

T.C.  
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İSTANBUL'DAKİ YÜKSEK BİNALarda AKILLİ CEPHE SİSTEMLERİ  
PERFORMANSININ ENERJİ ETKİNLİĞİ VE KULLANICI MEMNUNİYETİ  
KAPSAMINDA DEĞERLENDİRİLMESİ**

**MELTEM KALAFAT**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
BİNA ARAŞTIRMA VE PLANLAMA PROGRAMI**

**DANIŞMAN  
YRD. DOÇ. DR. SELİM ÖKEM**

**İSTANBUL, 2011**

T.C.

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İSTANBUL'DAKİ YÜKSEK BİNALARDA AKILLI CEPHE SİSTEMLERİ  
PERFORMANSININ ENERJİ ETKİNLİĞİ VE KULLANICI MEMNUNİYETİ  
KAPSAMINDA DEĞERLENDİRİLMESİ**

Meltem KALAFAT tarafından hazırlanan tez çalışması 05.07.2011 tarihinde aşağıdaki juri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Mimarlık Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Tez Danışmanı**

Yrd. Doç. Dr. Selim ÖKEM  
Yıldız Teknik Üniversitesi

**Jüri Üyeleri**

Yrd. Doç. Dr. Selim ÖKEM  
Yıldız Teknik Üniversitesi

---

Prof. Dr. Deniz ERİNSEL ÖNDER  
Yıldız Teknik Üniversitesi

---

Doç. Dr. Özlem EREN  
Mimar Sinan Üniversitesi

---

## ÖNSÖZ

---

Tez çalışmasında İstanbul'daki yüksek binalarda akıllı cephe sistemleri performansının enerji etkinliği ve kullanıcı memnuniyeti kapsamında değerlendirilmesi konusu ele alınmıştır.

Bu çalışmanın ortaya çıkmasında bana yol gösteren, her aşamasında yakın ilgi, yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Y. Doç. Dr. Selim ÖKEM'e teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca her anında her konuda destekleri ile yanımada olan aileme sonsuz teşekkürler.

Yüksek Lisans eğitim sürecinde her zaman yanımada olan Mimar Semra Akca, desteklerini esirgemeyen Mimar Sedef Diker ve Mimar Esra Geçilmez olmak üzere tüm arkadaşlarına teşekkür ederim.

Tez hazırlama sürecinde yardımlarını esirgemeyen, bilgi ve tecrübe ve anlayışları ile destek olan başta Teklif Müdürümüz Türkan Yücel ve Proje Müdürümüz Mehmet Oduncu olmak üzere tüm Aygün Alüminyum San. Tic. A.Ş. çalışanlarına çok teşekkür ederim.

Tez kapsamında seçilen yüksek ofis binaları için Metrocity Teknik Bölümünden Sn. Şevket Ertuğrul, Sabancı Center Bina Yönetiminden Teknik Müdür Sn. Eser Çizer, Kanyon Yönetim İşletim ve Pazarlama Ltd. Şti. 'den Sn. Aydın Sarac, İş Merkezleri Yönetim ve İşletim A.Ş'dan Sn. Yılmaz Uzun, Tekfen Tower Teknik Bölümünden Sn. Ulaş İssi'ye yardımlarından ve bu yüksek binalar için verileri temin etmemi sağladıkları için çok teşekkürler.

Mayıs, 2011

Meltem KALAFAT

## İÇİNDEKİLER

---

### SAYFA

<b>SİMGE LİSTESİ.....</b>	<b>xi</b>
<b>KISALTMA LİSTESİ.....</b>	<b>xii</b>
<b>ŞEKİL LİSTESİ.....</b>	<b>xiii</b>
<b>ÇİZELGE LİSTESİ.....</b>	<b>xiii</b>
<b>ÖZET.....</b>	<b>xix</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xxi</b>

### BÖLÜM 1

#### GİRİŞ1

1.1 Literatür Özeti.....	1
1.2 Tezin Amacı.....	1
1.3 Hipotez.....	4

#### BÖLÜM 2

YÜKSEK BİNALARIN GELİŞİM SÜRECİ, AKILLI CEPHE SİSTEMLERİ VE TEZİN İÇERİSİNDE  
BULUNAN KAVRAM VE TANIMLAR.....5

2.1	Yüksek Binalar ve Akıllı Cephe Sistemleri .....	5
2.2.1	Yüksek Binalar.....	6
2.2.2	Yüksek Binaların Sınıflandırılması.....	8
2.2.3	Yüksek Binaların Gelişimi.....	11
2.2.4	Yüksek Binaya Yönenmenin Nedenleri .....	13
2.2.5	Yüksek Binaların Olumlu ve Olumsuz Yönleri.....	15
2.2.6	Şehir Dokusunda Yüksek Binaların Değerlendirme Ölçütleri ve Yer Seçimi.....	16
2.2	Yüksek Binalarda Sürdürülebilir Mimarlığın Uygulanmasına İhtiyaç Duyulmasının Sebepleri .....	17
2.3	Yüksek Binalarda Enerji Kullanımı.....	25
2.3.1	Enerji Korunumuna Yönelik Tasarım Ölçütleri .....	29
2.4	Yapı Kabuğu Tasarımının Enerji Tüketimi ve İç Ortam Konforu Üzerindeki Etkisi..	32

**BÖLÜM 3**

YÜKSEK BİNALARIN YERLEŞİM VE YAPI ÖLÇEĞİNDE TASARIM KARARLARI -  
UYGULAMALARI.....34

3.1	Yapının Çevresi ile İlişkisi .....	34
3.1.1	Yer Seçimi .....	37
3.1.2	Enlem .....	37
3.1.3	Eğim .....	37
3.1.4	Topografik Durum.....	38
3.1.5	Bina Aralıkları.....	40
3.1.6	Yön Seçimi .....	44
3.1.7	Bina Formu .....	45
3.1.8	Bina Kabuğu .....	47
3.1.9	Mekan Organizasyonu .....	48
3.1.10	Malzeme .....	50
3.2	Yapı Elemanları ve Yapı Ölçeğinde Kararlar -Uygulamalar .....	51

**BÖLÜM 4**

YÜKSEK BİNALARDA ENERJİ KULLANIMINI AZALTAN AKILLI CEPHE SİSTEMLERİ

4.1	Giydirmeye Cephe Tanımı ve Gelişimi .....	53
4.2	Akıllı Cephe Sistemlerinin Tanımı ve Gelişimi .....	56
4.3	Akıllı Cephe Sistemlerinin Diğer Cephe Sistemlerinden Ayıran Özellikleri	57
4.4	Akıllı Giydirmeye Cephe Sistemlerinin Sınıflandırılması .....	58
4.4.1	İklim Kontrolü İçin Önem Alınmamış Giydirmeye Cephe Sistemleri .....	58

4.4.2 İklim Kontrolü İçin Önlem Alınmış Akıllı Giydirme Cephe Sistemleri	60
4.4.2.1 Tek Kabuklu Akıllı Cephe Sistemleri	61
4.4.2.1.1 Dış Kontrol Elemanlı Tek Kabuklu Cepheler	62
4.4.2.1.2 Entegre Güneş Kontrol Elemanları	64
4.4.2.1.3 İç Kontrol Elemanlı Tek Kabuklu Cepheler	65
4.4.2.2 Birden Fazla Kabuklu Akıllı Cephe Sistemleri	66
4.4.2.2.1 Mekanik Havalandırmalı Boşluklu Cepheler	67
4.4.2.2.2 Çift Kabuklu Cephe Sistemleri	69
4.4.2.2.2.1 Çift Kabuklu Cepheyi Oluşturan Birleşenler	73
4.4.2.2.2.1.1 Saydam Birleşenler ve Opak Birleşenler	74
4.4.2.2.2.1.1.1 Beyaz Camlar	74
4.4.2.2.2.1.1.2 Renklendirilmiş Camlar	74
4.4.2.2.2.1.1.3 Yansıtıcı Camlar	74
4.4.2.2.2.1.1.4 Güneş Kontrol Camlar	75
4.4.2.2.2.1.1.5 Buzlu, Kumlu, Asite Daldırılmış Camlar	76
4.4.2.2.2.1.1.6 Low-E Camlar	76
4.4.2.2.2.1.1.7 Temperli Camlar	77
4.4.2.2.2.1.1.8 Fotovoltaik Camlar	77
4.4.2.2.2.1.2 Taşıyıcı ve Tespit Bileşenleri	78
4.4.2.2.2.1.3 Havalanırma Boşluğu	79
4.4.2.2.2.1.4 Güneş Kontrol Elemanları	80
4.4.2.2.2.1.5 Yürüme Yolu	82
4.4.2.2.2.1 Kat Yüksekliğinde Çift Kabuklu Cephe Sistemleri	82
4.4.2.2.2.2 Bina Yüksekliğinde Çift Kabuklu Cephe Sistemleri	87
4.4.2.2.2.3 Şaft Tipi Çift Kabuklu Cephe Sistemleri	88
4.4.2.3 İklim Holleri	91
4.4.2.4 Fotovoltaik Paneller	92
4.4.2.5 Güneş Pencereleri	105
4.4.2.6 Güneş Pencereleri	106
4.4.2.7 Kişi Bahçeve ve Çatı aydınlatması	107

