin üzerindedir. Bu bölgedeki iklimlerde aylar boyunca toprak karla örtülü kalır. Bu gruptaki alt iklimler aşağıdaki gibidir;

- Dwa, Dwb, Dwc, Dwd: Kışları kurak karasal iklim (Örn. Doğu Rusya, Kuzeydoğu Çin),
- Dfa, Dfb, Dfc, Dfd: Her mevsim yağışlı karasal iklim (Örn. Rusya),

- Dsa, Dsb, Dsc, Dsd: Yazları kurak karasal iklim (Örn. Orta ve Doğu Türkiye).

E grubu iklim bölgeleri – Soğuk iklim bölgesi: E grubundaki iklimler ise kutup iklimleridir. Bu bölgedeki iklimlerde en sıcak aydaki ortalama sıcaklık 10 °C 'nin altındadır. Aşağıda bu gruptaki alt iklimler yer almaktadır (Url-44, Url-45);

- ET: Tundra iklimi (Örn. Kuzey Sibiry, Kuzey Kanada),
- EF: Kutup iklimi (Örn. Antarktika, Grönland)

Köppen-Geiger sınıflandırmasına göre sıcaklık ölçüsünü temsil eden harfler ise şunlardır;

- h: çok sıcak: 28 ile 34.9 °C,
- k: serin: 0.1 ile 9.9 °C,
- a: sıcak: 23 ile 27.9 °C,
- b: ılık: 18 ile 22.9 °C,
- c: çok soğuk: -24.9 ile -10 °C,
- d: aşırı soğuk: -39.9 ile -25 °C (Url-44, Url-45).

İlerleyen bölümlerde seçilen örnek binalar bulundukları iklim bölgelerine göre gruplanmış ve Köppen-Geiger iklim sınıflandırma haritasında verilen iklim bölgeleri açısından değerlendirilmiştir.

4.2.2 Örnek yüksek binalarda kullanılan gelişmiş bina elemanı sistemlerinin analizi

Gelişmiş bina elemanı sistemleri; örnek olarak seçilmiş binalardaki kullanımlarına ve bulundukları iklim bölgesi ile olan ilişkilerine bağlı olarak analiz edilmiştir.

İlk aşamada, seçilmiş 23 adet binada bu sistemlerin ne ölçüde kullanıldıklarını belirlemek üzere her bina için künyeler oluşturulmuştur. Oluşturulan bina künyelerinde, binaların tasarımcılarının, konumlarının, yapım yıllarının, kat adetlerinin, toplam kullanım alanlarının, işlevlerinin, almış oldukları sertifikaların (LEED ya da BREEAM) ve konumlandıkları iklim bölgelerinin bilgileri yer almaktadır. Bunların yanı sıra, bu binalarda kullanılan gelişmiş döşeme sistemleri, gelişmiş düşey dış kabuk sistemleri, gelişmiş çatı sistemleri, gelişmiş düşey

sirkülasyon sistemleri ve gelişmiş iç bölme sistemleri analiz edilmiş, sonuçlar mevcut olup olmamalarına bağlı olarak bina künyelerinde verilmiştir. Çizelge 4.4 :’de örnek bir bina künyesi, Ek A’da ise tüm bina künyeleri yer almaktadır.

Tüm bina künyelerinin analizi sonrasında hazırlanan gelişmiş bina elemanı sistemlerinin kullanımı Çizelge 4.5 : - 4.9’da görülmektedir. 23 binanın 3 tanesi (%13.04) gelişmiş döşeme sistemlerinden zemin altı hava dağıtım sistemini, 10 tanesi (%43.40) soğuk tavan sistemini, 13 tanesi (%56.50) zeminde geri dönüşümlü ya da dönüştürülmüş bina malzemelerini kullanmaktadır. Binalardan 8 tanesi (%34.80) gelişmiş düşey dış kabuk sistemlerinden çift kabuk cephe sistemini, 18 (%78.30) tanesi teknolojik camları, 20 tanesi (%86.90) güneş kontrol bileşenlerini, 8 tanesi (%34.80) cam cephelerle bütünleştirilmiş PV sistemleri, 7 tanesi (%30.40) dış cephe ile bütünleştirilmiş rüzgar türbinlerini, 3 tanesi (%13.04) yakıt pillerini kullanmaktadır. Binalardan 7 tanesi (%30.4) gelişmiş çatı sistemlerinden yeşil çatıyı, 4 tanesi (%17.40) çatı ile bütünleştirilmiş PV panelleri, 14 tanesi (%60.90) yağmur suyu toplama sistemini kullanmaktadır. Binaların 5 (%21.70) tanesi gelişmiş düşey sirkülasyon sistemlerinden enerji etkin asansör sistemlerini, 1 tanesi (%4.30) merdiven ve asansörlerde geri dönüşümlü veya dönüştürülmüş malzemeleri kullanmaktadır. Bu binalardan 10 tanesi (%43.40) gelişmiş iç bölme sistemlerinden, geri dönüşümlü alçı panel ve cam bölme sistemlerini, 18 tanesi (%78.30) gri su sistemi kullanmaktadır.

İkinci aşamada; örnek binalarda kullanılan gelişmiş bina elemanı sistemleri; bulundukları iklim bölgesi ile ilişkili olarak analiz edilmek üzere, Çizelge 4.10 :- 4.15’de verildiği gibi binaların konumlandığı iklim bölgelerine göre gruplanmıştır. Çizelge 4.10 incelendiğinde; A grubu iklim bölgesinde (tropikal iklim) konumlanmış 2 binanın 1 tanesinin teknolojik camları, 2 tanesinin güneş kontrol bileşenlerini, 2 tanesinin cam cephelerle bütünleştirilmiş PV sistemleri, 1 tanesinin dış cepheyle bütünleştirilmiş rüzgar türbinlerini, 2 tanesinin yeşil çatı, 2 tanesinin yağmur suyu toplama sistemini kullandığı görülmektedir.

B grubu iklim bölgesinde (kurak iklim) konumlanmış binaların yer aldığı Çizelge 4.11 : incelendiğinde; 2 binanın 2 tanesinin teknolojik camları, 2 tanesinin güneş kontrol bileşenlerini, 1 tanesinin dış cepheyle bütünleştirilmiş rüzgar türbinlerini, 1 tanesinin yağmur suyu toplama sistemini kullandığı görülmektedir.

Çizelge 4.4 : Pearl River Kulesi künyesi.

PEARL RIVER TOWER			BİNA NO: 1
	Mimar / Tasarım Ekibi	Gordon Gill at SOM	
	Binanın Yeri / Yapım Yılı	Guangzhou, Çin, Yapım aşamasında	
	Kat Adedi / Yüksekliği	71 / 309.60 m	
	Toplam İnşaat Alanı	212,165 m ²	
	Bina Fonksiyonu	Ofis ve konferans	
Aldığı Sertifika (Leed/Breeam)		-	
Konumlandığı İklim Bölgesi Grubu		Cfa	
Bina Elemanları Özellikleri		Mevcut (+) / Mevcut Değil (-)	Sürdürülebilirlik Değerlendirme Puanları
Gelişmiş Döşeme Sistemleri	Zemin Altı Hava Dağıtım Sistemi (UFAD)	+	110
	Soğuk Tavan Sistemi	+	105
	Yapı Malzemesi Geri Dönüşüm / Yeniden Kullanılma Durumu	V.Y	
Gelişmiş Düşey Dış Kabuk Sistemleri-Cam Cepheler	Çift Kabuk Cephe Sistemi	+	150
	Teknolojik Camlar	+	145
	Güneş Kontrol Bileşenleri	+	80
	Cam Cephelerle Bütünleştirilmiş PV Sistemler	+	100
	Dış Cepheyle Bütünleştirilmiş Rüzgar Türbini	+	80
	Yakıt Hücresi	-	
Gelişmiş Çatı Sistemi	Yeşil Çatı	-	
	Çatı ile Bütünleştirilmiş PV Panel Kullanılması	+	100
	Yağmur Suyu Toplama Sistemi	+	110
Gelişmiş Düşey Sirkülasyon Sistemi	Enerji Etkin Asansör Sistemleri	+	80
	Merdivenler & Asansörler Zemin ve Duvarlarda Geri Dönüşümlü Malzeme Kullanımı	V.Y	
Gelişmiş İç Bölme Sistemi	Alçıpaneller & Cam bölme sistemleri	V.Y	
	Gri Su Sistemi	+	50
TOPLAM=			1110
KAYNAKLAR			
(Frechette ve Gilchrist, 2008)			
(Url-46)			
(Url-47)			
Açıklama		V.Y= Veri yok	

Çizelge 4.5 : Binaların gelişmiş döşeme sistemlerini kullanma oranları.

BİNA NO:	GELİŞMİŞ DÖŞEME SİSTEMLERİ		
	Zemin Altı Hava Dağıtım Sistemi (UFAD)	Soğuk Tavan Sistemi	Zemin Yapı Malzemesi Geri Dönüşüm / Yeniden Kullanılma Durumu
1	+	+	V.Y
2	-	+	+
3	+	+	V.Y
4	+	-	+
5	-	-	+
6	-	-	+
7	V.Y	+	+
8	V.Y	+	+
9	-	-	+
10	-	+	+
11	-	-	+
12	-	-	+
13	-	+	V.Y
14	-	+	V.Y
15	-	-	+
16	-	+	V.Y
17	-	-	+
18	-	+	V.Y
19	-	-	V.Y
20	-	-	+
21	-	-	V.Y
22	-	-	V.Y
23	-	-	V.Y
TOPLAM	3	10	13
ORAN	% 13.04	% 43.40	% 56. 50
AÇIKLAMA	+ Mevcut	-Mevcut değil	V.Y = Veri yok

Çizelge 4.6 : Binaların gelişmiş dişey diş kabuk sistemlerini kullanma oranları.

BİNA NO:	GELİŞMİŞ DÜŞEY DİŞ KABUK SİSTEMLERİ-CAM CEPHELER					
	Çift Kabuk Cephe Sistemi	Teknolojik Camlar	Güneş Kontrol Bileşenleri	Cam Cephelele Bütünleştirilmiş PV Sistemler	Diş Cepheyle Bütünleştirilmiş Rüzgar Türbinleri	Yakıt Pili
1	+	+	+	+	+	-
2	+	+	+	-	-	-
3	-	+	+	+	+	+
4	-	+	+	-	+	-
5	-	+	+	+	+	-
6	-	V.Y	+	+	-	-
7	-	+	+	-	-	-
8	-	V.Y	+	-	-	-
9	-	+	+	-	-	-
10	+	+	+	-	-	-
11	-	+	+	-	-	-
12	-	+	-	+	-	+
13	+	-	+	-	-	-
14	+	+	+	+	-	-
15	-	+	+	-	-	-
16	+	-	+	-	-	-
17	-	+	+	+	-	+
18	+	+	+	-	-	-
19	-	+	+	-	+	-
20	-	+	-	-	-	-
21	+	+	+	+	-	-
22	-	+	+	-	+	-
23	-	V.Y	-	-	+	-
TOPLAM	8	18	20	8	7	3
ORAN	% 34.80	% 78.30	% 86.90	% 34.80	% 30.40	% 13.04
AÇIKLAMA	+ Mevcut	-Mevcut değil	V.Y = Veri yok			

Çizelge 4.7 : Binaların gelişmiş çatı sistemlerini kullanma oranları.

	GELİŞMİŞ ÇATI SİSTEMİ		
BİNA NO:	Yeşil Çatı	Çatı ile Bütünleştirilmiş PV Paneller	Yağmur Suyu Toplama Sistemi
1	-	+	+
2	-	-	+
3	-	-	-
4	+	-	+
5	+	-	+
6	+	-	+
7	-	-	+
8	-	-	+
9	-	-	+
10	-	-	-
11	+	-	-
12	+	-	+
13	-	+	+
14	-	-	V.Y
15	-	-	+
16	+	-	+
17	-	+	-
18	-	-	-
19	-	-	+
20	+	-	-
21	-	+	-
22	-	-	-
23	-	-	+
TOPLAM	7	4	14
ORAN	% 30.40	% 17.40	% 60.90
AÇIKLAMA	+ Mevcut -Mevcut değil V.Y = Veri yok		

Çizelge 4.8 : Binaların gelişmiş dişey sirkülasyon sistemlerini kullanma oranları.

	GELİŞMİŞ DÜŞEY SİRKÜLASYON SİSTEMİ	
BİNA NO:	Enerji Etkin Asansör Sistemleri	Merdivenler& Asansörler Zemin ve Duvarlarda Geri Dönüşümlü Malzeme Kullanımı
1	+	V.Y
2	V.Y	V.Y
3	+	V.Y
4	-	V.Y
5	-	+
6	-	V.Y
7	V.Y	V.Y
8	+	V.Y
9	V.Y	V.Y
10	-	V.Y
11	-	-
12	V.Y	V.Y
13	V.Y	V.Y
14	V.Y	V.Y
15	+	V.Y
16	-	V.Y
17	+	-
18	-	V.Y
19	-	V.Y
20	-	-
21	V.Y	V.Y
22	V.Y	V.Y
23	V.Y	V.Y
TOPLAM	5	1
ORAN	% 21.70	% 4.30
AÇIKLAMA	+ Mevcut -Mevcut değil V.Y = Veri yok	

Çizelge 4.9 : Binaların gelişmiş iç sistemlerini kullanma oranları.

	GELİŞMİŞ İÇ BÖLME SİSTEMİ	
BİNA NO:	Alçıpaneller & Cam Bölmeler	Gri Su Sistemi
1	V.Y	+
2	+	+
3	+	+
4	+	+
5	+	+
6	+	+
7	V.Y	V.Y
8	+	+
9	+	+
10	V.Y	-
11	+	+
12	+	+
13	V.Y	+
14	V.Y	-
15	V.Y	+
16	V.Y	-
17	V.Y	+
18	V.Y	-
19	V.Y	+
20	+	+
21	V.Y	+
22	V.Y	+
23	V.Y	+
TOPLAM	10	18
ORAN	% 43.40	%78.30
AÇIKLAMA	+ Mevcut -Mevcut değil V.Y = Veri yok	

Cf grubu iklim bölgesinde (dönencealtı iklim bölgesi) konumlanmış binaların yer aldığı Çizelge 4.12 : incelendiğinde; 9 binanın 3 tanesinin çift kabuk cephe sistemlerini, 7 tanesinin teknolojik camları, 7 tanesinin güneş kontrol bileşenlerini, 5 tanesinin cam cephelerle bütünleştirilmiş PV sistemleri, 3 tanesinin dış cepheyle bütünleştirilmiş rüzgar türbinlerini, 2 tanesinin yakıt pillerini, 2 tanesinin yeşil çatıyı, 3 tanesinin çatı ile bütünleştirilmiş PV panelleri, 6 tanesinin yağmur suyu toplama sistemini kullandığı görülmektedir.

Cs grubu iklim bölgesinde (dönencealtı-akdeniz iklimi) konumlanmış binaların yer aldığı Çizelge 4.13 :incelendiğinde; 3 binadan 1 tanesinin çift kabuk cephe sistemini, 2 tanesinin teknolojik camları, 3 tanesinin güneş kontrol bileşenlerini, 1 tanesinin dış cepheyle bütünleştirilmiş rüzgar türbinlerini, 1 tanesinin çatı ile bütünleştirilmiş PV paneli, 3 tanesinin yağmur suyu toplama sistemini kullandığı görülmektedir.