## BÖLÜM 5

### İSTANBUL'DAKİ YÜKSEK BİNALARDA AKILLI CEPHE SİSTEMLERİ PERFORMANSININ ENERJİ ETKİNLİĞİ VE KULLANICI MEMNUNİYETİ KAPSAMINDA DEĞERLENDİRİLMESİ 109

5.1 Çalışmanın Yöntemi	109
5.2 Akıllı Cephe Sistemlerinin Performansına Tasarım, Uygulama ve İşletme Ölçeğinde Etki Eden Ölçütler	112
5.3 Seçilen Yüksek Ofis Binalarında Akıllı Cephe Niteliğinin Değerlendirilmesi İçin Oluşturulan Kontrol Listesi	122
5.4 Enerji Etkinliği Kapsamında Seçilen Yüksek Binaların Mekanik Sistemlerinin ve Yapay aydınlatma Ekipmanlarının Değerlendirilmesi	131
5.5 Seçilen Yüksek Ofis Binalarının Enerji Etkinliği Açısından Değerlendirilmesi	151
5.6 Yüksek Binalarda Kullanılan Akıllı Cephe Sistemleri –Enerji Tüketim İlişkileri	152

5.7 Seçilen Yüksek Ofis Binalarının Kullanıcı Anketlerinin Değerlendirilmesi .....	153
--	-----

## BÖLÜM 6

### **SONUÇ VE ÖNERİLER ..... 159**

6.1 Seçilen Binaların Akıllı Cephe Sistemleri Açısından Değerlendirme .....	164
6.2 Araştırma Yöntemi ile İlgili Yapılan Değerlendirmeler .....	169
6.3 Tavsiyeler .....	170
6.4 Tez Konusu ile İlgili Gelecekte Yapılabilecek Çalışmalar İçin Öneriler ....	172

### **KAYNAKLAR..... 175**

## EK-A

### KONTROL LİSTELERİ GERÇEKLEŞTİRİLEN YÜKSEK BİNALARIN VAZİYET PLANINDAKİ

KONUMLARI.....	191
----------------	-----

## EK-B

### KONTROL LİSTELERİ GERÇEKLEŞTİRİLEN YÜKSEK BİNALARIN PERSPEKTİFİ.....192

## EK-C

### **SEÇİLEN YÜKSEK BİNALARIN GÖRÜNÜŞLERİ..... 193**

C-1 Metrocity' nin Görünüşü .....	193
C-2 Metrocity Binasının Cepheden Görünüşleri .....	193
C-3 Sabancı Center Yüksek Binasından Görünüş .....	194
C-4 Sabancı Center Yüksek Binasının Cepheden Görünüşleri.....	194
C-5 İş Bankası Kuleleri Yüksek Binasının Görünüşü .....	194
C-6 İş Bankası Kuleleri Yüksek Binasının Cephesinden Görünüş.....	195
C-7 Kanyon Yüksek Ofis Binasının Görünüşü .....	195
C-8 Kanyon Yüksek Binasının Cepheden Görünüşleri.....	195
C-9 Tekfen Yüksek Binasından Görünüş .....	196
C-10 Tekfen Yüksek Binasının Cepheden Görünüşleri.....	196

**EK-D**

**SEÇİLEN YÜKSEK BİNALARIN CEPHE TEMİZLİK SİSTEMLERİ ..... 197**

D-1 Kanyon Temizlik Sistemi.....	197
D-2 İş Bankası Kuleleri Temizlik Sistemi .....	197
D-3 Sabancı Center Temizlik Sistemi.....	198
D-4 Tekfen Temizlik Sistemi .....	198

**EK-E**

**STANDART BİR OFİS BİNASI ENERJİ ANALİZİ ..... 199**

**EK-F**

**SABANCI CENTER 1999 YILI ENERJİ TÜKETİM DAĞILIMI ..... 200**

**EK-G**

**SABANCI CENTER YILLIK DOĞALGAZ TÜKETİMİ ..... 201**

**EK-H**

**2005-2010 ELEKTRİK, DOĞALGAZ KWH/M<sup>2</sup>YIL TÜKETİMLERİ KPI  
HEDEFLERİ ..... 202**

**EK-I**

**1994-2010 AKBANK-HOLDİNG YILLIK ELEKTRİK TÜKETİMİ(1000 KWH/YIL)  
..... 203**

**EK-J**

1996-2010 YILLARI DOĞALGAZ TÜKETİMİ(1000 M<sup>3</sup>/YIL) ..... 204

EK-K

30 KATLI BİR KATINDA 1000 M<sup>2</sup> BRÜT ALANI OLAN BİNADA YILLIK  
ELEKTRİK TÜKETİMLERİ DAĞILIM ..... 205

EK-L

30 KATLI HER BİR KATI BRÜT 1000 M<sup>2</sup> OLAN BİR YAPININ TÜKETİM  
BEDELLERİ ..... 206

EK-M

YEMEK PIŞİRME MUTFAK GİDERLERİ DAĞILIMI YÜZDELERİ ..... 207

EK-N

SEÇİLEN YÜKSEK BİNALARIN ENERJİ KULLANIMINI AZALTAN AKILLI CEPHE  
SİSTEMLERİNİN İÇ ORTAM KALİTESİ VE KULLANICI MEMNUNİYETİ ANKET  
ÇALIŞMAS ..... 208

ÖZGEÇMİŞ ..... 213

## **KISALTMA LİSTESİ**

---

ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning
ASTM	American Society For Testing and Materials
CAV	Constant Air Volume
HVAC	Heating, Ventilating and Air Conditioning
PV	Photovoltaic Panels
VAV	Variable Air Volume

## ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1	BMW Head Qarters (101m.- 22katlı), Münih/Almanya), Karl Schwanzer ....8
Şekil 2.2	21st Century Tower (269m.-55katlı), Dubai/BAE, WS Atkins and Partners ...8
Şekil 2.3	111 South Wacker (208m.-51katlı), Chicago/ABD, Goettsch Partners.....9
Şekil 2.4	120 Collins Street (264m.-52 katlı), Melbourne/Avustralya, Hassel Daryl Jackson.....9
Şekil 2.5	AT&T Corporate Center (307m-60 katlı) ,Chicago/ABD, Adrian D. Smith ....9
Şekil 2.6	John Hancock Center (368m-72 katlı), Chicago/ABD, Skidmore, Owings and Merrill.....10
Şekil 2.7	Aon Center (346m-83 katlı), Chicago/ABD, Edward Durell Stone.....10
Şekil 2.8	Baiyoke Tower II (304m. -85 katlı), Bangkok/Tayland, Plan Architects.....10
Şekil 2.9	Harbiye Orduevi (88m. -28 katlı), İstanbul/Türkiye .....13
Şekil 2.10	İş Bankası Genel Müdürlüğü Binası(91m. -29 katlı), İstanbul/Türkiye.....13
Şekil 2.11	Sabancı Center (140 m-34 katlı, 39 katlı-158 m), İstanbul/Türkiye .....13
Şekil 2.12	Eğitim ve Sağlık Binası/ Rio'da Janeiro.....20
Şekil 2.13	Hong Kong Klüp ve Ofis Binası, Hong Kong.....21
Şekil 2.14	Grosvenor Place, Sydney.....21
Şekil 2.15	Kanchanjunga Konutları.....22
Şekil 2.16	IBM Plaza, Chicago .....
Şekil 2.17	Menara Mesiniaga, Kuala Lumpur .....
Şekil 2.18	Commerzbank Genel Merkezi, Almanya .....
Şekil 2.19	Enerji etkin tasarım yaklaşımı gösteren kavramsal çalışmalar .....
Şekil 2.20	Enerji krizi öncesi binalarda yıllık enerji tüketimi .....
Şekil 2.21	Enerji krizi sonrası binalarda yıllık enerji tüketimi .....
Şekil 2.22	Çağdaş, yüksek performanslı binalarda yıllık enerji tüketimi .....
Şekil 2.23	Shanghai Armoury, enerji korunum sistemi-1.....30
Şekil 2.24	Shanghai Armoury, enerji korunum sistemi-1.....31
Şekil 3.1	Commerzbank kiş bahçesi kesiti .....
Şekil 3.2	Değişik enlemlerde gölge boyları.....38
Şekil 3.3	Topografik durum .....
Şekil 3.4	Binaların rüzgara karşı farklı açılarda yönlendirilmesi .....
Şekil 3.5	İş kaybı oranının çeşitli plan tiplerine göre değişimi.....45
Şekil 3.6	İklimin, atriyum yerleşimi üzerindeki etkisi .....
Şekil 4.1	Tek tabakalı cephe tipleri.....62
Şekil 4.2	Hongkong ve Shanghai bankası, güneş kırıcı paneller .....
	63

Şekil 4.3	Fondation Cartier binası, Paris, 1994.....	63
Şekil 4.4	Gartner & Co binası, yansıtıcı camlardan binalmış hareketli cephe, Almanya, .....	63
Şekil 4.5	Seimens Pavyonu, hareketli yatay kepenkler, İspanya, 1992.....	64
Şekil 4.6	Hollanda/Mors Binası 1992.....	64
Şekil 4.7	Cam tabakaları ile entegre gölgelemeli sistem.....	65
Şekil 4.8	Güneş kontrolünün iç taraftan; yatay lameller, açık kablo yolları ve havalandırma kanalı ile sağlanması .....	65
Şekil 4.9	Hooker binası, cephe kuruluşu, Buffalo, 1981 .....	67
Şekil 4.10	Hooker Victoria Ensemble: 1990-1996 Thomas Van den Valentyn & A. Tillman, Cologne .....	68
Şekil 4.11	Mekanik havalandırmalı boşluklu cephelerde yukarı veya aşağı yönde hava akışı.....	68
Şekil 4.12	Ofis katında hava akışı ve ışık yönlendirme sistemini gösteren kesit (Londra'daki Yeni Parlamento Binası) .....	69
Şekil 4.13	Stuttgart'taki bir ofis binası cephesinin ses yalıtımı değerleri .....	70
Şekil 4.14	Çift kabuklu cephe kuruluşu.....	71
Şekil 4.15	Tipik bir çift kabuk cephe bileşenlerinin şeması .....	71
Şekil 4.16	The Helicon.....	73
Şekil 4.17	Renkli cam uygulaması.....	74
Şekil 4.18	Yansıtıcı camın iç mekâna etkisi.....	75
Şekil 4.19	Dış kabukta 12mm'lik temperli cam, iç kabukta low-e cam kullanılmış bina örneği Düsseldorf City Gate Binası, Almanya.....	77
Şekil 4.20	Fotovoltaik cephe örneği .....	78
Şekil 4.21	Dış Kabuk ve İç Kabuk Arasındaki Havalandırma Kanalları .....	79
Şekil 4.22	Çift Cephe Arası Havalandırma Örneği, Nokia House Kista .....	79
Şekil 4.23	Dış kabuğu cam panjurlardan oluşan bina örneği (Debis Binası).....	80
Şekil 4.24	Ahsap jaluzili bina örneği, Moravian Kütüphanesi, Çek Cumhuriyeti.....	80
Şekil 4.25	Stor güneş kırıcıları bir binanın dışarıdan ve boşluk içinden görünüşü.....	81
Şekil 4.26	Çift kabuk ara boşluğunundaki panjur ve storların olası konumları .....	81
Şekil 4.27	Çok katlı panjurlu bir çift kabuk cephe'deki panjurların görünümü .....	82
Şekil 4.28	Çok katlı bir çift kabuk cephenin ara boşluğunundan görüntü .....	82
Şekil 4.29	Koridor tipi bir çift kabuk cephenin ara boşluğunundan görüntü.....	82
Şekil 4.30	Ara boşluğu kat yüksekliğinde sınırlandırılmış çift kabuklu cephe sisteminin uygulandığı bir örnek (RWE Binası).....	83
Şekil 4.31	Yapı yüksekliğinde bölüntüsüz ara boşluklu çift kabuklu cephelerde görünüş, kesit ve plan üzerinde havalandırma prensibini gösteren şema; ara boşluk kesintisiz ve serbestçe havalandırmaktadır .....	83
Şekil 4.32	Ara boşluğunun havalandırma biçimini ifade eden kesit detayı.....	84
Şekil 4.33	Ara boşluğu kat yüksekliğinde sınırlandırılmış çift kabuklu cephesi olan, Düsseldorfer Stadt Tor.....	84
Şekil 4.34	Ara boşluğu kat yüksekliğinde sınırlandırılmış bir çift kabuklu cephe sisteminin yakın görünüşü .....	84
Şekil 4.35	Doğal havalandırmanın sağlanması ve havalandırma şeması .....	85
Şekil 4.36	Dış kabuğu oluşturan hareketli cam lamellerin ara boşluktan ve dıştan	

görünüşü (Debis Binası) .....	85
Şekil 4.37 Motorlu açılabilir cam lameller .....	85
Şekil 4.38 Kat yüksekliğindeki cepheler .....	86
Şekil 4.39 Yangın sırasında cephe sisteminin çalışma prensibi .....	87
Şekil 4.40 Yapı yüksekliğinde bölüntüsüz ara boşluklu çift kabuklu cephelerde görünüş, kesit ve plan üzerinde havalandırma prensibini gösteren şema; ara boşluk kesintisiz ve serbestçe havalandırmaktadır .....	87
Şekil 4.41 Yapı yüksekliğinde bölüntüsüz ara boşluklu çift kabuklu cephe sisteminin uygulandığı Victoria Ensemble binası .....	88
Şekil 4.42 GSW Yönetim Merkezi .....	88
Şekil 4.43 Şaft tipi çift kabuklu cephelerde görünüş, kesit ve plan üzerinde havalandırma prensibini gösteren şema; oklar hava akımlarının yönünü göstermektedir .....	89
Şekil 4.44 Şaft tipi cephe kuruluşunun havalandırma sistemi .....	90
Şekil 4.45 Şaft tipi cephe sistemindeki hava akımı .....	90
Şekil 4.46 Sistemin plan ve kesit düzlemindeki çalışma prensibi .....	90
Şekil 4.47 Düsseldorf/ARAG binası .....	91
Şekil 4.48 ARAG binasının şaft tipi çift kabuklu cephesinin havalandırma prensibinin kesit ve görünüş üzerinde gösterimi .....	91
Şekil 4.49 ARAG binasında katların havalandırma biçimini gösteren kesit .....	91
Şekil 4.50 Thompson Advertising Agency Building .....	92
Şekil 4.51 Fotovoltaik hücre prensip şeması .....	96
Şekil 4.52 Fotovoltaik hücre, modül, panel ve solar dizi .....	96
Şekil 4.53 Çatı ve cephede kullanılan PV panellerin karşılaştırılması .....	97
Şekil 4.54 Çatı ve cephede kullanılan PV panellerin karşılaştırılması .....	98
Şekil 4.55 Cepheye PV uygulama detayları .....	98
Şekil 4.56 Sabit güneş kırıcı örneği - Çelik .....	102
Şekil 4.57 Sabit güneş kırıcı detayı – Aluminyum .....	102
Şekil 4.58 Hareket edebilen pv modullu güneş kırıcı elemanlar .....	103
Şekil 4.59 Hareket edebilen pv modüllü güneş kırıcı elemanlarının kullanıldığı .....	103
Şekil 4.60 Hareket güney yönünden sapma durumunda güneş kazancının azalması .....	106
Şekil 4.61 Güneş duvarı uygulaması, plan ve kesit (Trombe duvarı) .....	107
Şekil 4.62 Güneş duvarı-çok katlı konut, ABD, Toledo'dan bir güneş cephesi .....	107
Şekil 4.63 Kış bahçesinin işleyiş şeması, konut- Santa Fe .....	108
Şekil 4.64 Kış bahçesi içten görünüş .....	108
Şekil 5.1 Büyükdere üzerinde bulunan tasarım, uygulama ve işletim ölçütleri açısından incelenen yüksek binaların kesit üzerinden gösterilmesi .....	112
Şekil 5.2 Büyükdere üzerinde bulunan tasarım, uygulama ve işletim ölçütleri açısından incelenen yüksek binaların model üzerinden gösterilmesi .....	112
Şekil 5.3 Seçilen binaların enlemleri-boylamları .....	114
Şekil 5.4 Seçilen binaların eğimleri .....	115
Şekil 5.5 Seçilen binaların birbirleri ve çevre binalar ile olan aralıkları .....	116
Şekil 5.6 Seçilen yüksek binaların doluluk-boşluk oranları .....	118
Şekil 5.7 Kule 2 için doğal gaz ve elektrik tüketim, maliyet, emisyon .....	143
Şekil 5.8 Isıtma elektrik enerjisi harcamaları açısından dünyadaki örneklerle Kule 2'nin istatiksel karşılaştırılması .....	143

Şekil 5.9 Kule 2 'nin ısıtma ve elektrik enerjisi harcamaları açısından düşük enerjili binalar arasındaki yeri.....143