Cw grubu iklim bölgesinde (dönencealtı-muson iklimi) konumlanmış binaların yer aldığı Çizelge 4.14 :incelendiğinde; 4 binadan 3 tanesinin çift kabuk cephe sistemini, 4 tanesinin teknolojik camları, 4 tanesinin güneş kontrol bileşenlerini, 1 tanesinin cam cephelerle bütünleştirilmiş PV sistemleri, 1 tanesinin dış cepheyle

bütünleştirilmiş rüzgar türbinlerini, 1 tanesinin yağmur suyu toplama sistemini kullandığı görülmektedir.

D grubu iklim bölgesinde (karasal iklim) konumlanmış binaların yer aldığı Çizelge 4.15 :incelendiğinde ise; 3 binadan 1 tanesinin çift kabuk cephe sistemini, 2 tanesinin teknolojik camları, 2 tanesinin güneş kontrol bileşenlerini, 2 tanesinin yeşil çatıyı 1 tanesinin yağmur suyu toplama sistemini kullandığı görülmektedir.

4.2.3 Gelişmiş bina elemanı sistemlerinin sürdürülebilirlik puanlarının belirlenmesi

Analiz sonrasında; bina elemanlarına ilişkin toplam sürdürülebilirlik puanlarını belirlemek üzere; ilk olarak bina elemanı seçenekleri için Çizelge 4.16 :’da verilen önem derecelerinin kullanılmasına karar verilmiş, sonrasında bu değerler Bölüm 2.3’te çevresel sürdürülebilirlik ölçütleri için belirlenmiş önem ağırlıkları ile çarpılmış ve son olarak tüm eleman sistemleri için elde edilen sonuçların toplanması ile toplam sürdürülebilirlik puanları hesaplanmıştır. Bu hesaba ilişkin veriler ve sonuçları Çizelge 4.17 :’de görülmektedir. Her bina elemanı sistemi için elde edilen sürdürülebilirlik puanları ise bina künyelerinde verilmiştir.

Toplam sürdürülebilirlik puanlarının belirlenmesi sonrasında, binaların ne düzeyde sürdürülebilir olduğu konusunda bir değerlendirme yapabilmek için, alınan puana bağlı olarak bir derecelendirme yapılmıştır. Bu amaçla ele alınan gelişmiş eleman sistemlerinin tümünün bir binada kullanılması halinde binanın alabileceği maksimum puan hesaplanmış ve 4 puan aralığına bölünmüştür. Sonuç olarak, binanın aldığı puanın yer aldığı puan aralığına göre, o bina için bir sürdürülebilirlik derecesi belirlenmiştir. Örneğin; bir binanın alabileceği en yüksek puan; $110+105+105+150+145+80+100+80+80+115+100+110+80+105+105+50 = 1620$ değerindedir. Bu değer 4 puan aralığına bölünmesi sonucu elde edilen gruplar ve sürdürülebilirlik dereceleri Çizelge 4.18 :’de görülmektedir.

İncelenmiş 23 adet örnek yüksek bina için hazırlanan bina künyelerinden faydalanarak, her bina için bir sürdürülebilirlik puanı elde edilmiştir. Bu puanlar Çizelge 4.19 :’da görülmektedir. Aldıkları toplam puanlara göre 23 binadan 5’inin iyi, 16’sının orta ve 2’sinin zayıf sürdürülebilirlik dereceleri aldığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.10 : A grubu iklim bölgesinde (tropikal iklim) konumlanmış binalar.

	BİNA ELEMANLARI															
	GELİŞMİŞ DÖŞEME SİSTEMLERİ			GELİŞMİŞ DÜŞEY DIŞ KABUK SİSTEMLERİ-CAM CEPHELER						GELİŞMİŞ ÇATI SİSTEMİ			GELİŞMİŞ DÜŞEY SİRKÜLASYON SİSTEMİ		GELİŞMİŞ İÇ BÖLME SİSTEMİ	
BİNA NO:	Zemin Altı Hava Dağıtım Sistemi (UFAD)	Soğuk Tavan Sistemi	Zemin Yapı Malzemesi Geri Dönüşüm / Yeniden Kullanılma Durumu	Çift Kabuk Cephe Sistemi	Teknolojik Camlar	Güneş Kontrol Bileşenleri	Cam Cephelele Bütünleştirilmiş PV Sistemler	Dış Cepheyle Bütünleştirilmiş Rüzgar Türbinleri	Yakıt Pili	Yeşil Çatı	Çatı ile Bütünleştirilmiş PV Paneller	Yağmur Suyu Toplama Sistemi	Enerji Etkin Asansör Sistemleri	Merdivenler& Asansörler Zemin ve Duvarlarda Geri Dönüşümlü Malzeme Kullanımı	Alçıpaneller & Cam Bölmeler	Gri Su Sistemi
5	-	-	+	-	+	+	+	+	-	+	-	+	-	+	+	+
6	-	-	+	-	V.Y	+	+	-	-	+	-	+	-	V.Y	+	+
Açıklamalar	+ Mevcut - Mevcut değil V.Y = Veri Yok															

Çizelge 4.11 : B grubu iklim bölgesinde (kurak iklim) konumlanmış binalar.

	BİNA ELEMANLARI															
	GELİŞMİŞ DÖŞEME SİSTEMLERİ			GELİŞMİŞ DÜŞEY DIŞ KABUK SİSTEMLERİ-CAM CEPHELER						GELİŞMİŞ ÇATI SİSTEMİ			GELİŞMİŞ DÜŞEY SİRKÜLASYON SİSTEMİ		GELİŞMİŞ İÇ BÖLME SİSTEMİ	
BİNA NUMARALARI*	Zemin Altı Hava Dağıtım Sistemi (UFAD)	Soğuk Tavan Sistemi	Zemin Yapı Malzemesi Geri Dönüşüm / Yeniden Kullanılma Durumu	Çift Kabuk Cephe Sistemi	Teknolojik Camlar	Güneş Kontrol Bileşenleri	Cam Cephelele Bütünleştirilmiş PV Sistemler	Dış Cepheyle Bütünleştirilmiş Rüzgar Türbinleri	Yakıt Pili	Yeşil Çatı	Çatı ile Bütünleştirilmiş PV Paneller	Yağmur Suyu Toplama Sistemi	Enerji Etkin Asansör Sistemleri	Merdivenler& Asansörler Zemin ve Duvarlarda Geri Dönüşümlü Malzeme Kullanımı	Alçıpaneller & Cam Bölmeler	Gri Su Sistemi
BİNA NO : 9	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	V.Y	V.Y	+	+
BİNA NO : 22	-	-	V.Y	-	+	+	-	+	-	-	-	-	V.Y	V.Y	V.Y	+
Açıklamalar	+ Mevcut - Mevcut değil V.Y = Veri Yok															

Çizelge 4.12 : Cf grubu iklim bölgesinde (dönencealtı iklim bölgesi) konumlanmış binalar.

	BİNA ELEMANLARI															
	GELİŞMİŞ DÖŞEME SİSTEMLERİ			GELİŞMİŞ DÜŞEY DIŞ KABUK SİSTEMLERİ-CAM CEPHELER						GELİŞMİŞ ÇATI SİSTEMİ			GELİŞMİŞ DÜŞEY SİRKÜLASYON SİSTEMİ		GELİŞMİŞ İÇ BÖLME SİSTEMİ	
BİNA NO:	Zemin Altı Hava Dağıtım Sistemi (UFAD)	Soğuk Tavan Sistemi	Zemin Yapı Malzemesi Geri Dönüşüm / Yeniden Kullanılma Durumu	Çift Kabuk Cephe Sistemi	Teknolojik Camlar	Güneş Kontrol Bileşenleri	Cam Cephelele Bütünleştirilmiş PV Sistemler	Dış Cepheyle Bütünleştirilmiş Rüzgar Türbinleri	Yakıt Pili	Yeşil Çatı	Çatı ile Bütünleştirilmiş PV Paneller	Yağmur Suyu Toplama Sistemi	Enerji Etkin Asansör Sistemleri	Merdivenler& Asansörler Zemin ve Duvarlarda Geri Dönüşümlü Malzeme Kullanımı	Alçıpaneller & Cam Bölmeler	Gri Su Sistemi
1	+	+	V.Y	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	V.Y	V.Y	+
4	+	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	V.Y	+	+
8	V.Y	+	+	-	V.Y	+	-	-	-	-	-	+	+	V.Y	+	+
12	-	-	+	-	+	-	+	-	+	+	-	+	V.Y	V.Y	+	+
14	-	+	V.Y	+	+	+	+	-	-	-	-	V.Y	V.Y	V.Y	V.Y	-
15	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	V.Y	V.Y	+
17	-	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	-	+	-	V.Y	+
21	-	-	V.Y	+	+	+	+	-	-	-	+	-	V.Y	V.Y	V.Y	+
23	-	-	V.Y	-	V.Y	-	-	+	-	-	-	+	V.Y	V.Y	V.Y	+
Açıklamalar	+ Mevcut	- Mevcut değil	V.Y = Veri Yok													

Çizelge 4.13 : Cs grubu iklimi bölgesinde (dönencealtı-akdeniz iklimi) konumlanmış binalar.

	BİNA ELEMANLARI															
	GELİŞMİŞ DÖŞEME SİSTEMLERİ			GELİŞMİŞ DÜŞEY DIŞ KABUK SİSTEMLERİ-CAM CEPHELER						GELİŞMİŞ ÇATI SİSTEMİ			GELİŞMİŞ DÜŞEY SİRKÜLASYON SİSTEMİ		GELİŞMİŞ İÇ BÖLME SİSTEMİ	
BİNA NO:	Zemin Altı Hava Dağıtım Sistemi (UFAD)	Soğuk Tavan Sistemi	Zemin Yapı Malzemesi Geri Dönüşüm / Yeniden Kullanılma Durumu	Çift Kabuk Cephe Sistemi	Teknolojik Camlar	Güneş Kontrol Bileşenleri	Cam Cephelele Bütünleştirilmiş PV Sistemler	Dış Cepheyle Bütünleştirilmiş Rüzgar Türbinleri	Yakıt Pili	Yeşil Çatı	Çatı ile Bütünleştirilmiş PV Paneller	Yağmur Suyu Toplama Sistemi	Enerji Etkin Asansör Sistemleri	Merdivenler & Asansörler Zemin ve Duvarlarda Geri Dönüşümlü Malzeme Kullanımı	Alçıpaneller & Cam Bölmeler	Gri Su Sistemi
7	V.Y	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	V.Y	V.Y	V.Y	V.Y
13	-	+	V.Y	+	-	+	-	-	-	-	+	+	V.Y	V.Y	V.Y	+
19	-	-	V.Y	-	+	+	-	+	-	-	-	+	-	V.Y	V.Y	+
Açıklamalar	+ Mevcut	- Mevcut değil	V.Y = Veri Yok													

Çizelge 4.14 : Cw grubu iklim bölgesinde (dönencealtı-muson iklimi) konumlanmış binalar.

	BİNA ELEMANLARI															
	GELİŞMİŞ DÖŞEME SİSTEMLERİ			GELİŞMİŞ DÜŞEY DIŞ KABUK SİSTEMLERİ-CAM CEPHELER						GELİŞMİŞ ÇATI SİSTEMİ			GELİŞMİŞ DÜŞEY SİRKÜLASYON SİSTEMİ		GELİŞMİŞ İÇ BÖLME SİSTEMİ	
BİNA NO:	Zemin Altı Hava Dağıtım Sistemi (UFAD)	Soğuk Tavan Sistemi	Zemin Yapı Malzemesi Geri Dönüşüm / Yeniden Kullanılma Durumu	Çift Kabuk Cephe Sistemi	Teknolojik Camlar	Güneş Kontrol Bileşenleri	Cam Cephelele Bütünleştirilmiş PV Sistemler	Dış Cepheyle Bütünleştirilmiş Rüzgar Türbinleri	Yakıt Pili	Yeşil Çatı	Çatı ile Bütünleştirilmiş PV Paneller	Yağmur Suyu Toplama Sistemi	Enerji Etkin Asansör Sistemleri	Merdivenler & Asansörler Zemin ve Duvarlarda Geri Dönüşümlü Malzeme Kullanımı	Alçıpaneller & Cam Bölmeler	Gri Su Sistemi
2	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	V.Y	V.Y	+	+
3	+	+	V.Y	-	+	+	+	+	+	-	-	-	+	V.Y	+	+
10	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	V.Y	V.Y	-
18	-	+	V.Y	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	V.Y	V.Y	-
Açıklamalar	+ Mevcut	- Mevcut değil	V.Y = Veri Yok													

Çizelge 4.15 : D grubu iklim bölgesinde (karasal iklim bölgesi) konumlanmış binalar.

	BİNA ELEMANLARI															
	GELİŞMİŞ DÖŞEME SİSTEMLERİ			GELİŞMİŞ DÜŞEY DIŞ KABUK SİSTEMLERİ-CAM CEPHELER						GELİŞMİŞ ÇATI SİSTEMİ			GELİŞMİŞ DÜŞEY SİRKÜLASYON SİSTEMİ		GELİŞMİŞ İÇ BÖLME SİSTEMİ	
BİNA NO:	Zemin Altı Hava Dağıtım Sistemi (UFAD)	Soğuk Tavan Sistemi	Zemin Yapı Malzemesi Geri Dönüşüm / Yeniden Kullanılma Durumu	Çift Kabuk Cephe Sistemi	Teknolojik Camlar	Güneş Kontrol Bileşenleri	Cam Cephelele Bütünleştirilmiş PV Sistemler	Dış Cepheyle Bütünleştirilmiş Rüzgar Türbinleri	Yakıt Pili	Yeşil Çatı	Çatı ile Bütünleştirilmiş PV Paneller	Yağmur Suyu Toplama Sistemi	Enerji Etkin Asansör Sistemleri	Merdivenler & Asansörler Zemin ve Duvarlarda Geri Dönüşümlü Malzeme Kullanımı	Alçıpaneller & Cam Bölmeler	Gri Su Sistemi
11	-	-	+	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+
16	-	+	V.Y	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-	V.Y	V.Y	-
20	-	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+
Açıklamalar	+ Mevcut	- Mevcut değil	V.Y = Veri Yok													

Çizelge 4.16 : Bina elemanlarının çevresel sürdürülebilirlik ölçütlerine göre önem dereceleri.

0	1	2
Zayıf Önem Derecesi	Orta Önem Derecesi	Kuvvetli Önem Derecesi

Çizelge 4.17 : Yüksek binalarda kullanılan gelişmiş bina elemanı sistemlerinin çevresel sürdürülebilirlik ölçütlerine bağlı olarak hesaplanmış toplam sürdürülebilirlik puanları.

		YÜKSEK BİNALARDA KULLANILAN GELİŞMİŞ BİNA ELEMANI SİSTEMLERİ																TOPLAM
		GELİŞMİŞ DÖŞEME SİSTEMLERİ			GELİŞMİŞ DÜŞEY DIŞ KABUK SİSTEMLERİ-CAM CEPHELER						GELİŞMİŞ ÇATI SİSTEMİ			GELİŞMİŞ DÜŞEY SİRKÜLASYON SİSTEMİ		GELİŞMİŞ İÇ BÖLME SİSTEMİ		
ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KRİTERLERİ	ÖNEM AĞIRLIKLARI %	Zemin Altı Hava Dağıtım Sistemi (UFAD)	Soğuk Tavan Sistemi	Zemin Yapı Malzemesi Geri Dönüşüm / Yeniden Kullanılma Durumu	Çift Kabuk Cephe Sistemi	Teknolojik Camlar	Güneş Kontrol Bileşenleri	Cam cephelerle Bütünleştirilmiş PV Sistemler	Dış Cepheyle Bütünleştirilmiş Rüzgar Türbinleri	Yakıt Pili	Yeşil Çatı	Çatı ile Bütünleştirilmiş PV Paneller	Yağmur Suyu Toplama Sistemi	Enerji Etkin Asansör Sistemleri	Merdivenler& Asansörler Zemin ve Duvarlarda Geri Dönüşümlü Malzeme Kullanımı	Alçıpaneller & Cam Bölmeler	Gri Su Sistemi	
MALZEME	20	1	0	2	1	2	0	1	0	0	1	1	0	0	2	2	1	280
İÇ MEKAN HAVA KALİTESİ	25	2	2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	250
ENERJİ VE ATMOSFER	40	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	0	1000
SU ETKİNLİĞİ	15	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	2	90
TOPLAM	100	110	105	105	150	145	80	100	80	80	115	100	110	80	105	105	50	1620

Çizelge 4.18 : Sürdürülebilirlik puanına bağlı olarak bina sürdürülebilirlik derecesinin belirlenmesi.