## ÇİZELGE LİSTESİ

---

	Sayfa	
Çizelge 2.1	Sürdürülebilir mimarlık ilkeleri ve kapsamları .....	18
Çizelge 2.2	Yapı kaynaklı çevresel sorunlar .....	18
Çizelge 2.3	Enerji korunum sistem şeması .....	33
Çizelge 3.1	Topografik yer seçim parametreleri.....	38
Çizelge 3.2	Bina optimum yönlenmeleri .....	39
Çizelge 3.3	Binalar arası açık mekan boyutlarının seçilebilecek uygun değerleri .....	40
Çizelge 3.4	Güneşlenme için binalar arasında olması gereken uygun mesafe.....	41
Çizelge 3.5	Isıtma enerjisi korunumu açısından uygun bina aralıkları (W/E) .....	43
Çizelge 3.6	Isıtma enerjisi korunumu açısından uygun bina aralıkları (N/S) .....	44
Çizelge 3.7	Hâkim rüzgar yönleri .....	45
Çizelge 3.8	İklim bölgelerine göre bina form önerileri.....	46
Çizelge 3.9	Yapı malzemeleri özellikleri.....	51
Çizelge 4.1	Akıllı giyidirme cephe sistemleri .....	61
Çizelge 4.2	PV'lerin Kullanımı .....	98
Çizelge 4.3	PV'lerin Kullanımı .....	99
Çizelge 4.4	PV'lerin Kullanımı .....	99
Çizelge 4.5	PV'lerin Kullanımı .....	100
Çizelge 4.6	PV'lerin cephede kullanımı.....	100
Çizelge 4.7	PV'lerin cephede kullanımının avantajları ve dezavantajları .....	104
Çizelge 4.8	Yönlere göre pencerelerden elde edilen enerji kazancı .....	105
Çizelge 5.1	Seçilen yüksek binaların yer seçim parametreleri .....	114
Çizelge 5.2	Seçilen yüksek binaların arazi eğimi ve yönü .....	114
Çizelge 5.3	Seçilen yüksek binaların bulunluğu enlemler ve boyamlar.....	114
Çizelge 5.4	Seçilen yüksek binaların güneş ve rüzgar açısından yönlendirilmesi.....	115
Çizelge 5.5	Seçilen yüksek binaların formları ve oranları.....	119
Çizelge 5.6	Seçilen yüksek binaların çekirdek yerleşimleri.....	120
Çizelge 5.7	Yüksek binalara ait genel özellikler .....	122
Çizelge 5.8	Yüksek ofis binalarının mimari tasarım ölçütlerinin karşılaştırılması..	123
Çizelge 5.9	Yüksek ofis binalarının uygulama ölçütlerinin karşılaştırılması.....	123
Çizelge 5.10	Yüksek ofis binalarının işletme ölçütlerinin karşılaştırılması.....	123
Çizelge 5.11	Yüksek ofis binalarının mimari ölçütlerinin puanlandırılması .....	129
Çizelge 5.12	Yüksek ofis binalarının kontrol listelerinin karşılaştırılması ve değerlendirilmesi sonucunda ortaya çıkan özet tablo 1 .....	130

Çizelge 5.13	Yüksek ofis binalarının kontrol listelerinin karşılaştırılması ve değerlendirilmesi sonucunda ortaya çıkan özet tablo 2 .....	130
Çizelge 5.14	Seçilen yüksek binalarda enerji etkinliği kapsamında sistemlerin ve ekipmanların değerlendirilmesi .....	133
Çizelge 5.15	Seçilen yüksek binaların enerji etkinliği kapsamında sistemlerin ve ekipmanların değerlendirilmesinin puanlandırılması.....	135
Çizelge 5.16	Yüksek ofis binalarının anketlerinin karşılaştırılması ve değerlendirilmesi sonucunda ortaya çıkan özet tablo .....	136
Çizelge 5.17	Çizelge verileri Metrocity teknik yönetiminden Sn.Şevket Ertuğrul' dan temin edilmiştir .....	137
Çizelge 5.18	Sabancı Center 2010 yılına ait elektrik tüketim grafiği .....	140
Çizelge 5.19	Sabancı Center 2010 yılına ait doğalgaz tüketim grafiği .....	140
Çizelge 5.20	İş Bankası Kule 2 2010 Yılına ait elektrik tüketim değerleri .....	142
Çizelge 5.21	İş Bankası Kule 2 2010 Yılına ait doğalgaz tüketim değerleri.....	144
Çizelge 5.22	Kanyon 2010 Yılına ait elektrik tüketim değerleri.....	146
Çizelge 5.23	Kanyon 2010 Yılına ait doğalgaz tüketim değerleri.....	146
Çizelge 5.24	Tekfen Tower 2010 Yılına ait elektrik tüketim değerleri.....	148
Çizelge 5.25	Seçilen yüksek binaların 2010 yılına ait aylık elektrik tüketim değerleri(kWh).....	149
Çizelge 5.26	Seçilen yüksek binaların 2010 yılına ait aylık elektrik tüketim değerlerinin parasal değerleri (TL/kWh) .....	149
Çizelge 5.27	Seçilen yüksek binaların 2010 yılına ait aylık doğalgaz tüketim değerleri(m <sup>3</sup> ) .....	150
Çizelge 5.28	Seçilen yüksek binaların 2010 yılına ait aylık doğalgaz tüketim değerlerinin parasal değerleri (TL/ m <sup>3</sup> ) .....	150
Çizelge 5.29	Seçilen yüksek binaların 2010 yılına ait toplam enerji tüketimleri ve toplam maliyet değerleri .....	151
Çizelge 5.30	Seçilen yüksek binaların tasarım, uygulama, işletme ölçütlerinin toplam tüketim değerleri ile karşılaştırılması .....	152
Çizelge 5.31	Seçilen yüksek ofis binalarının kullanıcı memnuniyet anketlerinin değerlendirilmesi.....	154
Çizelge 5.32	Seçilen yüksek ofis binalarının konfor koşullarının puanlandırılması ....	155

## ÖZET

---

# İSTANBUL'DAKİ YÜKSEK BİNALARDA AKILLI CEPHE SİSTEMİ PERFORMANSININ ENERJİ ETKİNLİĞİ VE KULLANICI MEMNUNİYETİ KAPSAMINDA DEĞERLENDİRİLMESİ

Meltem KALAFAT

Mimarlık Anabilim Dalı  
Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Selim ÖKEM

Yüksek binalar 1800'lü yıllarda arsa azlığına, nüfus yoğunluğuna, yüksek arsa fiyatları gibi nedenler sonucunda ortaya çıkan bir bina türüdür. Kırsal bölgelerden şehirlere yapılan göç şehirlerin yoğunluğunu arttırmıştır. Yapım teknolojisi, çelik iskelet, asansör ve enerji sistemleri gibi sistemlerle oluşan yoğunluğun çözülmesine yardımcı olan yüksek binaların yapımı hızlanmıştır.

Bulunduğu çevrede önemli bir yere sahip olan yüksek binalar çevreyi etkilemektedir. Örneğin; binanın ısıtılması, soğutulması gibi işlevler sonucu ortama yaydıkları  $CO_2$  oranını artırmaları, dış cephelerinde kullanılan çeşitli yansıtıcı malzemeler sonucu dış ortamda bulunan ısı miktarının artışı yönünden bakıldığından diğer binalara oranla önlem alınması gerektiği görülmektedir.

Yüksek binalarda sürdürülebilir tasarımlar ile bu tür binaların getirmiş olduğu enerji sarıyatı tasarımcıları, özellikle 1970'lerden sonra gelişen enerji krizi ile birlikte yüksek binaların enerji problemini yeniden düşünmeye itmiştir. Yüksek binaların bu konuda önemli bir etkenlerden biri olmasındaki sebep, sınırlı bir alanda çok farklı hizmetleri bünyesinde toplayabiliyor olması, metrekareye düşen enerji yoğunluğu açısından diğer binalara oranla daha avantajlı ve yapı içindeki alan kullanımının optimizasyonu, yeşil alanlara doğru yayılmayı engelleyen bir unsur olduğu için birçok ülkenin de kurtarıcısı durumunda olmasından ileri gelmektedir.

Yüksek binalar sürdürülebilirlik kapsamında incelendiğinde binalar konforlu, sağlıklı, çevre duyarlılığı yüksek, enerji etkin gibi özellikleri taşıması gerekmektedir. Bu nedenle üretilmiş olan enerjinin korunması, enerji tüketiminin azaltılması ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması enerji etkin tasarım anlayışını gerektirmiştir.

Enerji etkin tasarımında enerji verimliliğini etkileyen unsurlardan biri de bina kabuğuudur. Bu duruma bağlı olarak cephe sistemi dış ortam koşullarını da dikkate alarak sürekli gelişme göstermektedir. Bina kabığının amaçlarından biri de enerji tüketiminin azaltılması ya da yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasıyla enerji üretmektir. Ayrıca yapım teknolojisine paralel olarak gelişerek akıllı cephe oluşmasına yardımcı olmaktadır.

Akıllı cephe sistemleri çift kabuk cephe birleşeni, fotovoltaik paneller, solar paneller, güneş kırıcı sistemler, kış bahçesi ve çatı aydınlatması, cepheye kombine edilebilen panjur ve havalandırma sistemleri olarak sayılabilirlerdir.