0-405	ZAYIF
406-810	ORTA
811-1215	İyi
1216-1620	FEVKALADE

Çizelge 4.19 : Bina değer tablosu.

BİNA NO:	YÜKSEK BİNALAR	TOPLAM PUANI	ÖNEM DERECEİ
1	PEARL RIVER BUILDING	1110	İYİ
2	COMMERZBANK TOWER	850	İYİ
3	DMC TOWER	935	İYİ
4	BANK OF AMERICA TOWER	900	İYİ
5	THE COR BUILDING	995	İYİ
6	EDITT TOWER	665	ORTA
7	161 CASTLEREAGH STREET BUILDING	780	ORTA
8	111 EAGLE STREET BUILDING	635	ORTA
9	VEER TOWERS	595	ORTA
10	DEUTSCHE POST HEADQUARTERS	585	ORTA
11	111 SOUTH WACKER DRIVE BUILDING	750	ORTA
12	THE SOLAIRE BUILDING	810	ORTA
13	1 BLIGH STREET BUILDING	595	ORTA
14	RWE TOWER	580	ORTA
15	HEARST TOWER	570	ORTA
16	DEBIS HQ TOWER	560	ORTA
17	FOUR TIMES SQUARE BUILDING	740	ORTA
18	DUSSELDORF CITY GATE BUILDING	480	ORTA
19	TRANSBAY TOWER	465	ORTA
20	155 NORTH WACKER BUILDING	520	ORTA
21	SWISS RE TOWER	525	ORTA
22	BAHRAIN WORLD TRADE CENTER	355	ZAYIF
23	STRATA SE1 BUILDING	240	ZAYIF

4.2.4 Değerlendirme

Bu bölümde; seçilen örnek binalardaki gelişmiş bina elemanı sistemleri kullanımı; çevresel sürdürülebilirlik ölçütleri ve bulundukları iklim bölgeleri ile olan ilişkileri

çerçevesinde binanın sürdürülebilirlik derecesine olan etkileri açısından değerlendirilmektedir.

Çevresel sürdürülebilirlik ölçütleri çerçevesinde ele alındığında;

- Malzeme” ölçütü açısından; incelenen binaların zemin ve tavan kaplamalarında sürdürülebilir malzeme kullanma oranının %56.50 olduğu belirlenmiştir. Ancak iç bölme sistemlerinde, sürdürülebilir malzeme kullanma oranı %43.40’e düşmektedir. Asansör ve merdivenlerde zemin ve duvar kaplamalarında sürdürülebilir malzeme kullanımı oranı ise %4.30’dur. Geri dönüşümlü ya da geri dönüştürülmüş sürdürülebilir malzemelerin binalarda yüksek oranlarda tercih edilmeleri, malzemenin etkin kullanımını sağlayarak binanın sürdürülebilirlik derecesini olumlu yönde etkileyecektir.
- “İç mekan hava kalitesi” ölçütü açısından; soğuk tavan ve zemin altı havalandırma sistemlerinin kullanılmasının ve iç mekan kaplama malzemelerinden zehirli gaz salımının en aza indirilmesinin, iç mekan hava kalitesini arttırmak için önemli rol oynadığı gözlenmiştir. Zemin altı havalandırma sistemini kullanan binaların oranı %13.04 ve soğuk tavan sistemini kullanan binaların oranı %43.40’tır. Yapılacak yüksek binalarda zemin altı havalandırma sistemlerinin daha fazla tercih edilmesi, binanın sürdürülebilirlik derecesinin arttırılması açısından fayda sağlayacaktır.
- “Enerji ve atmosfer” ölçütü açısından; enerji etkin sistemlerin kullanımının düşük olduğu gözlenmiştir. Çift kabuk cephe sistemi kullanım oranı %34.80, teknolojik cam kullanım oranı %78.30, güneş kontrol bileşeni kullanım oranı %86.90, cam cephelerle bütünleştirilmiş PV sistem kullanım oranı %34.80, dış cephe ile bütünleştirilmiş rüzgar türbini kullanım oranı %30.40, yakıt pili kullanım oranı %13.04, yeşil çatı kullanım oranı %30.40, çatı ile bütünleştirilmiş PV panel kullanım oranı %17.40 ve enerji etkin asansör sistemlerinin kullanım oranı %21.70’dir. Yapılacak yüksek binalarda bu sistemlerin mümkün olduğu kadar çok kullanılması enerji etkinliğin arttırılması ve CO₂ salımının azaltılması açısından önemlidir.
- “Su etkinliği” ölçütü açısından; yağmur suyu toplama sistemi kullanım oranı %60.9 ve gri su sistemi kullanım oranı %78.30 olarak belirlenmiştir. Su etkinliği açısından yüksek binalarda bu sistemlerin önemli düzeyde

kullanılıyor olmasının bina sürdürülebilirlik derecesine olumlu yönde katkı sağladığı görülmektedir.

Kullanıldıkları binaların konumlandıkları iklim bölgeleri ile ilişkileri çerçevesinde düşünüldüğünde; bina elemanı sistemlerinden dış iklim ile ilişkili düşey dış kabuk ve çatı sistemleri dikkate alınmış, diğerleri iç iklim ile ilişkili olmaları nedeniyle değerlendirme dışında tutulmuştur. Bu doğrultuda;

- Sıcaklıkların yüksek olduğu, kış mevsiminin görülmediği, yüksek oranda yağış alan A grubu iklim bölgesinde konumlanmış binalarda (tropikal iklim); teknolojik camların, güneş kontrol bileşenlerinin, cephe ve çatı ile bütünleştirilmiş PV panellerin, yeşil çatının ve yağmur suyu toplama sisteminin kullanılması, güneş kontrolü ve ısı kazançlarının engellenmesi, enerji üretimi ve su etkinliği açısından önem taşımaktadır. İncelenen binalardan bu iklim bölgesinde konumlanmış olanların önemli bir bölümünde, bu sistemlerin kullanılmış olması olumlu bulunmuştur.
- Step ve çöl sahalarında görülen, yağışların az, sıcaklıkların yüksek olduğu B grubu iklim bölgesinde (kurak iklim bölgesi) konumlanmış binalarda; teknolojik camların, güneş kontrol bileşenlerinin, cephe ve çatı ile bütünleştirilmiş PV panellerin kullanımı, güneş kontrolü ve ısı kazançlarının engellenmesi ve enerji üretimi açısından önemlidir. Bu iklim bölgesinde konumlanmış binalarda; teknolojik camların ve güneş kontrol bileşenlerinin kullanıldığı, ancak PV panellerin kullanılmadığı görülmektedir. Bu durum güneş korunumu açısından olumlu, enerji üretimi açısından olumsuz bulunmuştur. PV panellerin yüksek güneşlenme oranı olan bu iklim bölgelerinde tasarlanacak binalarda kullanılmasının sürdürülebilirlik derecesinin artırılması açısından önemli olacağı düşünülmektedir.
- Kışların ılık, yazların çok sıcak ve her mevsim yağışlı olduğu Cf grubu iklim bölgesinde (dönencealtı iklim bölgesi) konumlanmış binalarda; teknolojik camların, güneş kontrol bileşenlerinin, cephe ve çatı ile bütünleştirilmiş PV panellerin, yeşil çatının ve yağmur suyu toplama sisteminin kullanımı, güneş kontrolü ve ısı kazançlarının engellenmesi, enerji üretimi ve su etkinliği açısından önemlidir. Bu iklim bölgesinde konumlanmış binalarda; teknolojik camaların, güneş kontrol bileşenlerinin, cephe ile bütünleştirilmiş PV

panellerin ve yağmur suyu toplama sisteminin yüksek oranda kullanıldığı görülmektedir. Ancak yeşil çatı ve çatı ile bütünleştirilmiş PV panel kullanım oranı düşüktür. Bu sistemlerin, bu iklim bölgesinde konumlanan binalarda daha yüksek oranda kullanılmasının yararlı olacağı düşünülmektedir.

- Kışların ılık, yazların sıcak ve kurak olduğu Cs grubu iklim bölgesinde (dönencealtı-akdeniz iklimi) konumlanmış binalarda; teknolojik camların, güneş kontrol bileşenlerinin, cephe ve çatı ile bütünleştirilmiş PV panellerin kullanılması, güneş korunumu ve ısı kazançlarının engellenmesi ve enerji üretimi açısından önem taşımaktadır. Bu iklim bölgesinde konumlanmış binalarda; teknolojik cam ve güneş kontrol bileşenlerinin yüksek oranda kullanıldığı, ancak PV panel kullanım oranının düşük olduğu gözlenmiştir. Güneş enerjisinden faydalanmak açısından daha yüksek oranda PV panel kullanılmasının fayda sağlayacağı düşünülmektedir.
- Kışların kurak ve ılık, yazların çok sıcak olduğu Cw grubu iklim bölgesinde (dönencealtı-muson iklimi); binalarda teknolojik camların, güneş kontrol bileşenlerinin ve cephe/çatı ile bütünleştirilmiş PV panel kullanımının, güneş korunumu ve ısı kazançlarının engellenmesi ve enerji üretimi açısından önemli olduğu düşünülmektedir. Bu iklim bölgesinde konumlanmış binalarda da; Cs grubu iklim bölgesinde olduğu gibi, teknolojik cam ve güneş kontrol bileşenlerinin yüksek oranda kullanıldığı, ancak PV panel kullanım oranının düşük olduğu görülmektedir. Benzer şekilde daha yüksek oranda PV panel kullanımının enerji üretimi açısından olumlu olacağı düşünülmektedir.
- Kışların kurak ve soğuk, yazların kısa ve düşük sıcaklıkta olduğu D grubu iklim bölgesinde (karasal iklim) konumlanmış binalarda; çift kabuk cephe sistemi ve teknolojik cam kullanımı enerji korunumu açısından önem taşımaktadır. Bununla birlikte, bu bölgede konumlanmış binalara bakıldığında, çift kabuk cephe sistemi kullanımının düşük, teknolojik cam kullanımının yüksek olduğu görülmüştür. Bu iklim bölgesinde tasarlanacak binalarda çift kabuk cephe sisteminin daha yüksek oranlarda kullanılması enerji etkinliğin artırılması ve iç mekan hava kalitesini arttırmak açısından fayda sağlayacaktır.

5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Günümüzde sürekli artan nüfus, teknolojik gelişmeler ve azalan kentsel alanların doğurduğu ihtiyaç nedeniyle, yüksek binaların sayısının artması ve ölçeklerinden dolayı olumsuz çevresel etkilerinin büyüklüğü, sürdürülebilir tasarım prensiplerinin yüksek binalarda uygulanmasının önemini ortaya koymaktadır. Binalarda kullanılan tüm malzeme ve sistemlerin enerji etkin ve geri dönüşümlü olarak tasarlanmaları, çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlayacaktır.

Tez kapsamında; yüksek binalardaki gelişmiş bina elemanı sistemleri kullanımı, çevresel sürdürülebilirlik ölçütleri ve bulundukları iklim bölgeleri ile olan ilişkileri çerçevesinde binanın sürdürülebilirlik derecesine olan etkileri açısından değerlendirilmektedir.

Gelişmiş bina elemanı sistemleri kullanımı çevresel sürdürülebilirlik ölçütleri açısından analiz edildiğinde; incelenen binalarda malzeme ölçütü açısından sürdürülebilir zemin ve tavan kaplama malzemeleri kullanım oranının %56.50, enerji ve atmosfer ölçütü açısından teknolojik cam kullanım oranının %78.30, su etkinliği ölçütü açısından yağmur suyu toplama sistemi kullanım oranının %60.90 ve gri su sistemi kullanım oranının %78.30 olduğu görülmüştür. Yapılacak yüksek binalarda bu sistemlerin mümkün olduğu kadar çok kullanılması enerji etkinliğin artırılması, CO₂ salımının azaltılması ve böylelikle bina sürdürülebilirlik derecesinin artırılması açısından önem taşımaktadır.

Yüksek binalardaki gelişmiş bina elemanı sistemi kullanım oranlarının artırılması kadar, binaların konumlandıkları iklim bölgesine uygun sistem tasarlanması da sürdürülebilirlik açısından önemli bir konudur. Örneğin yıllık ortalama yağış miktarı fazla olan bir bölgede yağmur suyu toplama sisteminin kullanımı ya da yıllık güneşlenme oranı yüksek olan bir bölgede güneş kontrolü ve güneşten enerji elde etmek önem kazanmaktadır. Bu açıdan yapılan değerlendirmeye göre; A grubu iklim bölgesinde bulunan binalarda kullanılan düşey dış kabuk ve çatı sistemleri kullanımının, konumlandıkları iklim bölgesine uygun oldukları, ancak Cf, Cs, Cw ve D grubu iklim bölgesinde bulunan binalarda, konumlandıkları iklim bölgesinin

gerektirdiği bina elemanlarının yeterli ölçüde kullanılmadığı görölmektedir. Bu açıdan binaların bulundukları iklim bölgelerinin özelliklerinin dikkate alınmasının ve bunun bina elemanı tasarımına etki etmesinin önemli olduğu düşünölmektedir.

Tezde; incelenen binaların sürdürülebilir olma derecelerinin, belirlenen çevresel sürdürülebilirlik ölçütleri açısından ve bulundukları iklim bölgesine uygun bina elemanı kullanım oranları açısından genel bir değerdendirmesinin yapılması amaçlanmıştır. Daha detaylı ve doğru bir değerdendirme; çevresel sürdürülebilirlik ölçütleri açısından sayısal verilere ulaşılmasına yardımcı olacak deneysel çalışmalar ya da bilgisayar benzetimleri ile modelleme yoluyla, iklim verileri açısından ise her binanın konumlandığı yerel iklimsel verilerin daha detaylı incelenmesi yoluyla yapılabilir.

Gelecekte yüksek binaların artan bir oranla inşa edilmesi kaçınılmazken, sürdürülebilir teknolojilerin gelişmesi ve uygulanabilirliği de kaçınılmaz şekilde artacaktır. Doğaya saygılı yapılan her tasarımda, bina işlevi, tasarım gereksinimleri ve konumlandığı iklim özellikleri dikkate alınarak, ne kadar fazla oranda sürdürülebilir sistem ve bina elemanı kullanılırsa binalar o oranda sürdürülebilir olacaklar ve çevreye daha az zarar vereceklerdir.

KAYNAKLAR

- Acül, H.** (2007). Soğuk Sulu İklimlendirme ve Proses Soğutma Uygulamalarında Enerji Tasarruflu Serbest (Doğal) Soğutma Sistemleri. *VIII.Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi Seminer Bildirisi*.
- Addison, M.S., Nall, D.H.** (2001). Cooling Via Underfloor Air Distribution: Current Design Issues and Analysis Options. *Cooling Frontiers: The Advanced Edge of Cooling Research and Applications in the Built Environment. College of Architecture and Environmental Design, Arizona State University*.
- Ali, M., Armstrong, J.** (2008). Overview of Sustainable Design Factorsin High-Rise Buildings. *CTBUH 8th World Congress*.
- Altunbaş, D.** (2003-2004). Uluslararası Sürdürülebilir Kalkınma Ekseninde Türkiye'deki Kurumsal Değişimlere Bir Bakış. *Yönetim Bilimleri Dergisi-T.C. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Biga İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi*, Cilt:1, Sayı: 1-2, 103-108.
- Aruoba, Ç.** (1997). Çevre Ekonomisi Gelişme Ekonomisi. İnsan Çevre Toplum, Yayına Hazırlayan, Ruşen Keleş, *İmge Kitabevi*, 2. Baskı, 1997, s.179.
- Bayazit, N.** (1994). Endüstri Ürünlerinde ve Mimarlıkta Tasarlama Metodlarına Giriş. *Literatür Yayınları*.
- Carmody, J., Haglund, K.** (2006). External Shading Devices in Commercial Buildings. *Final draft for AMCA review, produced by University of Minnesota*.
- Compagno, A.** (2002). Intelligent Glass Façades : Material, Practice, Design. Basel : Birkhäuser-Verlag.
- Çelebi, G.** (2002). Bina Düşey Kabuğunda Fotovoltaik Panellerin Kullanım İlkeleri. *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. Cilt 17, No 3.s 17-33*.
- Çelik, K.F.** (2008). Asansörlerde Stand-By Enerji Sarfıyatı. EMO, Asansör Sempozyumu.
- Demirayak, F.** (2002). Biyolojik Çeşitlilik-Doğa Koruma ve Sürdürülebilir Kalkınma. *Tübitak Vizyon 2023 Projesi Çevre ve Sürdürülebilir Kalkınma Paneli*.
- Deutsche Gesellschaft Fur Sonnenenergie Dgs.** (2008). Planning and Installing Photovoltaic Systems: A Guide For Installers, Architects and Engineers, second edition. *The German Energy Society*.
- Dunnett, N., Kingsbury, N.** (2008). Planting Green Roofs and Living Walls. Portland, Or. : Timber Press.
- Ehrenfeld, J.R.** (2008). Sustainability by Design. *Yale University Press*.

- Erten D.** (2010). LEED ve BREEAM Sertifikalarının Karşılaştırılmalı İncelenmesi. *Uluslararası Sürdürülebilir Yapılar Sempozyumu (ISBS) bildirgesi*, Ankara.
- Erten, D., Yılmaz, A.Z.** (2011). LEED ve BREEAM Sertifikalarında Enerji Performans Değerlendirilmesinin Karşılaştırılması. *10. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, İzmir.
- Fisunoğlu, M.** (1997). Sürdürülebilir Kalkınma ve Ekonomi. *Sürdürülebilir Kalkınmanın Uygulanması, Tartışma Toplantısı*. s 15.
- Frechette, R., Gilchrist, R.** (2008). 'Towers Zero Energy' A Case Study of the Pearl River Tower, Guangzhou, China. *CTBUH 8th World Congress*.
- Fricker, A.** (1998). Measuring up to Sustainability. *Vol. 30, No. 4*. s 367.
- Garvey, G.** (1972). Energy, Ecology, Economy. *W.W. Norton&Company*.
- Gill, G.** (2008). The Structural Design of Tall and Special Buildings, A Tall, Green, Future. *Published online in Wiley Interscience*, s. 857-868.
- Halliday, S.** (2008). Sustainable Construction. *Burlington, MA : Butterworth-Heinemann*.
- Hakkı, İ., Aktacir, Ö.A., Yeşilata, B.** (2009). Fotovoltaik – Yakıt Pili Birleşik Sisteminin Deneysel İncelenmesi. *V. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu*.
- Hilmarsson, J. G.** (2008). Double Skin Façade Evaluating yhe Viability of the Component. *Copenhagen Technical Academy Construction Architect, International Line*.
- Im, I., Cho, S., Haberl, J.** (2005). Literature Review On Underfloor Air Distribution (UFAD) System. *Energy Systems Laboratory Texas A&M University System*.
- Irwin, P., Kilpatrick, J., Robinson, J., Frisque, A.** (2008). The Structural Design of Tall and Special Buildings, Wind and Tall Buildings: *Negatives and Positivies*. s. 915-928.
- Johnson, T.E.** (1991). Low-E Glazing Design Guide. *Butterworth-Heinemann*.
- Karbuz S.** (2002). Sürdürülebilir Kalkınmanın Zaman Yolculuğu. *İktisat İşletme ve Finans, Bilgesel Yayıncılık*. s 9.
- Keleş, R., Hamamcı C.** (1993). Çevrebilim. *İmge Kitapevi*. s.157.
- Keleş, R., Hamamcı C.** (2005). Çevre Politikası. *İmge Kitabevi*. s 235-236.
- Kienl, N.** (2002). Evaluating Dynamic Building Materials. *Harvard University, Cambridge*, ss 18-27, 149-155.
- Kiss, G., Kinkead, J.** (1993). Building-Integrated Photovoltaics. A National Laboratory of the U.S. Department of Energy Managed by the Midwest Research Institute for the U.S. Department of Energy under Contract No. DE. AC36-83CH10093.
- Kottek, M., Grieser, J., Beck, C., Rudolf, B., Rubel, F.** (2006). World Map of the Köppen-Geiger Climate Classification Updated. *Meteorologische Zeitschrift, Vol.15, No.3*, s. 259-263.

- Lee, E., Selkowitz, S., Bazjanac, V., Inkarojrit, V., Kohler, C.** (2002). High-Performance Commercial Building Facades. *Lawrence Berkeley, National Laboratory*.
- Lee, E., Selkowitz, S., Clear, R., DiBartolomeo, D., Klems, J., Fernandes, L., Ward, G., Inkarojrit, V., Yazdanian, M.** (2006). Advancement of Electrochromic Windows. *California Energy Commission, PIER, 500-01-023, LBNL-59821*.
- Lehrer, D., Bauman, F.** (2003). Hype vs. Reality: New Research Findings On Underfloor Air Distribution Systems. *HVAC Systems, Center for the Built Environment, Center for Environmental Design Research, UC Berkeley*.
- Loncour, X., Deneyer, A., Blasco, M., Flamant, G., Wouters, P.** (2004). Ventilated Double Facades Classification & Illustration of Facade Concepts. *Belgian Building Research Institute, Departmant of Building Physics, Indoor Climate & Building Services*.
- Manav,B., Kutlu, R., Küçükdoğu, M.S.** (2009). “Mimaride Kullanılan Cam Türlerinin Aydınlatma Açısından İncelenmesi. V. Ulusal Aydınlatma Sempozyum bildirisi.
- Montoya, M.** (2011). Green building fundamentals : practical guide to understanding and applying fundamentalsustainable construction practices and the LEED system. *Upper Saddle River, N.J. : Prentice Hall*.
- Mumovic, D., Santamouris, M.** (2009). A Handbook of Sustainable Building Design&Engineering, An Integrated Approach to Energy, Health and Operational Performance. *Earthscan in the UK and USA*.
- Omer, A.,M.** (2008). Energy, Environment and Sustainable Development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. s.2267-2268.
- Pearsall, N.M., Hill, R.** (2001). Photovoltaic Modules, Systems and Applications. *Northumbria Photovoltaic Applications Centre University of Northumbria at Newcastle*.
- Pirages D.** (1977). The Sustainable Society: Implications for Limited Growth. *New York: Praeger*.
- Poirazis, H.** (2004). Double Skin Façades for Office Buildings. Division of Energy and Building Design Department of Construction and Architecture Lund Institute of Technology Lund University Report EBD-R--04/3.
- Poirazis, H.** (2005). Single Skin Glazed Office Buildings. Division of Energy and Building Design Department of Architecture and Built Environment Lund University, Lund Institute of Technology. Report EBD-T—05/4.
- Roozenburg, N.F.M., Eekels, J.** (1995). Product Design : Fundamentals and Methods. *Chichester: Wiley*.
- Selkowitz, S.E.** (2001). Integrating Advanced Façades into High Performance Buildings. 7th International Glass Processing Days.

- Selkowitz, S., Aschehoug, O., Lee, S.E.** (2003). Advanced Interactive Facades-Critical Elements for Future Green Buildings?. *Lawrance Berkeley National Laboratory, Presented at GreenBuild, the annual USGBC International Conference and Expo.*
- Sev A.** (2009). Sürdürülebilir Mimarlık. *Yem Yayın.*
- Sev A., Özgen, A.** (2003). Yüksek Binalarda Sürdürülebilirlik ve Doğal Havalandırma. *Yapı Dergisi sayı 262.*
- Sey, Y., Tapan, M.** (1976). Değerlendirmede Temel Sorunlar ve Mimarlıkta Değerlendirme. *İstanbul : İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi.*
- Seymen, D.** (2005). Dış Ticaret-Çevre İlişkilerinin Dengelenmesi: Sürdürülebilir Ticaret, Teori ve Türkiye Değerlendirmesi. *D.E.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi. Cilt:7, Sayı:3. s.104.*
- Smith P.F.** (2001). Architecture in a Climate of Change, A Guide to Sustainable Design. *Architectural Press.*
- Stead, W. E., Stead, J.,G., Starik, M.** (2004). Sustainable Strategic Management. *M.E. Sharpe Armonk, New York.*
- Tavil, A.** (2004). Cephe Sistemlerinde Yeni Teknolojiler – Elektrokromik Pencereler. *2.Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi Bildirisi, İstanbul.*
- Timurkan, T.** (2009). Asansör ve Enerji. *Asansör Dünyası Dergisi, Sayı:89.*
- Tosun, E.** (2009). Sürdürülebilirlik Olgusu ve Kentsel Yapıya Etkileri. *Paradoks, Ekonomi, Sosyoloji ve Politika Dergisi. Yıl: 5, sayı: 2.*
- Tukker, A., Charter, M., Vezzoli,C., Sto, E., Andersen, M.M.** (2008). System Innovation for Sustainability 1, Perspectives on Radical Changes to Sustainable Consumption and Production. *Greenleaf Publishing.*
- Ural, Z., Gençoğlu, M.T.** (2009). Yakıt Pillerinin Konutsal Uygulamalarda Kullanımı. *V. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu.*
- Url-1** <<http://www.clubofrome.org/eng/about/5/>>, alındığı tarih: 06.06.2010.
- Url-2** <<http://www.cevre.metu.edu.tr/node/24>>, alındığı tarih: 06.06.2010.
- Url-3** <<http://web.ogm.gov.tr/diger/SOYKriterleri/Dokumanlar/RİO%20Zirvesi.pdf>>, alındığı tarih: 06.06.2010.
- Url-4** <http://tr.wikipedia.org/wiki/Kyoto_Protokolü>, alındığı tarih: 06.06.2010.
- Url-5** <<http://www.oecd.org/dataoecd/40/26/41774515.pdf>>, alındığı tarih: 29.09.2010.
- Url-6** <<http://www.ekolojistler.org/surdurulebilir-kalkinmanin-ekonomi-politigi-fevzi-ozluer.html>>, alındığı tarih: 29.09.2010.
- Url-7** <[ftp://ftp.eia.doe.gov/forecasting/0484\(2010\).pdf](ftp://ftp.eia.doe.gov/forecasting/0484(2010).pdf)>, alındığı tarih: 10.06.2010.
- Url-8** <<http://www.thenbs.com/topics/Environment/articles/breemAssessmentMethods.asp>>, alındığı tarih: 09.04.2012.

- Url-9** <http://www.breeam.org/filelibrary/Technical%20Manuals/SD5073_BREEAM_2011_New_Construction_Technical_Guide_ISSUE_2_0.pdf%20>, alındığı tarih: 09.04.2012.
- Url-10** <http://stlouis-mo.gov/government/departments/street/refuse/recycle/buy_flooring.cfm>, alındığı tarih: 14.03.2011.
- Url-11** <<http://www.ufad.net/ComparativeAnalysisofCADandUFAD.pdf>>, alındığı tarih: 21.02.2011.
- Url-12** <http://www.tateaccessfloors.com/pdf/renovation_brochure.pdf>, alındığı tarih: 14.03.2011.
- Url-13** <http://www.tateaccessfloors.com/pdf/green_brochure.pdf>, alındığı tarih: 14.03.2011.
- Url-14** <<http://www.twomarketpointe.com/page.aspx?pgid=3#ufad>>, alındığı tarih: 14.03.2011.
- Url-15** <[http://www.halton.com/halton/images.nsf/files/4FD7AD68FB3C41CAC22571B000245535/\\$file/Air%20flow%20distribution%20in%20rooms%20with%20chilled%20beams-VZ050406.pdf](http://www.halton.com/halton/images.nsf/files/4FD7AD68FB3C41CAC22571B000245535/$file/Air%20flow%20distribution%20in%20rooms%20with%20chilled%20beams-VZ050406.pdf)>, alındığı tarih: 09.04.2011.
- Url-16** <http://windows.lbl.gov/comm_perf/Electrochromic/ec_tech.html>, alındığı tarih: 17.03.2012.
- Url-17** <<http://www.scribd.com/archive/plans?doc=54069004>>, alındığı tarih: 02.07.2012.
- Url-18** <<http://www.yesilbinadergisi.com/?pid=25555>>, alındığı tarih: 02.07.2012.
- Url-19** <http://www.wbdg.org/resources/suncontrol.php?r=env_bg_wall>, alındığı tarih: 27.03.2011.
- Url-20** <http://www.new4old.eu/guidelines/D5_Part2_H4.html>, alındığı tarih: 28.10.2011.
- Url-21** <<http://windows.lbl.gov/daylighting/designguide/section5.pdf>>, alındığı tarih: 15.12.2011.
- Url-22** <http://www.brita-in-pubs.eu/bit/uk/03viewer/retrofit_measures/pdf/FINAL_12_Integration_of_PV_red_kth_rev1.pdf>, alındığı tarih: 29.09.2010.
- Url-23** <<http://www.nrel.gov/docs/fy00osti/25272.pdf>>, alındığı tarih: 29.01.2012.
- Url-24** <<http://www.buildinggreen.com/auth/article.cfm/2009/4/29/The-Folly-of-Building-Integrated-Wind>>, alındığı tarih: 04.02.2012.
- Url-25** <http://www.greendesignetc.net/Buildings_09/Bulding_Wu_Kevin_paper.pdf>, alındığı tarih: 03.03.2012.
- Url-26** <http://www.greenbuildingpress.co.uk/archive/sustainable_roofing.php>, alındığı tarih: 18.03.2011.
- Url-27** <www.epa.gov/hiri/resources/compendium.htm>, alındığı tarih: 21.02.2011.
- Url-28** <<http://www.yesilplatform.com/2011/09/27/dogadaki-suyu-degerlendirmek-yagmur-suyu-toplama/>>, alındığı tarih: 21.02.2011.