Bu tez kapsamında; İstanbul'daki yüksek binalarda akıllı cephe sistemleri performansının enerji etkinliği ve kullanıcı memnuniyeti kapsamında değerlendirilmesi amacıyla kontrol listeleri ve kullanıcı memnuniyeti anketi geliştirilmiştir. Bu amaçla ilk olarak seçilen Metrocity, Sabancı Center, İş Bankası Kuleleri, Kanyon ve Tekfen yüksek binaları tasarım, uygulama ve işletme kapsamında kontrol listeleri oluşturulmuştur. Ayrıca seçilen binaların enerji açısından tam anlamda etkinliğinin araştırılabilmesi için tasarım, uygulama, işletim ölçütlerine ek olarak kullanılan mekanik sistemler ve yapay aydınlatma ekipmanları için de kontrol listesi oluşturulmuştur. Bu kontrol listesinde mekanik sistemlerin ve yapay aydınlatma ekipmanlarının doğru seçilip seçilmediği araştırılmıştır. Bu tasarım, uygulama, işletme, mekanik sistemler ve yapay aydınlatma ekipmanlarının enerji tüketimi açısından değerlendirmesinin doğruluğunun araştırılması için seçilen yüksek binaların 2010 yılına ait aylık tüketim değerleri incelenmiştir. Ayrıca mevsimsel değerlerin incelenebileceği yıllık enerji tüketim grafikleri hazırlanmıştır.

Son olarak da akıllı cephe sistemleri kullanımının kullanıcı memnuniyeti üzerindeki etkisinin araştırılması için seçilen yüksek binaların kullanıcılarına memnuniyet anketi uygulanmıştır.

Sonuç olarak; yüksek bir binada enerji etkinliği sağlananın sadece akıllı cephe sistemleriyle mi?, tasarım ölçütleriyle mi?, işletme ölçütleriyle mi ?, Akıllı teknolojiye bağlı mekanik sistemlerle mi?, kullanılan yapay aydınlatma ekipmanları ile mi? sağlanacağı ya da hangi ölçütlerin etkisinin fazla olduğu ortaya konulmaya çalışılmıştır. Ayrıca tüm bu ölçülere bağlı olarak iç ortam kalitesinin sağlanması ve kullanıcı memnuniyetinin akıllı cephe kabuğu ile ilişkisi sorgulanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Yüksek yapılar, Sürdürülebilirlik, Cephe, Akıllı cephe teknolojisi, Enerji etkin tasarım

## ABSTRACT

---

### **EVALUATION OF THE PERFORMANCE OF INTELLIGENT FACADE SYSTEMS IN THE CONTEXT ENERGY USER EFFICIENCY IN HIGH RISE BUILDING IN ISTANBUL**

Meltem KALAFAT

Architecture

MSc. Thesis

Advisor: Assist. Prof. Dr. Selim ÖKEM

High rise buildings emerged as a result of some reasons such as scarcity of land, population density and high land prices. Migration from rural areas to cities have caused increase in population density at cities. Construction technology helps to respond to population problem via some systems such as steel constructions, elevators and energy.

High rise buildings which have an important position on its surrounding have some environmental effects. For instance they increase ratio of  $CO_2$  as a result of heating - cooling processes of the building. Moreover, as a result of some reflective materials which are used at facades, heat increases on surrounding of high rise buildings rather than other buildings.

Energy consumption of these buildings prompt designers to rethink about energy problem of the high rise building especially after energy crisis in 1970's. The reason why these buildings are so important about this matter is that it can embody various services, also they are more advantageous in terms of energy density per square meter than other buildings and these buildings prevent spreading to green areas because they use optimal areas.

If high rise buildings are considered in terms of sustainability, they should be comfortable, healthy, they should have high environmental sensitivity and effective

energy. So, the concept of effective energy requires conservation of energy, reduction in energy consumption and usage of renewable energy sources.

Building envelope is the one of important element which effect energy efficiency. Accordingly, facade systems makes progress continuously considering outside conditions. One of the most important aim is reduction of energy consumption or usage of renewable energy sources. Besides, it helps to form intelligent facade by improving parallel to the construction technology.

Double enveloped facade components, photovoltaic panels, solar panels, sunscreen systems, winter gardens, roof lightening systems, blind and ventilation systems can be regarded as intelligent facade systems.

As a result, what is a way to ensure energy efficiency in a high-rise building? Do the intelligent facade, the design criteria, maintenance and operation, do the maintenance and operation or does the equipment? Which criteria will be provided or that has been carried out over the effect. In addition, how to do all this criterias necessary. In this thesis, ensuring the quality of the internal environment and user satisfaction with the relationship of intelligent facade.

**Key words:** High rise buildings, Sustainability, Facade, Intelligent facade of technology, Energy efficient design.

## BÖLÜM 1

---

### GİRİŞ

#### 1.1 Literatür Özeti

Yüksek binalar, şehirlerde inşaat alanlarının azalması, arsa fiyatlarının artması, belirli arsalara kapsamlı bir bina programının yerleştirilmesine gereksinim duyulması, firmaların büyümesi ve saygınlık kazanma amacı, teknolojik nedenler sonucunda ortaya çıkmıştır. Söz konusu nedenler sonucunda ortaya çıkan yüksek binaların artış göstermesi çevreyi etkilemektedirler. Örneğin; binanın ısıtılması, soğutulması, havalandırılması gibi işlevler sonucu ortama yaydıkları  $CO^2$  oranını artırmaları, dış cephe lerinde kullanılan çeşitli yansıtıcı malzemeler sonucu dış ortamda bulunan ısı miktarındaki artış yönünden bakıldığından diğer binalara oranla olumsuz etkileri azaltacak önlemler alınması gerekmektedir.

Yüksek binalarda sürdürülebilir tasarımlar ile bu tür binaların getirmiş olduğu enerji sarfiyatı tasarımcıları, özellikle 1970'lerden sonra gelişen enerji krizi ile birlikte yüksek binaların enerji problemini yeniden düşünmeye itmiştir. Enerji faktörüne bağlı olarak yüksek binalar sürdürülebilirlik kapsamında incelediğinde enerji etkinliği ve konfor koşullarını yerine getirmesi gerekmektedir. Bu koşullar yüksek binaların tasarım aşamasından başlayarak, uygulama ve işletim, mekanik sistemlerin ve ekipmanların seçilmesi süreci içerisinde düşünülmelidir.

#### 1.2 Tezin Amacı

Tez çalışmasında amaç; yüksek binalarda akıllı cephe performansının enerji tüketimi ve kullanıcı memnuniyeti kapsamında İstanbul'daki yüksek ofis binalarının incelenmesidir.

Çalışma altı adım üzerine kurulmuştur. İlk adımda çalışmanın konusunu ve çerçevesini sınırlayan giriş bölümü yerleştirilmiştir. İkinci adımda kaynak taramaları sonucu elde edilen bilgiler özetlenmiştir. Üçüncü adımda kaynak bilgileri uygulanmış örnekler üzerinden analiz edilmiştir. Dördüncü adımda uygulama örnekleri ile önceki bölümlerden elde edilen bulgulara dayanarak yorumlara yer verilmiştir. Beşinci adımda enerji tüketimleri konusunda kontrol listesinin sorularını sormak amacıyla yüksek ofis binaları yönetimlerine gidilmiştir. Bina yönetimlerinde bulunan ilgili kişiler tarafından enerji tasarrufu sağlayan sistemler ve ekipmanlar için anketler cevaplandırılmıştır. Ayrıca, 2010 yılına ait mevsimsel değişimleri gösteren aylık enerji tüketim verileri alınmıştır. Altıncı adımda uygulama örneklerine bağlı olarak binalarda kullanıcı memnuniyet anketleri değerlendirilmiştir. Yüksek ofis binası kullanıcılarının yorumlarına yer verilmiştir. Son bölümde genel değerlendirmeler yapılmıştır. Tez kapsamındaki konular ile ilgili gerekli görülen belgelere ekler bölümünde yer verilmiştir.

Sürdürülebilirlik kapsamında yüksek ofis binalarının ekolojik tasarımında dikkat edilmesi gereken ölçütlerin belirlenmesi, daha sonraki adım olan uygulama alanında ve işletme ve bakım, son adım olarak ta kullanılan mekanik sistemler ve kullanılan ekipmanların enerji etkinliği açısından değerlendirilmesi, konuların birbirleriyle olan ilişkilerinin saptanması tezin ana amacıdır.

Sürdürülebilir mimarlık kapsamında kullanıcıların psikolojik ve fizyolojik konforu da tez kapsamında ele alınmıştır. Projenin büyülüğüne bağlı olarak enerji tüketim oranı fazla olmasından dolayı bu durumun paralelinde doğal çevre, kullanıcılar ve uygulama teknikleri önem kazanmaktadır. Çalışma alanı olarak İstanbul'da bulunan Büyükdere Caddesi seçilmiştir. Bu caddenin seçilmesinde rol oynayan ölçütler:

- İstanbul planlama kararına göre, merkezi iş alanı içerisinde bulunması,
- Yüksek bina tasarımına olanak sağlayan bir bölge olması,
- Aynı aks üzerinde işlevsel açıdan benzerlik gösteren birden fazla yüksek ofis binasına ulaşılabilmesi,

- Aynı aks üzerinde hacim olarak birbirine yakın boyutlarda yüksek ofis binalarının incelenebilme olanağının olmasıdır.

Yüksek ofis binası için seçilen yüksek binaların seçilmesinde etkili olan ölçütler:

- Seçilen yüksek binaların birbirlerine yakın enlem ve boylam üzerinde bulunmaları tasarım ve uygulama ölçütlerinin karşılaştırılmasında kolaylık sağlayacağı,
- Yüksek ofis binalarının kiracılar veya işveren için tasarlanmış olması,
- Yüksek ofis binalarının yapım teknolojilerinin kıyaslanması açısından farklı yıllarda yapılmış olması,
- Yüksek ofis binalarının bina formu, mekan organizasyonu, malzeme seçimi... gibi tasarım ölçütlerini değerlendirmek için farklı mimarlar tarafından tasarlanması,
- Yüksek ofis binalarında farklı akıllı cephe sistemlerinin kullanılmış olması,
- Yüksek ofis binalarının enerji tüketimlerinin karşılaştırılması açısından farklı mekanik sistemlerin ve yapay aydınlatma ekipmanlarının kullanılmış olması,
- Yüksek ofis binalarının yönlenmelerine bağlı olarak farklı cephe sistemlerinin kullanılmasıdır.

Yukarıda seçilen bölge ve incelenen yüksek ofis binalarının seçilme ölçütlerine yer verilmiştir. Bu verilere bağlı olarak; Metrocity, Kanyon, Sabancı Center, İş Bankası Kuleleri, Tefken Ofis Binası tez çalışmasında seçilmiştir.

İstanbul planlama kararına göre, merkezi iş alanı içerisinde bulunması,

- Yüksek bina tasarımına olanak sağlayan bir bölge olması,
- Aynı aks üzerinde işlevsel açıdan benzerlik gösteren birden fazla yüksek ofis binasına ulaşılabilmesi,
- Aynı aks üzerinde hacim olarak birbirine yakın boyutlarda yüksek ofis binalarının incelenebilme olanağının olmasıdır.

Yukarıda seçilen bölge ve incelenen yüksek ofis binalarının seçilme ölçütlerine yer verilmiştir. Bu verilere bağlı olarak; Metrocity, Kanyon, Sabancı Center, İş Bankası Kuleleri, Tefken Ofis Binaları tez çalışması kapsamında seçilmiştir.

### **1.3 Hipotez**

Seçilen yüksek binaların tasarım, uygulama, işletme, kullanılan mekaniknik sistemler ve aydınlatma ekipmanları, kullanıcı memnuniyeti açısından yüksek binaların akıllı cephe sistemleri performansının enerji etkinliği konusunda ne kadarlık bir orana sahip olduğu ve bu 5 konu ile etkileşimini görmek amacıyla kontrol listeleri oluşturulmuştur. Yapılan kontrol listelerinin enerji etkinliği konusunda tutarlılığının ölçülmesi amacıyla da yüksek binaların 2010 yılına ait enerji tüketim değerlerinin karşılaştırılmasının yapılması gereği düşünülmüştür. Karşılaştırma sonucunda akıllı cephe sistemi kullanımı ile mekanik sistemleriin ve aydınlatma ekipmanlarının kullanımında azalma sağlamaası ve kullanıcı memnuniyetini artırıcı etkisinin ortaya konulmasıdır. Bu uygulama ile akıllı cephe sistemleri kullanımının artırılmasıdır.

## **BÖLÜM 2**

---

### **YÜKSEK BİNALARIN GELİŞİM SÜRECİ VE TEZDE BULUNAN KAVRAM VE TANIMLAR**

Yüksek binalar, sürdürülebilirliğin yüksek binalarda uygulanmasına gereksinim duyulmasının sebepleri, yüksek binalarda enerji kullanımı, bina kabuğu tasarımının enerji tüketimi ve iç ortam konforu üzerindeki etkisi bu bölümün ana başlıklarını oluşturmaktadır.

#### **2.1 Yüksek Binalar ve Akıllı Cephe Sistemleri**

İlk kez 1820'lerde üretilen giydirmeye cephe sistemleri, günümüzde cephe kaplama özelliğinin dışında farklı görevler de yüklenmiştir. Giydirmeye cephe sistemlerine ait bu görevler genel olarak mekânın aydınlatılması, güneşten korunması, ısıtılması, soğutulması ve havalandırılmasıdır. Bu görevler sonucunda akıllı giydirmeye cephe sistemleri geliştirilmiştir.

1990'lı yıllarda akıllı cephe sistemleri tam anlamıyla kullanılmaya başlanmıştır. Kendi enerjisini üretebilen, havalandırmayı, ısıtmayı ve soğutmayı sağlayan binalarda "akıllı cepheler" kullanılmıştır.

19. yüzyılda giydirmeye cepheler; günümüzde çok katlı iş merkezleri, ofisler ve alış-veriş merkezleri gibi insanların aynı anda bulunduğu büyük binaların, dış kabuğunun oluşturulmasında kullanılmaktadır.

20. yüzyılın sonlarında, giydirmeye cephe teknolojisindeki gelişmeler ve 21. yüzyıldaki beklentilerin artması ile iç ve dış mekâni birbirinden ayıran giydirmeye cephe, bu

özellikinin yanında ısıtma, soğutma, havalandırma, aydınlatma anlamında iç konfor düzeyini iyileştiren akıllı cephe sistemlerine yerini bırakmıştır.

1970'lerde enerji krizi ve sürdürülebilirlik kavramları gündeme gelmiştir. Giydirme cephe sistemleri bu konularda etkisini göstermiştir. 1980 sonrasında gelişen teknoloji ve taleplere bağlı olarak 'akıllı cephe' sistemleri gelişme göstermiştir.

Akıllı cephe sistemleri için yukarıdaki açıklamalar dikkate alındığında; birçok insanın aynı anda bulunduğu ve buna bağlı olarak enerji tüketiminin diğer binalara oranla fazla olduğu yüksek binaların akıllı cephe sistemleri ile olan ilişkisi bu tez kapsamında ele alınmıştır. Yüksek binalarda enerji kullanımını azaltan akıllı cephe sistemlerinin kullanımına detaylı olarak 4.bölümde yer verilmiştir.

### **2.1.1 Yüksek Binalar**

Çevresindeki binalara göre önemli ölçüde yüksek ilk binalar, "Skyscraper" diye adlandırılmıştır. "Skyscraper" deyimi Fransızca'da "Gratte-Ciel", Almanca'da "Hochhaus" ve "Wolkenkratzer", İngilizce'de ise "Tall Building", "High Rise Building" deyimi kullanılmaktadır [1].

Yüksek Binalar için yapılmış birçok tanım bulunmaktadır. Bu tanımlar bazlarını aşağıda sıralanmaktadır:

- Taban alanı küçük, yüksekliği taban boyutlarına göre daha fazla, genellikle kule biçiminde, narin binalardır [2].
- Türkiye'de imar yönetmeliklerinde 10 kat veya daha çok katlı bina, yüksek bina kabul edilir [3].
- Yirmi, otuz ya da daha çok katlı binadır [4].
- İlk örneklerine A.B.D 'de rastlanan çok katlı binalara verilen ad [4].
- Alman standartları en yüksek noktası 22m' yi aşan binaları "Yüksek bina" olarak tanımlar. Amerika'da ise bu sınır 12 kat olarak kabul edilmiştir [5].