- Url-29** <<http://commons.bcit.ca/greenroof/>>, alındığı tarih: 18.03.2011.
- Url-30** <<http://www.wbdg.org/resources/greenroofs.php>>, alındığı tarih: 18.03.2011.
- Url-31** <<http://www.onduline.com/tr/ondugreen-int-eks>>, alındığı tarih: 18.03.2011.
- Url-32** <http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/0f2d1f4812a4678_ek.pdf>, alındığı tarih: 01.04.2011.
- Url-33** <http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/0f2d1f4812a4678_ek.pdf>, alındığı tarih: 01.04.2011.
- Url-34** <<http://www.bilesim.com.tr/dergi.php?git=yazi&id=851&sn=2>>, alındığı tarih: 03.04.2011.
- Url-35** <http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/049df1cefc37ec4_ek.pdf>, alındığı tarih: 01.04.2011.
- Url-36** <<http://buildipedia.com/go-green/sustainable-materials-and-methods/item/899-green-elevator-strategies?tmpl=component&print=1>>, alındığı tarih: 03.04.2011.
- Url-37** <<http://inhabitat.com/ecorock-drywall-by-serious-materials/>>, alındığı tarih: 03.04.2011.
- Url-38** <http://www.seriousmaterials.com/EcoRock_Claims.pdf>, alındığı tarih: 03.04.2011.
- Url-39** <<http://www.ewswalls.com/environmental.html>>, alındığı tarih: 04.03.2012.
- Url-40** <<http://www.holistic-interior-designs.com/eco-building-materials.html>>, alındığı tarih: 04.03.2012.
- Url-41** <<http://www.universalplumb.com/plumbing-services/green-plumbing-alternatives/>>, alındığı tarih: 22.03.2012.
- Url-42** <<http://www.facilitiesnet.com/plumbingrestrooms/article/How-Do-Waterless-Urinals-Work--10381>>, alındığı tarih: 22.03.2012.
- Url-43** <<http://tr.wikipedia.org/wiki/%C4%B0klim#K.C3.B6ppen>>, alındığı tarih: 03.08.2012.
- Url-44** <http://tr.wikipedia.org/wiki/K%C3%B6ppen_iklim_s%C4%B1n%C4%B1fland%C4%B1rmas%C4%B1>, alındığı tarih: 03.08.2012.
- Url-45** <<http://tr.wikipedia.org/wiki/%C4%B0klim#K.C3.B6ppen>>, alındığı tarih: 03.08.2012.
- Url-46** <[http://asce-1.serverside.net/uploadedFiles/News-NEW/CE_Magazine/2009_Issues/0109Feature\(2\).pdf](http://asce-1.serverside.net/uploadedFiles/News-NEW/CE_Magazine/2009_Issues/0109Feature(2).pdf)>, alındığı tarih: 09.04.2012.
- Url-47** <<http://www.iaacblog.com/selfsufficientbuilding/files/2011/01/Yashaswini-Case-studies.pdf>>, alındığı tarih: 09.04.2012.
- Url-48** <http://www.architecture.uwaterloo.ca/faculty_projects/terri/366essays/W03/coneybeare-commerzbank.pdf>, alındığı tarih: 09.04.2012.
- Url-49** <<http://digital.film.com/play/NALRSM>>, alındığı tarih: 09.04.2012.
- Url-50** <http://www.som.com/content.cfm/113009_pr_groundbreaking_digital_media_city_landmark_tower>, alındığı tarih: 10.04.2012.

- Url-51** <<http://www.archello.com/en/project/seoul-light-dmc-tower>>, alındığı tarih: 10.04.2012.
- Url-52** <http://www.tallbuildings.ru/eng/lands2_eng_06_10>, alındığı tarih: 10.04.2012.
- Url-53** <http://www.durst.org/assets/pdf/OBP_sustainability_overview.pdf>, alındığı tarih: 11.04.2012.
- Url-54** <<http://www.c2es.org/docUploads/Shpritz%20BAC%20%5BCompatibility%20Mode%5D.pdf>>, alındığı tarih: 11.04.2012.
- Url-55** <http://greensource.construction.com/green_building_projects/2010/1011_Bank_of_America_Tower.asp>, alındığı tarih: 11.04.2012.
- Url-56** <<http://www.archimag.org/2012/04/11/cor-%E2%80%93-green-building-that-stands-out/>>, alındığı tarih: 11.04.2012.
- Url-57** <<http://www.energyefficienthomearticles.com/Article/energy-efficient-home-designs---Sustainability--The-Future-is-Here-and-It-s-Full-of-Holes-/6695>>, alındığı tarih: 11.04.2012.
- Url-58** <<http://www.ecobabble.com/cor-tower-chad-oppenheim-on-sustainable-architecture/>>, alındığı tarih: 11.04.2012.
- Url-59** <<http://inhabitat.com/edit-tower-by-trhamzah-and-yeang/>>, alındığı tarih: 12.04.2012.
- Url-60** <<http://www.trhamzahyeang.com/project/skyscrapers/edit-tower01.html>>, alındığı tarih: 12.04.2012.
- Url-61** <<http://www.161castlereagh.com.au/>>, alındığı tarih: 12.04.2012.
- Url-62** <<http://www.businessreviewaustralia.com/reports/Grocon>>, alındığı tarih: 12.04.2012.
- Url-63** <http://www.arup.com/Projects/One_One_One_Eagle_Street_Brisbane.aspx>, alındığı tarih: 13.04.2012.
- Url-64** <http://www.gpt.com.au/news.aspx?urlkey=nm_news&newsid=41170>, alındığı tarih: 13.04.2012.
- Url-65** <http://archrecord.construction.com/projects/bts/archives/offices/06_111SWacker/overview.asp>, alındığı tarih: 13.04.2012.
- Url-66** <<http://www.ctbuh.org/TallBuildings/FeaturedTallBuildings/VeerTowersLasVegas/tabid/2177/language/en-US/Default.aspx>>, alındığı tarih: 13.04.2012.
- Url-67** <<http://www.artic.edu/aic/depts/architecture/dddreport/1H.pdf>>, alındığı tarih: 14.04.2012.
- Url-68** <http://www.dp-dhl.com/content/dam/ueber_uns/tower_broschuere_en.pdf>, alındığı tarih: 14.04.2012.
- Url-69** <<http://www.emporis.com/building/posttower-bonn-germany>>, alındığı tarih: 14.04.2012.
- Url-70** <<http://www.greenspacetoday.com/green-city/my-kind-town-chicago-goes-green>>, alındığı tarih: 14.04.2012.

- Url-71** <<http://www.gordon-inc.com/literature/pdf/ls010.pdf>>, alındığı tarih: 14.04.2012.
- Url-72** <http://www.architecture.uwaterloo.ca/faculty_projects/terri/226_residential/case_studies/Solaire.pdf>, alındığı tarih: 14.04.2012.
- Url-73** <<http://www.nrdc.org/buildinggreen/casestudies/solaire.pdf>>, alındığı tarih: 14.04.2012.
- Url-74** <<http://www.sydneyarchitecture.com/NEW/NEW09.htm>>, alındığı tarih: 15.04.2012.
- Url-75** <<http://www.1bligh.com.au/sustainability-features.amx>>, alındığı tarih: 15.04.2012.
- Url-76** <http://control.visionscape.com.au/SiteFiles/horisocomau/Horiso_Bligh_St._Case_Study.pdf>, alındığı tarih: 15.04.2012.
- Url-77** <http://www.architecture.uwaterloo.ca/faculty_projects/terri/pdf/Edmund.pdf>, alındığı tarih: 15.04.2012.
- Url-78** <http://www.architecture.uwaterloo.ca/faculty_projects/terri/366essaysW03/kim-RWE.pdf>, alındığı tarih: 15.04.2012.
- Url-79** <http://www.architecture.uwaterloo.ca/faculty_projects/terri/125_W03/gibson_rwe.pdf>, alındığı tarih: 15.04.2012.
- Url-80** <http://ocw.mit.edu/courses/civil-and-environmental-engineering/1-964-design-for-sustainability-fall-2006/projects/nina_mahjoub.pdf>, alındığı tarih: 16.04.2012.
- Url-81** <<http://inhabitat.com/hearst-tower-wins-the-2008-highrise-award/>>, alındığı tarih: 16.04.2012.
- Url-82** <<http://www.nyc-architecture.com/MID/MID124.htm>>, alındığı tarih: 16.04.2012.
- Url-83** <http://www.architecture.uwaterloo.ca/faculty_projects/terri/366essaysW03/wung-DEBIS.pdf>, alındığı tarih: 16.04.2012.
- Url-84** <<http://www.aviewoncities.com/buildings/berlin/debistower.htm>>, alındığı tarih: 16.04.2012.
- Url-85** <<http://www.nrel.gov/docs/fy00osti/25272.pdf>>, alındığı tarih: 17.04.2012.
- Url-86** <<http://www.nrel.gov/docs/fy02osti/29940.pdf>>, alındığı tarih: 17.04.2012.
- Url-87** <http://www.architecture.uwaterloo.ca/faculty_projects/terri/366essaysW03/anderson-4timessquare.pdf>, alındığı tarih: 17.04.2012.
- Url-88** <<http://inhabitat.com/dusseldorfs-hi-tech-energy-efficient-gate/>>, alındığı tarih: 17.04.2012.
- Url-89** <http://gaia.lbl.gov/hpbf/casest_d.htm>, alındığı tarih: 17.04.2012.
- Url-90** <http://www.knauf-integral.de/english/downloads/kn_projectreport1_engl.pdf>, alındığı tarih: 17.04.2012.
- Url-91** <<http://www.igreenspot.com/san-francisco%E2%80%99s-transbay-terminal-gets-the-green-light/>>, alındığı tarih: 18.04.2012.
- Url-92** <<http://pcparch.com/project/transbay-tower/>>, alındığı tarih: 18.04.2012.

- Url-93** <http://www.leopardo.com/testing_leo/pdfs/bdcmi0710GB_16pageLO.pdf/>, alındığı tarih: 18.04.2012.
- Url-94** <<http://www.docstoc.com/docs/70953475/155-North-Wacker-Drive>>, alındığı tarih: 18.04.2012.
- Url-95** <<http://skyscraperpage.com/cities/?buildingID=42885>>, alındığı tarih: 18.04.2012.
- Url-96** <<http://ecobuilding101.wordpress.com/2009/09/>>, alındığı tarih: 18.04.2012.
- Url-97** <<http://www.scribd.com/doc/78638409/PST-Assignment>>, alındığı tarih: 18.04.2012.
- Url-98** <http://www.greendesignetc.net/Buildings_09/Bulding_Wu_Kevin_paper.pdf>, alındığı tarih: 19.04.2012.
- Url-99** <<http://inhabitat.com/bahrain-world-trade-center-has-wind-turbines/>>, alındığı tarih: 19.04.2012.
- Url-100** <<http://www.designbuild-network.com/projects/bahrain-world-trade-centre/>>, alındığı tarih: 19.04.2012.
- Url-101** <http://www.e-architect.co.uk/london/strata_se1.htm>, alındığı tarih: 19.04.2012.
- Url-102** <<http://www.emporis.com/building/strata-se1-london-united-kingdom>>, alındığı tarih: 19.04.2012.
- Url-103** <<https://www.ctbuh.org/LinkClick.aspx?fileticket=dVu18Qh6wKM%3D&tabid=2675&language=en-US>>, alındığı tarih: 19.04.2012.
- Url-104** <<http://www.building4change.com/page.jsp?id=473>>, alındığı tarih: 19.04.2012.
- Vezzoli, C., Manzini, E.** (2008). Design For Environmental Sustainability. *Springer*.
- Weiler, S.K., Scholz-Barth K.** (2009). Green Roof Systems : A Guide to the Planning, Design, and Construction of Landscapes over Structure. Hoboken, N.J. : John Wiley & Sons.
- Williamson, T., Radford A., Bennetts H.** (2003). Understanding Sustainable Architecture. *Spon Press*.

EKLER

- EK A.1** : Pearl River Tower Künyesi
- EK A.2** : Commerzbank Tower Künyesi
- EK A.3** : DMC Tower Künyesi
- EK A.4** : Bank of America Tower Künyesi
- EK A.5** : The Cor Building Künyesi
- EK A.6** : Editt Tower Künyesi
- EK A.7** : 161 Castlereagh Street Building Künyesi
- EK A.8** : 111 Eagle Street Building Künyesi
- EK A.9** : Veer Towers Künyesi
- EK A.10** : Deutsche Post Headquarters Künyesi
- EK A.11** : 111 South Wacker Drive Building Künyesi
- EK A.12** : The Solaire Building Künyesi
- EK A.13** : 1 Bligh Street Building Künyesi
- EK A.14** : RWE Tower Künyesi
- EK A.15** : Hearst Tower Künyesi
- EK A.16** : Debis HQ Tower Künyesi
- EK A.17** : Four Times Square Building Künyesi
- EK A.18** : Dusseldorf City Gate Building Künyesi
- EK A.19** : Transbay Tower Künyesi
- EK A.20** : 155 North Wacker Building Künyesi
- EK A.21** : Swiss Re Tower Künyesi
- EK A.22** : Bahrain World Trade Center Künyesi
- EK A.23** : Strata SE1 Building Künyesi

EK A.1 : Pearl River Tower Künyesi

PEARL RIVER TOWER		BİNA NO: 1	
	Mimar / Tasarım Ekibi	Gordon Gill at SOM	
	Binanın Yeri / Yapım Yılı	Guangzhou, Çin, Yapım aşamasında	
	Kat Adedi / Yüksekliği	71 / 309.60 m	
	Toplam İnşaat Alanı	212,165 m ²	
	Bina Fonksiyonu	Ofis ve konferans	
Aldığı Sertifika (Leed/Breeam)		-	
Konumlandığı İklim Bölgesi Grubu		Cfa	
Bina Elemanları Özellikleri		Mevcut (+) / Mevcut Değil (-)	Sürdürülebilirlik Değerlendirme Puanları
Gelişmiş Döşeme Sistemleri	Zemin Altı Hava Dağıtım Sistemi (UFAD)	+	110
	Soğuk Tavan Sistemi	+	105
	Yapı Malzemesi Geri Dönüşüm / Yeniden Kullanılma Durumu	V.Y	
Gelişmiş Düşey Dış Kabuk Sistemleri-Cam Cepheler	Çift Kabuk Cephe Sistemi	+	150
	Teknolojik Camlar	+	145
	Güneş Kontrol Bileşenleri	+	80
	Cam Cephelerle Bütünleştirilmiş PV Sistemler	+	100
	Dış Cepheyle Bütünleştirilmiş Rüzgar Türbini	+	80
	Yakıt Hücresi	-	
Gelişmiş Çatı Sistemi	Yeşil Çatı	-	
	Çatı ile Bütünleştirilmiş PV Panel Kullanılması	+	100
	Yağmur Suyu Toplama Sistemi	+	110
Gelişmiş Düşey Sirkülasyon Sistemi	Enerji Etkin Asansör Sistemleri	+	80
	Merdivenler & Asansörler Zemin ve Duvarlarda Geri Dönüşümlü Malzeme Kullanımı	V.Y	
Gelişmiş İç Bölme Sistemi	Alçıpaneller & Cam bölme sistemleri	V.Y	
	Gri Su Sistemi	+	50
TOPLAM=		1110	
KAYNAKLAR			
(Frechette ve Gilchrist, 2008)			
(Url-46)			
(Url-47)			
Açıklama		V.Y= Veri yok	

EK A.2 : Commerzbank Tower Künyesi

COMMERZBANK TOWER			BİNA NO: 2
	Mimar / Tasarım Ekibi	Foster & Partners	
	Binanın Yeri / Yapım Yılı	Frankfurt, Almanya / 1997	
	Kat Adedi / Yüksekliği	56 / 300 m	
	Toplam İnşaat Alanı	109.200 m ²	
	Bina Fonksiyonu	Ofis	
Aldığı Sertifika (Leed/Breeam)			-
Konumlandığı İklim Bölgesi Grubu			Cwb
Bina Elemanları Özellikleri		Mevcut (+) / Mevcut Değil (-)	Sürdürülebilirlik Değerlendirme Puanları
Gelişmiş Döşeme Sistemleri	Zemin Altı Hava Dağıtım Sistemi (UFAD)	-	
	Soğuk Tavan Sistemi	+	105
	Yapı Malzemesi Geri Dönüşüm / Yeniden Kullanılma Durumu	+	105
Gelişmiş Düşey Dış Kabuk Sistemleri-Cam Cepheler	Çift Kabuk Cephe Sistemi	+	150
	Teknolojik Camlar	+	145
	Güneş Kontrol Bileşenleri	+	80
	Cam Cephelerle Bütünleştirilmiş PV Sistemler	-	
	Dış Cepheyle Bütünleştirilmiş Rüzgar Türbini	-	
	Yakıt Hücresi	-	
Gelişmiş Çatı Sistemi	Yeşil Çatı	-	
	Çatı ile Bütünleştirilmiş PV Panel Kullanılması	-	
	Yağmur Suyu Toplama Sistemi	+	110
Gelişmiş Düşey Sirkülasyon Sistemi	Enerji Etkin Asansör Sistemleri	V.Y	
	Merdivenler & Asansörler Zemin ve Duvarlarda Geri Dönüşümlü Malzeme Kullanımı	V.Y	
Gelişmiş İç Bölme Sistemi	Alçıpaneller & Cam bölme sistemleri	+	105
	Gri Su Sistemi	+	50
TOPLAM=			850
KAYNAKLAR			
(Url-48)			
(Url-49)			
Açıklama		V.Y= Veri yok	