- Yüksek bina, 25 kat sınırını aşan, çoğunlukla iş merkezi kullanım amaçlı üretilen, dikey gelişimi nedeni ile ileri teknoloji uygulamaları gerektiren, görsel etkisi ile prestij imajı yaratan bir binadır [6].
- İzmir Büyük Şehir Belediyesi Yüksek Yapı Yönetmeliği'ne (1996), göre: Yüksek bina, genel olarak yakın ve uzak çevresini, fiziksel çevre, kent dokusu ve her türlü kentsel alt bina yönünden etkileyen bina türüdür [7].
- Yüksek binaları, bir çerçeve strüktürle inşa edilmiş, yüksek hızlı asansörlerle desteklenmiş, alışılmışın dışında bir yüksekliğin, alçak binalarda da bulunabilecek olağan mekânlarla birleştirildiği çok katlı binalar olarak tanımlanmaktadır.
- Yüksek Bina ve Şehir Habitatı Konseyi (CTBUH) yüksek binaları, New York şehrinde itfaiyecilerin ulaşabildiği yükseklik sınırı olan 10 kat ve üstündeki binalar olarak tanımlanmaktadır.
- Amerika Isıtma Soğutma ve İklimlendirme Kurumu'nun (ASHRAE) tanımına göre ise, yüksekliği (H), rüzgârı karşılayan genişliğinin (W) üç katından fazla olan binalar yüksek binalardır [7].
- “Türkiye'de İmar yönetmeliklerinde 10 kat veya daha çok katlı bina, yüksek bina kabul edilir” [8].
- Yapı mühendisliği açısından bir başka tanımlamada ise, “Yüksek binalar, bina mühendisliği açısından bakıldığından, en üst kat döşemesinin, binanın oturduğu zemin yüzeyinden yüksekliği 22 m. ve daha fazla olan binalardır. Bu üst sınırı aşan binalarda, yatay yüklerin (deprem, rüzgâr) taşınması düşey yüklerle oranla daha fazla önem kazanmaktadır” [9]

Yüksek binalar tanımlarda farklılık gösterdiği gibi ülkeden ülkeye de farklılık göstermektedir. Bu faklılıklarla aşağıda sıralanmaktadır:

- Almanya .....22mt. ve daha yüksek binalar
- İngiltere .....28mt. ve daha yüksek binalar
- İsviçre .....25mt. ve daha yüksek binalar
- Rusya .....36mt. ve daha yüksek binalar

- Avusturya.....40mt. ve daha yüksek binalar
- Türkiye .....40mt. ve daha yüksek binalar [10].

### 2.1.2 Yüksek Binaların Sınıflandırılması

- 12–25 kat arası binalardır. Artık birçok şehrimizde bu türden binaların örneklerini görmekteyiz.



Şekil 2.1 BMW Head Qarters (101 m.- 22katlı), Münih/Almanya) , Karl Schwanzer [11].

- 25 ile 55 kat sınırı arasındaki binalardır ki, bu binalar özel tedbirlerin alınmaya başlandığı bina türleridir. Son yıllarda ülkemizde bu tür binaların sayısı giderek artmıştır.



Şekil 2.2 21st Century Tower (269m.-55katlı) ,Dubai/BAE, WS Atkins and Partners [12].



Şekil 2.3 111 South Wacker (208m.-51katlı) ,Chicago/ABD, Goettsch Partners [13].



Şekil 2.4 120 Collins Street (264m.-52 katlı),Melbourne/Avustralya, Hassel Daryl Jackson [14].

•55–75 kat sınırı arasındaki binalardır. Henüz ülkemizde bulunmamaktadır.



Şekil 2.5 AT&T Corporate Center (307m-60 katlı), Chicago/ABD, Adrian D. Smith [15].



Şekil 2.6 John Hancock Center (368m-72 katlı), Chicago/ABD, Skidmore, Owings and Merrill [16].

•75 katın üzerindeki binalar, “süper gökdelen” olarak adlandırılırlar. Kat adedi 70–110 arasında değişen bu binaların sayısı halen dünyada 50’yi geçmemektedir. Bu tür binalardan da ülkemizde hiç bulunmamaktadır [17].



Şekil 2.7 Aon Center (346m-83 katlı) ,Chicago/ABD, Edward Durell Stone [18].



Şekil 2.8 Bangkok,/Tayland, Plan Architects [19].

### 2.1.3 Yüksek Binaların Gelişimi

Yüksek binaların ilki, tarihte Mısır'daki Keops Piramiti'dir. M.Ö 2600 da inşa edilmiş olan bu bina 137m yükseklikte olup, tamamen taştan yapılmıştır. Bu piramit bir firavun mezarı olup, simgesel olarak yüksekliğin önem kazandığı bir mimari ifade türüdür. M.Ö. 600'de Babil'de pişmiş kerpiçten yapılan ünlü Babil Kulesine rastlarız. Bu binanın yüksekliği 90m. dir. Kumdan imal edilen tuğlalarla yapılan ilk bina Ulm Katedrali'dir ki bu katedral ile yükseklik ilk defa 162m.'yi aşmıştır [20].

18.yy.'ın sonlarında dökme demirin bulunması, daha sonra endüstri devrimi ile birlikte çelik üretiminin gelişmesi 1850'li yıllarda önce demir, sonra çelik çerçeve sistemlerinin kullanılmasını sağlamıştır. Ağır yığma duvarlar yerlerini çelik çerçevelere ve cam yüzeylere bıraktığı görülmektedir.

Yüksek binaların gelişimini hızlandıran diğer çok önemli bir etken de, asansörlerdir. Strüktür malzemesi olarak çeliğin ve düşey ulaşımda asansörün hızlı gelişmeleri ile çevresindekilere göre yüksek binalar 1880'li yıllarda Chicago ve New York 'ta yapılmaya başlamıştır [21].

Yükseklik, çelik çerçeve ve asansör unsurlarının birleştiği, Chicago'da 1883-1886 arasında inşa edilen 'Home Insurance Building' (Mimar William Le Baron Jenney), yüksek binalarla ilgili uluslararası bir kuruluş olan 'Council on Tall Building and Urban Habitat' tarafından, dünyanın ilk gökdeleni kabul edilmiştir [22].

A.B.D 'de 1890-1900 döneminde gökdelenlerin yükseklikleri hızla artmış, kule tipi narin binalar yaygınlaşmıştır (Pulitzer Binası). 1900-1914 arası, New York'ta yükseklik yarısı yaşanmıştır. 1908'de 187m.'lik Singer Building, 1909'da 213m'lik Metropolitan Tower, 1913'te de, gotik benzeri dış görünüşü ile bir devir başlatan 229.'lik Woolworth Building (55 katlı) yapılmıştır. 1928-1930 arasında New York'ta yapılan 'Chrysler Building' yalnız rekor yüksekliği ile değil, çağdaş malzeme ve biçimlerle yapılan "Art-Deco" bezemeleri ve ilginç gece aydınlatması ile de dikkati çekmiştir.

1930-1931 yıllarında, dünyanın şu anda 4.yüksek binası olan, 102 katlı, 381m. Yüksekliğindeki 'Empire State Building' inşa edilmiştir. Bu binanın projelerine başlaması ile işletmeye açılışı arasında geçen süre, sadece 18 aydır. 'Empire State Building'in

57.000 ton tutan çelik taşıyıcı sistemi 6 ayda tamamlanmış, 1930 Temmuz ayında 22 günde 22 kat çıkmıştır.

1960'ı izleyen yıllar ekonomik yönden rahatlık getirmiştir. Bu dönem de fonksiyonla beraber dış ifade de önemli bir konu olmuştur. Beton kalitesindeki yükseliş, beton pompalarının faaliyete geçmesi, hafif betonun geliştirilmesi, kendi kendine yükselen kalıpların çıkması ve prefabrikasyonun gelişmesi yüksek bina teknolojisini bugünlere getirmiştir. Alüminyum giydirme cepheler ve yansıtıcı camların yüksek binalarda yaygınlaşması da bu dönemde olmuştur. Özet olarak bu dönemde, yüksek binaların taşıyıcı sistem, yapım sistemi, dış kabuk sistemi ve bilgisayar destekli hesaplama ve tasarım yöntemlerinde önemli gelişmeler kaydedilmiştir.

1989 yılı betonarme yüksek binalar açısından önemli bir teknolojik gelişmeye sebep olmuş, Dünya'nın şu andaki en yüksek betonarme binası olan, 79 katlı, 311 South Wacker Drive Binası yapılmıştır.

1960 sonrası yapılan çelik binalar arasında, 1968'de yapılan 344 m yüksekliğindeki John Hancock Center, 1973'te New York'ta yapılan 417m. yüksekliğindeki World Trade Center, 1974'te Chicago'da yapılan ve şu anda dünyanın en yüksek binası olan 443 m yüksekliğindeki Sears Tower sayılabilir. Yüksek Binalar Avrupa'da ilk defa 1950'lerde görülmeye başlamış ve 30-50 katlı binalar yapılmıştır. Avrupa'nın önemli yüksek binaları arasında asma sistemle yapılmış 100m yüksekliğindeki Münih BMW Binası, 205 m yükseklikteki Paris Fiat Binası sayılabilir.

Uzak Doğu ülkeleri de, yüksek binaların hızla çoğaldığı ülkelerdir. 1988'de Hong Kong'ta yapılan 72 katlı, 368 m yüksekliğindeki Bank of China dönemin önemli yüksek binalarındandır [23].

Teknolojinin gelişmesine paralel olarak, Türkiye'de de yüksek binalar gelişim göstermektedir. Türkiye'de yüksek binalar 1950'lerde gündeme gelmiştir. 1970'lerin ortalarına kadar 25 katı geçmeyen yüksek binalar yapılmıştır. 1975–1985 yılları arasında kat sayıları biraz daha artmıştır. Türkiye'nin belli başlı yüksek binaları arasında Harbiye Orduevi (28kat, 88m.), İş Bankası Genel Müdürlüğü Binası (29kat, 91m.), Sabancı Center(39kat,99m.) binaları sayılabilir.