EK A.3 : DMC Tower Künyesi

DMC TOWER		BİNA NO: 3	
	Mimar / Tasarım Ekibi	Skidmore Owings & Merrill	
	Binanın Yeri / Yapım Yılı	Seoul, Korea / Yapım aşamasında, bitiş 2014	
	Kat Adedi / Yüksekliği	133 / 640 m	
	Toplam İnşaat Alanı	720.000 m ²	
	Bina Fonksiyonu	Otel / Konut / Ofis	
Aldığı Sertifika (Leed/Breeam)		-	
Konumlandığı İklim Bölgesi Grubu		Cwa	
Bina Elemanları Özellikleri		Mevcut (+) / Mevcut Değil (-)	Sürdürülebilirlik Değerlendirme Puanları
Gelişmiş Döşeme Sistemleri	Zemin Altı Hava Dağıtım Sistemi (UFAD)	+	110
	Soğuk Tavan Sistemi	+	105
	Yapı Malzemesi Geri Dönüşüm / Yeniden Kullanılma Durumu	V.Y	
Gelişmiş Düşey Dış Kabuk Sistemleri-Cam Cephele	Çift Kabuk Cephe Sistemi	-	
	Teknolojik Camlar	+	145
	Güneş Kontrol Bileşenleri	+	80
	Cam Cephelele Bütünleştirilmiş PV Sistemler	+	100
	Dış Cepheyle Bütünleştirilmiş Rüzgar Türbini	+	80
	Yakıt Hücresi	+	80
Gelişmiş Çatı Sistemi	Yeşil Çatı	-	
	Çatı ile Bütünleştirilmiş PV Panel Kullanılması	-	
	Yağmur Suyu Toplama Sistemi	-	
Gelişmiş Düşey Sirkülasyon Sistemi	Enerji Etkin Asansör Sistemleri	+	80
	Merdivenler & Asansörler Zemin ve Duvarlarda Geri Dönüşümlü Malzeme Kullanımı	V.Y	
Gelişmiş İç Bölme Sistemi	Alçıpaneller & Cam bölme sistemleri	+	105
	Gri Su Sistemi	+	50
TOPLAM=			935
KAYNAKLAR (Url-50) (Url-51) (Url-52) Açıklama V.Y= Veri yok			

EK A.4 : Bank of America Tower Künyesi

BANK OF AMERICA TOWER			BİNA NO: 4
	Mimar / Tasarım Ekibi	Cook + Fox Architects	
	Binanın Yeri / Yapım Yılı	New York City, ABD / 2009	
	Kat Adedi / Y�ksekl��i	55 / 365.8 m	
	Toplam İ�n�aat Alanı	200,000 m2	
	Bina Fonksiyonu	Ofis	
Aldığı Sertifika (Leed/Breeam)		LEED-Platinum	
Konumlandığı İ�lim Bölgesi Grubu		Cfa	
Bina Elemanları �zellikleri		Mevcut (+) / Mevcut Değil (-)	Sürdürülebilirlik Değerlendirme Puanları
Gelişmiş Döşeme Sistemleri	Zemin Altı Hava Dağıtım Sistemi (UFAD)	+	110
	Soğuk Tavan Sistemi	-	
	Yapı Malzemesi Geri Dönüşüm / Yeniden Kullanılma Durumu	+	105
Gelişmiş Düşey Dış Kabuk Sistemleri-Cam Cepheler	�ift Kabuk Cephe Sistemi	-	
	Teknolojik Camlar	+	145
	Güneş Kontrol Bileşenleri	+	80
	Cam Cephelerle B�t�nle�tirilmi� PV Sistemler	-	
	Dış Cepheyle B�t�nle�tirilmi� Rüzgar Türbini	+	80
Gelişmiş �atı Sistemi	Yeşil �atı	+	115
	çatı ile B�t�nle�tirilmi� PV Panel Kullanılması	-	
	Yağmur Suyu Toplama Sistemi	+	110
Gelişmiş Düşey Sirkülasyon Sistemi	Enerji Etkin Asansör Sistemleri	-	
	Merdivenler & Asansörler Zemin ve Duvarlarda Geri Dönüşümlü Malzeme Kullanımı	V.Y	
Gelişmiş İ� Bölme Sistemi	Alçıpaneller & Cam bölme sistemleri	+	105
	Gri Su Sistemi	+	50
TOPLAM=			900
KAYNAKLAR			
(Url-53)			
(Url-54)			
(Url-55)			
Açıklama		V.Y= Veri yok	

EK A.5 : The Cor Building Künyesi

THE COR BUILDING			BİNA NO: 5
	Mimar / Tasarım Ekibi	Chad Oppenheim Architecture + Design	
	Binanın Yeri / Yapım Yılı	Miami, ABD / Yapım aşamasında	
	Kat Adedi / Yüksekliği	25 / 116 m	
	Toplam İnşaat Alanı	44.590 m ²	
	Bina Fonksiyonu	Karma kullanım	
Aldığı Sertifika (Leed/Breeam)			-
Konumlandđı İ�lim Bölgesi Grubu			Am
Bina Elemanları �zellikleri		Mevcut (+) / Mevcut Değil (-)	Sürdürülebilirlik Değerlendirme Puanları
Gelişmiş Döşeme Sistemleri	Zemin Altı Hava Dağıtım Sistemi (UFAD)	-	
	Soğuk Tavan Sistemi	-	
	Yapı Malzemesi Geri Dönüşüm / Yeniden Kullanılma Durumu	+	105
Gelişmiş Düşey Dış Kabuk Sistemleri-Cam Cepheler	�ift Kabuk Cephe Sistemi	-	
	Teknolojik Camlar	+	145
	Güneş Kontrol Bileşenleri	+	80
	Cam Cephelerle Bütünleştirilmiş PV Sistemler	+	100
	Dış Cepheyle Bütünleştirilmiş Rüzgar Türbini	+	80
	Yakıt H�creti	-	
Gelişmiş �atı Sistemi	Yeşil �atı	+	115
	çatı ile Bütünleştirilmiş PV Panel Kullanılması	-	
	Yağmur Suyu Toplama Sistemi	+	110
Gelişmiş Düşey Sirkülasyon Sistemi	Enerji Etkin Asansör Sistemleri	-	
	Merdivenler & Asansörler Zemin ve Duvarlarda Geri Dönüşümlü Malzeme Kullanımı	+	105
Gelişmiş İ� Bölme Sistemi	Al�paneller & Cam bölme sistemleri	+	105
	Gri Su Sistemi	+	50
TOPLAM=			995
KAYNAKLAR			
(Url-56)			
(Url-57)			
(Url-58)			

EK A.6 : Editt Tower Künyesi

EDITT TOWER		BİNA NO: 6	
	Mimar / Tasarım Ekibi	Ken Yeang	
	Binanın Yeri / Yapım Yılı	Singapore / Beklemede	
	Kat Adedi / Yüksekliği	26 / 100 m	
	Toplam İnşaat Alanı	6.033 m²	
	Bina Fonksiyonu	Karma kullanım	
Aldığı Sertifika (Leed/Breeam)		-	
Konumlandığı İklim Bölgesi Grubu		Af	
Bina Elemanları Özellikleri		Mevcut (+) / Mevcut Değil (-)	Sürdürülebilirlik Değerlendirme Puanları
Gelişmiş Döşeme Sistemleri	Zemin Altı Hava Dağıtım Sistemi (UFAD)	-	105
	Soğuk Tavan Sistemi	-	
	Yapı Malzemesi Geri Dönüşüm / Yeniden Kullanılma Durumu	+	
Gelişmiş Düşey Dış Kabuk Sistemleri-Cam Cepheler	Çift Kabuk Cephe Sistemi	-	80
	Teknolojik Camlar	V.Y	
	Güneş Kontrol Bileşenleri	+	
	Cam Cephelerle Bütünleştirilmiş PV Sistemler	+	
	Dış Cepheyle Bütünleştirilmiş Rüzgar Türbini	-	
	Yakıt Hücresi	-	
Gelişmiş Çatı Sistemi	Yeşil Çatı	+	115
	Çatı ile Bütünleştirilmiş PV Panel Kullanılması	-	110
	Yağmur Suyu Toplama Sistemi	+	
Gelişmiş Düşey Sirkülasyon Sistemi	Enerji Etkin Asansör Sistemleri	-	V.Y
	Merdivenler & Asansörler Zemin ve Duvarlarda Geri Dönüşümlü Malzeme Kullanımı	V.Y	
Gelişmiş İç Bölme Sistemi	Alçıpaneller & Cam bölme sistemleri	+	105
	Gri Su Sistemi	+	50
TOPLAM=		665	
KAYNAKLAR			
(Url-59)			
(Url-60)			
Açıklama			
V.Y= Veri yok			

EK A.7 : 161 Castlereagh Street Building Künyesi

161 CASTLEREAGH STREET BUILDING		BİNA NO: 7	
	Mimar / Tasarım Ekibi	Francis-Jones Morehen Thorp (FJMT)	
	Binanın Yeri / Yapım Yılı	Sidney, Avustralya / Yapım aşamasında	
	Kat Adedi / Yüksekliği	46 / 195 m	
	Toplam İnşaat Alanı	55.000 m²	
	Bina Fonksiyonu	Ofis	
Aldığı Sertifika (Leed/Breeam)		-	
Konumlandığı İklim Bölgesi Grubu		Csa	
Bina Elemanları Özellikleri		Mevcut (+) / Mevcut Değil (-)	Sürdürülebilirlik Değerlendirme Puanları
Gelişmiş Döşeme Sistemleri	Zemin Altı Hava Dağıtım Sistemi (UFAD)	V.Y	
	Soğuk Tavan Sistemi	+	105
	Yapı Malzemesi Geri Dönüşüm / Yeniden Kullanılma Durumu	+	105
Gelişmiş Düşey Dış Kabuk Sistemleri-Cam Cepheler	Çift Kabuk Cephe Sistemi	-	
	Teknolojik Camlar	+	145
	Güneş Kontrol Bileşenleri	+	80
	Cam Cephelerle Bütünleştirilmiş PV Sistemler	-	
	Dış Cepheyle Bütünleştirilmiş Rüzgar Türbini	-	
	Yakıt Hücresi	-	
Gelişmiş Çatı Sistemi	Yeşil Çatı	-	
	Çatı ile Bütünleştirilmiş PV Panel Kullanılması	-	
	Yağmur Suyu Toplama Sistemi	+	110
Gelişmiş Düşey Sirkülasyon Sistemi	Enerji Etkin Asansör Sistemleri	V.Y	80
	Merdivenler & Asansörler Zemin ve Duvarlarda Geri Dönüşümlü Malzeme Kullanımı	V.Y	105
Gelişmiş İç Bölme Sistemi	Alçıpaneller & Cam bölme sistemleri	V.Y	
	Gri Su Sistemi	V.Y	50
TOPLAM=		780	
KAYNAKLAR			
(Url-61)			
(Url-62)			
Açıklama		V.Y= Veri yok	

EK A.8 : 111 Eagle Street Building Künyesi

111 EAGLE STREET BUILDING			BİNA NO: 8
	Mimar / Tasarım Ekibi	Cox Rayner	
	Binanın Yeri / Yapım Yılı	Brisbane, Avustralya / Yapım aşamasında	
	Kat Adedi / Yüksekliği	54 / 195 m	
	Toplam İnşaat Alanı	62.500 m ²	
	Bina Fonksiyonu	Ofis	
	Aldığı Sertifika (Leed/Breeam)	LEED-CS (Core and Shell)	
	Konulandırıldığı İklim Bölgesi Grubu	Cfa	
Bina Elemanları Özellikleri		Mevcut (+) / Mevcut Değil (-)	Sürdürülebilirlik Değerlendirme Puanları
Gelişmiş Döşeme Sistemleri	Zemin Altı Hava Dağıtım Sistemi (UFAD)	V.Y	
	Soğuk Tavan Sistemi	+	105
	Yapı Malzemesi Geri Dönüşüm / Yeniden Kullanılma Durumu	+	105
Gelişmiş Düşey Dış Kabuk Sistemleri-Cam Cepheler	Çift Kabuk Cephe Sistemi	-	
	Teknolojik Camlar	V.Y	
	Güneş Kontrol Bileşenleri	+	80
	Cam Cephelerle Bütünleştirilmiş PV Sistemler	-	
	Dış Cepheyle Bütünleştirilmiş Rüzgar Türbini	-	
	Yakıt Hücresi	-	
Gelişmiş Çatı Sistemi	Yeşil Çatı	-	
	Çatı ile Bütünleştirilmiş PV Panel Kullanılması	-	
	Yağmur Suyu Toplama Sistemi	+	110
Gelişmiş Düşey Sirkülasyon Sistemi	Enerji Etkin Asansör Sistemleri	+	80
	Merdivenler & Asansörler Zemin ve Duvarlarda Geri Dönüşümlü Malzeme Kullanımı	V.Y	
Gelişmiş İç Bölme Sistemi	Alçıpaneller & Cam bölme sistemleri	+	105
	Gri Su Sistemi	+	50
TOPLAM=			635
KAYNAKLAR			
(Url-63)			
(Url-64)			
(Url-65)			
Açıklama		V.Y= Veri yok	

EK A.9 : Veer Towers Künyesi

VEER TOWERS		BİNA NO: 9	
	Mimar / Tasarım Ekibi	Murphy/Jahn, Inc.	
	Binanın Yeri / Yapım Yılı	Las Vegas, ABD / 2010	
	Kat Adedi / Yüksekliği	37 / 137 m	
	Toplam İnşaat Alanı	78.2098 m²	
	Bina Fonksiyonu	Konut	
Aldığı Sertifika (Leed/Breeam)		LEED-Gold	
Konumlandığı İklim Bölgesi Grubu		BWh	
Bina Elemanları Özellikleri		Mevcut (+) / Mevcut Değil (-)	Sürdürülebilirlik Değerlendirme Puanları
Gelişmiş Döşeme Sistemleri	Zemin Altı Hava Dağıtım Sistemi (UFAD)	-	
	Soğuk Tavan Sistemi	-	
	Yapı Malzemesi Geri Dönüşüm / Yeniden Kullanılma Durumu	+	105
Gelişmiş Düşey Dış Kabuk Sistemleri-Cam Cepheler	Çift Kabuk Cephe Sistemi	-	
	Teknolojik Camlar	+	145
	Güneş Kontrol Bileşenleri	+	80
	Cam Cephelerle Bütünleştirilmiş PV Sistemler	-	
	Dış Cepheyle Bütünleştirilmiş Rüzgar Türbini	-	
	Yakıt Hücresi	-	
Gelişmiş Çatı Sistemi	Yeşil Çatı	-	
	Çatı ile Bütünleştirilmiş PV Panel Kullanılması	-	
	Yağmur Suyu Toplama Sistemi	+	110
Gelişmiş Düşey Sirkülasyon Sistemi	Enerji Etkin Asansör Sistemleri	V.Y	
	Merdivenler & Asansörler Zemin ve Duvarlarda Geri Dönüşümlü Malzeme Kullanımı	V.Y	
Gelişmiş İç Bölme Sistemi	Alçıpaneller & Cam bölme sistemleri	+	105
	Gri Su Sistemi	+	50
TOPLAM=		595	
KAYNAKLAR			
(Url-66)			
Açıklama		V.Y= Veri yok	

EK A.10 : Deutsche Post Headquarters Künyesi

DEUTSCHE POST HEADQUARTERS			BİNA NO: 10
	Mimar / Tasarım Ekibi	Murphy/Jahn, Inc.	
	Binanın Yeri / Yapım Yılı	Bonn, Almanya / 2003	
	Kat Adedi / Yüksekliği	40 / 162.5 m	
	Toplam İnşaat Alanı	73.501 m ²	
	Bina Fonksiyonu	Ofis	
Aldığı Sertifika (Leed/Breeam)			-
Konumlandığı İklim Bölgesi Grubu			Cwb
Bina Elemanları Özellikleri		Mevcut (+) / Mevcut Değil (-)	Sürdürülebilirlik Değerlendirme Puanları
Gelişmiş Döşeme Sistemleri	Zemin Altı Hava Dağıtım Sistemi (UFAD)	-	
	Soğuk Tavan Sistemi	+	105
	Yapı Malzemesi Geri Dönüşüm / Yeniden Kullanılma Durumu	+	105
Gelişmiş Düşey Dış Kabuk Sistemleri-Cam Cepheler	Çift Kabuk Cephe Sistemi	+	150
	Teknolojik Camlar	+	145
	Güneş Kontrol Bileşenleri	+	80
	Cam Cephelerle Bütünleştirilmiş PV Sistemler	-	
	Dış Cepheyle Bütünleştirilmiş Rüzgar Türbini	-	
	Yakıt Hücresi	-	
Gelişmiş Çatı Sistemi	Yeşil Çatı	-	
	Çatı ile Bütünleştirilmiş PV Panel Kullanılması	-	
	Yağmur Suyu Toplama Sistemi	-	
Gelişmiş Düşey Sirkülasyon Sistemi	Enerji Etkin Asansör Sistemleri	-	
	Merdivenler & Asansörler Zemin ve Duvarlarda Geri Dönüşümlü Malzeme Kullanımı	V.Y	
Gelişmiş İç Bölme Sistemi	Alçıpaneller & Cam bölme sistemleri	V.Y	
	Gri Su Sistemi	-	
TOPLAM=			585
KAYNAKLAR (Url-67) (Url-68) (Url-69) Açıklama V.Y= Veri yok			

EK A.11 : 111 South Wacker Drive Building Künyesi

111 SOUTH WACKER DRIVE BUILDING			BİNA NO: 11
	Mimar / Tasarım Ekibi	Goettsch Partners	
	Binanın Yeri / Yapım Yılı	Chicago, ABD / 2005	
	Kat Adedi / Yüksekliği	51 / 208 m	
	Toplam İnşaat Alanı	90.580 m²	
	Bina Fonksiyonu	Ofis	
Aldığı Sertifika (Leed/Breeam)		LEED-CS (Core and Shell)	
Konumlandığı İklim Bölgesi Grubu		Dfb	
Bina Elemanları Özellikleri		Mevcut (+) / Mevcut Değil (-)	Sürdürülebilirlik Değerlendirme Puanları
Gelişmiş Döşeme Sistemleri	Zemin Altı Hava Dağıtım Sistemi (UFAD)	-	105
	Soğuk Tavan Sistemi	-	
	Yapı Malzemesi Geri Dönüşüm / Yeniden Kullanılma Durumu	+	
Gelişmiş Düşey Dış Kabuk Sistemleri-Cam Cepheler	Çift Kabuk Cephe Sistemi	-	150
	Teknolojik Camlar	+	145
	Güneş Kontrol Bileşenleri	+	80
	Cam Cephelerle Bütünleştirilmiş PV Sistemler	-	
	Dış Cepheyle Bütünleştirilmiş Rüzgar Türbini	-	
	Yakıt Hücresi	-	
Gelişmiş Çatı Sistemi	Yeşil Çatı	+	115
	Çatı ile Bütünleştirilmiş PV Panel Kullanılması	-	
	Yağmur Suyu Toplama Sistemi	-	
Gelişmiş Düşey Sirkülasyon Sistemi	Enerji Etkin Asansör Sistemleri	-	
	Merdivenler & Asansörler Zemin ve Duvarlarda Geri Dönüşümlü Malzeme Kullanımı	-	
Gelişmiş İç Bölme Sistemi	Alçıpaneller & Cam bölme sistemleri	+	105
	Gri Su Sistemi	+	50
TOPLAM=			750
KAYNAKLAR			
(Url-70)			
(Url-71)			

EK A.12 : The Solaire Building Künyesi

THE SOLAIRE BUILDING			BİNA NO: 12
	Mimar / Tasarım Ekibi	Schuman, Lichtenstein, Claman, Efron Architects	
	Binanın Yeri / Yapım Yılı	New York City, ABD / 2003	
	Kat Adedi / Yüksekliği	27	
	Toplam İnşaat Alanı	357.000 m ²	
	Bina Fonksiyonu	Konut	
Aldığı Sertifika (Leed/Breeam)		LEED-Gold	
Konumlandığı İklim Bölgesi Grubu		Cfa	
Bina Elemanları Özellikleri		Mevcut (+) / Mevcut Değil (-)	Sürdürülebilirlik Değerlendirme Puanları
Gelişmiş Döşeme Sistemleri	Zemin Altı Hava Dağıtım Sistemi (UFAD)	-	
	Soğuk Tavan Sistemi	-	
	Yapı Malzemesi Geri Dönüşüm / Yeniden Kullanılma Durumu	+	105
Gelişmiş Düşey Dış Kabuk Sistemleri-Cam Cepheler	Çift Kabuk Cephe Sistemi	-	
	Teknolojik Camlar	+	145
	Güneş Kontrol Bileşenleri	-	
	Cam Cephelerle Bütünleştirilmiş PV Sistemler	+	100
	Dış Cepheyle Bütünleştirilmiş Rüzgar Türbini	-	
	Yakıt Hücresi	+	80
Gelişmiş Çatı Sistemi	Yeşil Çatı	+	115
	Çatı ile Bütünleştirilmiş PV Panel Kullanılması	-	
	Yağmur Suyu Toplama Sistemi	+	110
Gelişmiş Düşey Sirkülasyon Sistemi	Enerji Etkin Asansör Sistemleri	V.Y	
	Merdivenler & Asansörler Zemin ve Duvarlarda Geri Dönüşümlü Malzeme Kullanımı	V.Y	
Gelişmiş İç Bölme Sistemi	Alçıpaneller & Cam bölme sistemleri	+	105
	Gri Su Sistemi	+	50
TOPLAM=			810
KAYNAKLAR			
(Url-72)			
(Url-73)			
Açıklama		V.Y= Veri yok	

EK A.13 : 1 Bligh Street Building Künyesi

1 BLIGH STREET BUILDING		BİNA NO: 13	
	Mimar / Tasarım Ekibi	Ingenhoven Architects	
	Binanın Yeri / Yapım Yılı	Sydney, Avustralya / 2011	
	Kat Adedi / Yüksekliği	29 / 154.4 m	
	Toplam İnşaat Alanı	42.700 m²	
	Bina Fonksiyonu	Ofis	
Aldığı Sertifika (Leed/Breeam)		-	
	Konumlandığı İklim Bölgesi Grubu	Csa	
Bina Elemanları Özellikleri		Mevcut (+) / Mevcut Değil (-)	Sürdürülebilirlik Değerlendirme Puanları
Gelişmiş Döşeme Sistemleri	Zemin Altı Hava Dağıtım Sistemi (UFAD)	-	
	Soğuk Tavan Sistemi	+	105
	Yapı Malzemesi Geri Dönüşüm / Yeniden Kullanılma Durumu	V.Y	
Gelişmiş Düşey Dış Kabuk Sistemleri-Cam Cepheler	Çift Kabuk Cephe Sistemi	+	150
	Teknolojik Camlar	-	
	Güneş Kontrol Bileşenleri	+	80
	Cam Cephelerle Bütünleştirilmiş PV Sistemler	-	
	Dış Cepheyle Bütünleştirilmiş Rüzgar Türbini	-	
	Yakıt Hücresi	-	
Gelişmiş Çatı Sistemi	Yeşil Çatı	-	
	Çatı ile Bütünleştirilmiş PV Panel Kullanılması	+	100
	Yağmur Suyu Toplama Sistemi	+	110
Gelişmiş Düşey Sirkülasyon Sistemi	Enerji Etkin Asansör Sistemleri	V.Y	
	Merdivenler & Asansörler Zemin ve Duvarlarda Geri Dönüşümlü Malzeme Kullanımı	V.Y	
Gelişmiş İç Bölme Sistemi	Alçıpaneller & Cam bölme sistemleri	V.Y	
	Gri Su Sistemi	+	50
		TOPLAM=	595
KAYNAKLAR			
(Url-74)			
(Url-75)			
(Url-76)			
Açıklama		V.Y= Veri yok	

EK A.14 : RWE Tower Künyesi

RWE TOWER		BİNA NO: 14	
	Mimar / Tasarım Ekibi	Ingenhoven Overdiek Kahlen & Partner	
	Binanın Yeri / Yapım Yılı	Essen, Almanya / 1997	
	Kat Adedi / Yüksekliği	31 / 120 m	
	Toplam İnşaat Alanı	36.000 m2	
	Bina Fonksiyonu	İş merkezi - Ofis	
Aldığı Sertifika (Leed/Breeam)		-	
Konumlandığı İklim Bölgesi Grubu		Cfa	
Bina Elemanları Özellikleri		Mevcut (+) / Mevcut Değil (-)	Sürdürülebilirlik Değerlendirme Puanları
Gelişmiş Döşeme Sistemleri	Zemin Altı Hava Dağıtım Sistemi (UFAD)	-	
	Soğuk Tavan Sistemi	+	105
	Yapı Malzemesi Geri Dönüşüm / Yeniden Kullanılma Durumu	V.Y	
Gelişmiş Düşey Dış Kabuk Sistemleri-Cam Cepheler	Çift Kabuk Cephe Sistemi	+	150
	Teknolojik Camlar	+	145
	Güneş Kontrol Bileşenleri	+	80
	Cam Cephelerle Bütünleştirilmiş PV Sistemler	+	100
	Dış Cepheyle Bütünleştirilmiş Rüzgar Türbini	-	
	Yakıt Hücresi	-	
Gelişmiş Çatı Sistemi	Yeşil Çatı	-	
	Çatı ile Bütünleştirilmiş PV Panel Kullanılması	-	
	Yağmur Suyu Toplama Sistemi	V.Y	
Gelişmiş Düşey Sirkülasyon Sistemi	Enerji Etkin Asansör Sistemleri	V.Y	
	Merdivenler & Asansörler Zemin ve Duvarlarda Geri Dönüşümlü Malzeme Kullanımı	V.Y	
Gelişmiş İç Bölme Sistemi	Alçıpaneller & Cam bölme sistemleri	V.Y	
	Gri Su Sistemi	-	
TOPLAM=		580	
KAYNAKLAR			
(Url-77)			
(Url-78)			
(Url-79)			
Açıklama		V.Y= Veri yok	

EK A.15 : Hearst Tower Künyesi

HEARST TOWER		BİNA NO: 15	
	Mimar / Tasarım Ekibi	Foster + Partners Gensler Adamson Associates	
	Binanın Yeri / Yapım Yılı	Manhattan, New York, ABD / 2006	
	Kat Adedi / Yüksekliği	46 / 182 m	
	Toplam İnşaat Alanı	80.000 m²	
	Bina Fonksiyonu	Ofis	
Aldığı Sertifika (Leed/Breeam)		LEED Gold-CS (Core and Shell), LEED Platinum (Rating for Existing Buildings)	
	Konumlandığı İklim Bölgesi Grubu	Cfa	
Bina Elemanları Özellikleri		Mevcut (+) / Mevcut Değil (-)	Sürdürülebilirlik Değerlendirme Puanları
Gelişmiş Döşeme Sistemleri	Zemin Altı Hava Dağıtım Sistemi (UFAD)	-	
	Soğuk Tavan Sistemi	-	
	Yapı Malzemesi Geri Dönüşüm / Yeniden Kullanılma Durumu	+	105
Gelişmiş Düşey Dış Kabuk Sistemleri-Cam Cepheler	Çift Kabuk Cephe Sistemi	-	
	Teknolojik Camlar	+	145
	Güneş Kontrol Bileşenleri	+	80
	Cam Cephelerle Bütünleştirilmiş PV Sistemler	-	
	Dış Cepheyle Bütünleştirilmiş Rüzgar Türbini	-	
	Yakıt Hücresi	-	
Gelişmiş Çatı Sistemi	Yeşil Çatı	-	
	Çatılarda PV Panel Kullanılması	-	
	Yağmur Suyu Toplama Sistemi	+	110
Gelişmiş Düşey Sirkülasyon Sistemi	Enerji Etkin Asansör Sistemleri	+	80
	Merdivenler & Asansörler Zemin ve Duvarlarda Geri Dönüşümlü Malzeme Kullanımı	V.Y	
Gelişmiş İç Bölme Sistemi	Alçıpaneller & Cam bölme sistemleri	V.Y	
	Gri Su Sistemi	+	50
TOPLAM=		570	
KAYNAKLAR			
(Url-80)			
(Url-81)			
(Url-82)			
Açıklama		V.Y= Veri yok	

EK A.16 : Debis HQ Tower Künyesi

DEBIS HQ TOWER			BİNA NO: 16
	Mimar / Tasarım Ekibi	Renzo Piano	
	Binanın Yeri / Yapım Yılı	Berlin, Almanya / 1997	
	Kat Adedi / Yüksekliği	21 / 106.000 m	
	Toplam İnşaat Alanı	46.000 m ²	
	Bina Fonksiyonu	Ofis	
Aldığı Sertifika (Leed/Breeam)			-
Konumlandığı İklim Bölgesi Grubu			Dfb
Bina Elemanları Özellikleri		Mevcut (+) / Mevcut Değil (-)	Sürdürülebilirlik Değerlendirme Puanları
Gelişmiş Döşeme Sistemleri	Zemin Altı Hava Dağıtım Sistemi (UFAD)	-	
	Soğuk Tavan Sistemi	+	105
	Yapı Malzemesi Geri Dönüşüm / Yeniden Kullanılma Durumu	V.Y	
Gelişmiş Düşey Dış Kabuk Sistemleri-Cam Cepheler	Çift Kabuk Cephe Sistemi	+	150
	Teknolojik Camlar	-	
	Güneş Kontrol Bileşenleri	+	80
	Cam Cephelerle Bütünleştirilmiş PV Sistemler	-	
	Dış Cepheyle Bütünleştirilmiş Rüzgar Türbini	-	
	Yakıt Hücresi	-	
Gelişmiş Çatı Sistemi	Yeşil Çatı	+	115
	Çatı ile Bütünleştirilmiş PV Panel Kullanılması	-	
	Yağmur Suyu Toplama Sistemi	+	110
Gelişmiş Düşey Sirkülasyon Sistemi	Enerji Etkin Asansör Sistemleri	-	
	Merdivenler & Asansörler Zemin ve Duvarlarda Geri Dönüşümlü Malzeme Kullanımı	V.Y	
Gelişmiş İç Bölme Sistemi	Alçıpaneller & Cam bölme sistemleri	V.Y	
	Gri Su Sistemi	-	
TOPLAM=			560
KAYNAKLAR (Url-83) (Url-84) Açıklama V.Y= Veri yok			

EK A.17 : Four Times Square Building Künyesi

FOUR TIMES SQUARE BUILDING			BİNA NO: 17
	Mimar / Tasarım Ekibi	Fox & Fowle Architects	
	Binanın Yeri / Yapım Yılı	New York City, ABD / 1999	
	Kat Adedi / Yüksekliği	48 / 310 m	
	Toplam İnşaat Alanı	150,000 m2	
	Bina Fonksiyonu	Ofis	
Aldığı Sertifika (Leed/Breeam)			-
Konumlandığı İklim Bölgesi Grubu			Cfa
Bina Elemanları Özellikleri		Mevcut (+) / Mevcut Değil (-)	Sürdürülebilirlik Değerlendirme Puanları
Gelişmiş Döşeme Sistemleri	Zemin Altı Hava Dağıtım Sistemi (UFAD)	-	
	Soğuk Tavan Sistemi	-	
	Yapı Malzemesi Geri Dönüşüm / Yeniden Kullanılma Durumu	+	105
Gelişmiş Düşey Dış Kabuk Sistemleri-Cam Cepheler	Çift Kabuk Cephe Sistemi	-	
	Teknolojik Camlar	+	145
	Güneş Kontrol Bileşenleri	+	80
	Cam Cephelerle Bütünleştirilmiş PV Sistemler	+	100
	Dış Cepheyle Bütünleştirilmiş Rüzgar Türbini	-	
	Yakıt Hücresi	+	80
Gelişmiş Çatı Sistemi	Yeşil Çatı	-	
	Çatı ile Bütünleştirilmiş PV Panel Kullanılması	+	100
	Yağmur Suyu Toplama Sistemi	-	
Gelişmiş Düşey Sirkülasyon Sistemi	Enerji Etkin Asansör Sistemleri	+	80
	Merdivenler & Asansörler Zemin ve Duvarlarda Geri Dönüşümlü Malzeme Kullanımı	-	
Gelişmiş İç Bölme Sistemi	Alçıpaneller & Cam bölme sistemleri	V.Y	
	Gri Su Sistemi	+	50
TOPLAM=			740
KAYNAKLAR (Url-85) (Url-86) (Url-87) Açıklama V.Y= Veri yok			

EK A.18 : Dusseldorf City Gate Building Künyesi

DUSSELDORF CITY GATE BUILDING			BİNA NO: 18
	Mimar / Tasarım Ekibi	Petzinka, Pink & Partners	
	Binanın Yeri / Yapım Yılı	Düsseldorf, Germany / 1997	
	Kat Adedi / Yüksekliği	16 / 72.55 m	
	Toplam İnşaat Alanı	41.000 m ²	
	Bina Fonksiyonu	Ofis	
Aldığı Sertifika (Leed/Breeam)			-
Konumlandığı İklim Bölgesi Grubu			Cwb
Bina Elemanları Özellikleri		Mevcut (+) / Mevcut Değil (-)	Sürdürülebilirlik Değerlendirme Puanları
Gelişmiş Döşeme Sistemleri	Zemin Altı Hava Dağıtım Sistemi (UFAD)	-	
	Soğuk Tavan Sistemi	+	105
	Yapı Malzemesi Geri Dönüşüm / Yeniden Kullanılma Durumu	V.Y	
Gelişmiş Düşey Dış Kabuk Sistemleri-Cam Cepheler	Çift Kabuk Cephe Sistemi	+	150
	Teknolojik Camlar	+	145
	Güneş Kontrol Bileşenleri	+	80
	Cam Cephelerle Bütünleştirilmiş PV Sistemler	-	
	Dış Cepheyle Bütünleştirilmiş Rüzgar Türbini	-	
	Yakıt Hücresi	-	
Gelişmiş Çatı Sistemi	Yeşil Çatı	-	
	Çatı ile Bütünleştirilmiş PV Panel Kullanılması	-	
	Yağmur Suyu Toplama Sistemi	-	
Gelişmiş Düşey Sirkülasyon Sistemi	Enerji Etkin Asansör Sistemleri	-	
	Merdivenler & Asansörler Zemin ve Duvarlarda Geri Dönüşümlü Malzeme Kullanımı	V.Y	
Gelişmiş İç Bölme Sistemi	Alçıpaneller & Cam bölme sistemleri	V.Y	
	Gri Su Sistemi	-	
TOPLAM=			480
KAYNAKLAR (Url-88) (Url-89) (Url-90) Açıklama V.Y= Veri yok			

EK A.19 : Transbay Tower Künyesi

TRANSBAY TOWER		BİNA NO: 19	
	Mimar / Tasarım Ekibi	Cesar Pelli	
	Binanın Yeri / Yapım Yılı	San Francisco, ABD / Yapım aşamasında, bitiş tarihi, 2017	
	Kat Adedi / Yüksekliği	61 / 326 m	
	Toplam İnşaat Alanı	120.000 m ²	
	Bina Fonksiyonu	Ofis	
Aldığı Sertifika (Leed/Breeam)		-	
Konumlandığı İklim Bölgesi Grubu		Csb	
Bina Elemanları Özellikleri		Mevcut (+) / Mevcut Değil (-)	Sürdürülebilirlik Değerlendirme Puanları
Gelişmiş Döşeme Sistemleri	Zemin Altı Hava Dağıtım Sistemi (UFAD)	-	
	Soğuk Tavan Sistemi	-	
	Yapı Malzemesi Geri Dönüşüm / Yeniden Kullanılma Durumu	V.Y	
Gelişmiş Düşey Dış Kabuk Sistemleri-Cam Cepheler	Çift Kabuk Cephe Sistemi	-	
	Teknolojik Camlar	+	145
	Güneş Kontrol Bileşenleri	+	80
	Cam Cephelerle Bütünleştirilmiş PV Sistemler	-	
	Dış Cepheyle Bütünleştirilmiş Rüzgar Türbini	+	80
	Yakıt Hücresi	-	
Gelişmiş Çatı Sistemi	Yeşil Çatı	-	
	Çatı ile Bütünleştirilmiş PV Panel Kullanılması	-	
	Yağmur Suyu Toplama Sistemi	+	110
Gelişmiş Düşey Sirkülasyon Sistemi	Enerji Etkin Asansör Sistemleri	-	
	Merdivenler & Asansörler Zemin ve Duvarlarda Geri Dönüşümlü Malzeme Kullanımı	V.Y	
Gelişmiş İç Bölme Sistemi	Alçıpaneller & Cam bölme sistemleri	V.Y	
	Gri Su Sistemi	+	50
TOPLAM=			465
KAYNAKLAR (Url-91) (Url-92) Açıklama V.Y= Veri yok			

EK A.20 : 155 North Wacker Building Künyesi

155 NORTH WACKER BUILDING			BİNA NO: 20
	Mimar / Tasarım Ekibi	Goettsch Partners	
	Binanın Yeri / Yapım Yılı	Chicago, ABD / 2009	
	Kat Adedi / Yüksekliği	52 / 194.5 m	
	Toplam İ�saat Alanı	130.060 m�	
	Bina Fonksiyonu	Ofis	
Aldığı Sertifika (Leed/Breeam)		LEED Gold-CS (Core and Shell)	
Konumlandđı İ�lim Bölgesi Grubu		Dfb	
Bina Elemanları �zellikleri		Mevcut (+) / Mevcut Değil (-)	Sürdürülebilirlik Değerlendirme Puanları
Gelişmiş Döşeme Sistemleri	Zemin Altı Hava Dağıtım Sistemi (UFAD)	-	105
	Soğuk Tavan Sistemi	-	
	Yapı Malzemesi Geri Dönüşüm / Yeniden Kullanılma Durumu	+	
Gelişmiş Düşey Dış Kabuk Sistemleri-Cam Cepheler	�ift Kabuk Cephe Sistemi	-	145
	Teknolojik Camlar	+	
	Güneş Kontrol Bileşenleri	-	
	Cam Cephelerle B�t�nle�tirilmi� PV Sistemler	-	
	Dış Cepheyle B�t�nle�tirilmi� Rüzgar Türbini	-	
	Yakıt H�creti	-	
Gelişmiş �atı Sistemi	Yeşil �atı	+	115
	çatı ile B�t�nle�tirilmi� PV Panel Kullanılması	-	
	Yağmur Suyu Toplama Sistemi	-	
Gelişmiş Düşey Sirkülasyon Sistemi	Enerji Etkin Asansör Sistemleri	-	
	Merdivenler & Asansörler Zemin ve Duvarlarda Geri Dönüşümlü Malzeme Kullanımı	-	
Gelişmiş İ� Bölme Sistemi	Alçıpaneller & Cam bölme sistemleri	+	105
	Gri Su Sistemi	+	50
TOPLAM=			520
KAYNAKLAR			
(Url-93)			
(Url-94)			
(Url-95)			

EK A.21 : Swiss Re Tower Künyesi

SWISS RE TOWER		B�NA NO: 21	
	Mimar / Tasarım Ekibi	Foster and Partners	
	Binanın Yeri / Yapım Yılı	Londra, İngiltere / 2004	
	Kat Adedi / Y�ksekl��i	40 / 180 m	
	Toplam İnşaat Alanı	47. 950 m�	
	Bina Fonksiyonu	Ofis	
Aldığı Sertifika (Leed/Breeam)		-	
Konumlandığı İklim Bölgesi Grubu		Cfb	
Bina Elemanları �zellikleri		Mevcut (+) / Mevcut Değil (-)	Sürdürülebilirlik Değerlendirme Puanları
Gelişmiş Döşeme Sistemleri	Zemin Altı Hava Dağıtım Sistemi (UFAD)	-	
	Soğuk Tavan Sistemi	-	
	Yapı Malzemesi Geri Dönüşüm / Yeniden Kullanılma Durumu	V.Y	
Gelişmiş Düşey Dış Kabuk Sistemleri-Cam Cepheler	�ift Kabuk Cephe Sistemi	+	150
	Teknolojik Camlar	+	145
	Güneş Kontrol Bileşenleri	+	80
	Cam Cephelerle B�t�nle�tirilmi� PV Sistemler	+	100
	Dış Cepheyle B�t�nle�tirilmi� Rüzgar Türbini	-	
	Yakıt H�creti	-	
Gelişmiş �atı Sistemi	Yeşil �atı	-	
	çatı ile B�t�nle�tirilmi� PV Panel Kullanılması	+	
	Yağmur Suyu Toplama Sistemi	-	
Gelişmiş Düşey Sirkülasyon Sistemi	Enerji Etkin Asansör Sistemleri	V.Y	
	Merdivenler & Asansörler Zemin ve Duvarlarda Geri Dönüşümlü Malzeme Kullanımı	V.Y	
Gelişmiş İ� Bölme Sistemi	Alçıpaneller & Cam bölme sistemleri	V.Y	
	Gri Su Sistemi	+	50
TOPLAM=			525
KAYNAKLAR (Mumovic ve Santamouris, 2009) (Url-96) (Url-97) Açıklama V.Y= Veri yok			

EK A.22 : Bahrain World Trade Center Künyesi

BAHRAIN WORLD TRADE CENTER			BİNA NO: 22
	Mimar / Tasarım Ekibi	Atkins Design Studio	
	Binanın Yeri / Yapım Yılı	Manama, Bahrain / 2008	
	Kat Adedi / Yüksekliği	50 / 240 m	
	Toplam İnşaat Alanı	120.000 m²	
	Bina Fonksiyonu	Ofis	
Aldığı Sertifika (Leed/Breeam)			-
Konumlandığı İklim Bölgesi Grubu			BWh
Bina Elemanları Özellikleri		Mevcut (+) / Mevcut Değil (-)	Sürdürülebilirlik Değerlendirme Puanları
Gelişmiş Döşeme Sistemleri	Zemin Altı Hava Dağıtım Sistemi (UFAD)	-	
	Soğuk Tavan Sistemi	-	
	Yapı Malzemesi Geri Dönüşüm / Yeniden Kullanılma Durumu	V.Y	
Gelişmiş Düşey Dış Kabuk Sistemleri-Cam Cepheler	Çift Kabuk Cephe Sistemi	-	
	Teknolojik Camlar	+	145
	Güneş Kontrol Bileşenleri	+	80
	Cam Cephelerle Bütünleştirilmiş PV Sistemler	-	
	Dış Cepheyle Bütünleştirilmiş Rüzgar Türbini	+	80
	Yakıt Hücresi	-	
Gelişmiş Çatı Sistemi	Yeşil Çatı	-	
	Çatı ile Bütünleştirilmiş PV Panel Kullanılması	-	
	Yağmur Suyu Toplama Sistemi	-	
Gelişmiş Düşey Sirkülasyon Sistemi	Enerji Etkin Asansör Sistemleri	V.Y	
	Merdivenler & Asansörler Zemin ve Duvarlarda Geri Dönüşümlü Malzeme Kullanımı	V.Y	
Gelişmiş İç Bölme Sistemi	Alçıpaneller & Cam bölme sistemleri	V.Y	
	Gri Su Sistemi	+	50
TOPLAM=			355
KAYNAKLAR (Url-98) (Url-99) (Url-100) Açıklama V.Y= Veri yok			

EK A.23 : Strata SE1 Building Künyesi

STRATA SE1 BUILDING		BİNA NO: 23	
	Mimar / Tasarım Ekibi	BFLS Architects	
	Binanın Yeri / Yapım Yılı	Londra, İngiltere / 2010	
	Kat Adedi / Yüksekliği	43 / 148 m	
	Toplam İnşaat Alanı	33.770 m²	
	Bina Fonksiyonu	Konut	
Aldığı Sertifika (Leed/Breeam)		-	
Konumlandığı İklim Bölgesi Grubu		Cfb	
Bina Elemanları Özellikleri		Mevcut (+) / Mevcut Değil (-)	Sürdürülebilirlik Değerlendirme Puanları
Gelişmiş Döşeme Sistemleri	Zemin Altı Hava Dağıtım Sistemi (UFAD)	-	
	Soğuk Tavan Sistemi	-	
	Yapı Malzemesi Geri Dönüşüm / Yeniden Kullanılma Durumu	V.Y	
Gelişmiş Düşey Dış Kabuk Sistemleri-Cam Cepheler	Çift Kabuk Cephe Sistemi	-	
	Teknolojik Camlar	V.Y	
	Güneş Kontrol Bileşenleri	-	
	Cam Cephelerle Bütünleştirilmiş PV Sistemler	-	
	Dış Cepheyle Bütünleştirilmiş Rüzgar Türbini	+	80
	Yakıt Hücresi	-	
Gelişmiş Çatı Sistemi	Yeşil Çatı	-	
	Çatı ile Bütünleştirilmiş PV Panel Kullanılması	-	
	Yağmur Suyu Toplama Sistemi	+	110
Gelişmiş Düşey Sirkülasyon Sistemi	Enerji Etkin Asansör Sistemleri	V.Y	
	Merdivenler & Asansörler Zemin ve Duvarlarda Geri Dönüşümlü Malzeme Kullanımı	V.Y	
Gelişmiş İç Bölme Sistemi	Alçıpaneller & Cam bölme sistemleri	V.Y	
	Gri Su Sistemi	+	50
TOPLAM=		240	
KAYNAKLAR			
(Url-101)			
(Url-102)			
(Url-103)			
(Url-104)			
Açıklama		V.Y= Veri yok	

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Merve Toptaş
Doğum Yeri ve Tarihi: İstanbul, 02.01.1985
E-Posta: merve_togru@yahoo.com
Lisans: Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Bölümü