Şekil 2.9 Harbiye Orduevi (88m. -28 katlı), İstanbul/Türkiye [24].



Şekil 2.10 İş Bankası Genel Müdürlüğü Binası (91m. -29 katlı), İstanbul/Türkiye [25].



Şekil 2.11 Sabancı Center (140 m-34 katlı, 39 katlı-158 m), İstanbul/Türkiye [26].

#### 2.1.4 Yüksek Binaya Yönelmenin Nedenleri

Yüksek binaların ortaya çıkmasında birçok sosyal, ekonomik ve kültürel neden bulunmaktadır. Sosyal ve ekonomik açıdan bakıldığından, şehirlerde nüfus artışı, iş hacminin büyümesi ve çeşitlilik kazanması, kentsel alanların daha etkin kullanılması

gereği gibi nedenler sayılabilir. Kültürel açıdan bakıldığından toplumsal yapıdaki değişimler ve artan gereksinmeler, farklı bina tipolojilerini zorunlu hale getirmiştir. Önceki dönemlerde büro olarak başlayan dikey gelişme, daha sonra yüksek toplu konutları ortaya çıkarmıştır. Bunlarla birlikte yapım teknolojisindeki gelişmeler binaların yükselme engelini ortadan kaldırmıştır. Bunlar dikkate alındığında yüksek bir bina bulunduğu şehrin fiziksel, kültürel, sosyo ekonomik ve teknolojik gücünü ifade etmektedir [27].

Yüksek binaları ortaya çıkaran nedenler aşağıda sıralanmıştır:

- Şehirlerde inşaat alanlarının azalması

Nüfusun sürekli artışı ve şehirlerde yoğunlaşması nedeniyle binalara duyulan gereksinim artmaktadır. Kentlerdeki kullanım alanlarının azalması sebebi ile bu alanlardan maksimum şekilde yararlanmak için kat sayılarında artma başlamıştır.

- Arsa fiyatlarının artması

Bina yapılacak arsaların azalmasının doğal sonucu olarak, arsa fiyatlarında artış başlamıştır. Pahalı arsalarda yapılan binalardan maksimum karın sağlanmak istenmesi, yüksek binayı ortaya çıkaran bir nedendir.

- Belirli arsalara kapsamlı bina programının yerleştirilmesi ihtiyacı

Belirli arsalara kapsamlı bina programlarının yerleştirilmesi ihtiyacı kat sayısının artırılması ile çözüm sağlanmaya çalışılmıştır.

- Firmaların büyümesi ve saygınlık kazanma amacı

Firmaların birbirine yakın mesafede çalışma gerekliliğinden dolayı iş merkezlerinin, şehirlerin belli bölgelerinde yoğunlaşması, buralarda yüksek binayı gerektiren nedenler arasındadır.

- Reklamcılık günümüzde önemli bir sektör haline gelmiş ve firmaların gelişimini etkilemeye başlamıştır. Rekabet içindeki firmaların kendi binalarının yüksekliği ile reklam yapma istekleri, yüksek binaları ortaya çıkaran diğer bir nedendir.

- Teknolojik nedenler

19. yy'dan sonra, yapım teknolojisi alanındaki gelişmeler, yüksek binaların ortaya çıkışında önemli paya sahip olmuşlardır. Bu gelişmeler; asansörün ve hidroforun icadı, çeliğin taşıyıcı sisteme kullanılmaya başlaması, yangın önleme sistemlerinin gelişimi, yapım sistemlerinin gelişimi, betonarmenin gelişimi, malzemelerdeki gelişmeler, giydirmeye cephe uygulamasındaki gelişmeler, deprem mühendisliğindeki gelişmeler ve havalandırma, aydınlatma sistemindeki gelişmelerdir [28].

### **2.1.5 Yüksek Binaların Olumlu ve Olumsuz Yönleri**

#### **Yüksek Binaların Olumlu Yönleri**

- Kentsel yayılmanın engellenmesi ve böylece yeşil alanların korunması, yapışmaya açılmamış yeşil alanların korunması,
- Konut ve iş arası mesafelerin nisbi yakınlığı, kısa ulaşım mesafeleri ve daha az enerji tüketimi, daha az zaman ve enerji kaybı,
- Gökyüzünde mekân duygusu, trafik, gürültü ve kirlilikten uzak, güvenli mekânlar oluşturma isteği,
- Şehirlere değer ve canlılık katma, kentsel nirengi,
- Yüksekte manzara, doğal ışık ve havaya daha fazla erişim,
- Kat planlarının ve kullanılan malzemenin standartlaşması, ön üretimden yararlanma [29].
- Kapsamlı programlı binalara olanak sağlama,
- Sınırlı alanda yoğun kullanım sağlama,
- Ulaştırma ve taşimanın düşey çözümü ile insan enerjisinin ve zamanın daha verimli kullanılması,
- Farklı işlevler içerebilmeleri [30].

## **Yüksek Binaların Olumsuz Yönleri**

- Belli yerleşim bölgelerinde aşırı yoğunluk, mevcut altyapıya ek yük,
- Yüksekte olmanın yarattığı psikolojik sorunlar, (konutlarda) sosyal iletişimsızlık,
- Terör saldırısına karşı güvenlik korkusu,
- Mekanik havalandırma ve aydınlatma gereksinimlerinde artış,
- Bina yapımında ve işletme sürecinde daha fazla enerji kaybı [31].
- Nüfus ve faliyet yoğunluklarının artmasının altyapıyı zorlaması,
- Hava trafiğine etkileri,
- Komşu binalar üzerinde gölgeleme ve rüzgarı kesme etkisi,
- Yapım, bakım ve işletme giderlerindeki yükseklik,
- Faydalı alan yüzdesinin yatay çözümlere göre önemli ölçüde azalması,
- Çevre üzerinde gölge, manzara, engelleme gibi olumsuz etkiler [32].

### **2.1.6 Şehir Dokusunda Yüksek Binaların Değerlendirme Ölçütleri ve Yer Seçimi**

Yüksek binalar neden olduğu sorunlar dikkate alınırsa, rastgele yerlerde değil, yoğunluğu artırmayacak ve şehrin mevcut alt binasına fazla yük getirmeyecek yerlerde ve uygun yükseklikte yapılmalıdır [33], [34].

Aşağıda belirtilen ölçütlerin yer seçimi ve tasarım sürecinde dikkatle ele alınması gerekmektedir.

- Bina doğal topografayı bozmamalı, kentsel ölçek ve yoğunluğa, cadde düzenine ve şehir dokusuna olumsuz yönde etki etmemelidir.
- Dünya mirası sayılan alanlara zarar verilmemeli, tescilli anıtları, binaları, koruma alanlarını, tarihi parkları, bahçeleri, peyzaj alanlarını, su yollarını, seyir teraslarını görüş alanlarını korumalıdır.
- Altyapı kapasitesinin yeterli olduğu yerlerde yapılmalıdır.

- Form, kütle, tepe formu, cephede kullanılan malzeme... v.b. faktörler açısından çevre binalara uyumlu olmalı, beğenin göremelidir.
- Zemin katları kamusal düzen ve yaya trafiği ile uyumlu olmalı, sunduğu olanaklarla sosyal yaşantıyı geliştirmeli, mekan duyusu yaratmalıdır.
- Çevrenin mikro iklimsel özelliklerini değiştirmemelidir.
- Teknolojik gelişmelere dayalı olmalıdır.
- Çevresel, sosyal ve ekonomik açıdan en ileri düzeyde sürdürülebilir olmalıdır [35].

## **2.2 Yüksek Binalarda Sürdürülebilir Mimarlığın Uygulanmasına Gereksinim Duyulmasının Nedenleri**

Yapı, bina yapım aşamasından yıkım aşamasına kadar çevreye sayısız etkide bulunmaktadır. Üretiminin daha ilk evrelerinde bina alanına yapılan müdahaleler ekolojik karakteristikleri değiştirmeye başlar. Geçici olsa bile, inşaat makine ve personelinin kalabalığı ve inşaat işinin kendisi yerel ekolojiyi rahatsız eder. İnşaat malzemelerinin doğadan toplanması ve üretilmesi de küresel ekolojiye geri dönenlemez biçimde etki eder. Enerji ve su tüketen kullanıcıların zehirli gazlar ve kanalizasyon üretmesinin, inşaat içinde kullanılan kaynakların elde edilmesinin, kullanıma hazırlanmasının, taşınmasının ve kullanılmasının çevre üzerinde birçok olumsuz etkisi bulunmaktadır [36].

Yapının çevre ve insan sağlığı konusunda yarattığı çevresel sorunları iki ana başlık altında toplamak mümkündür. Tasarımcılar için; sağlık ve konfor problemleri; binada, iç ortam hava niteliği, ısı ve nem düzeyi, aydınlatma ve akustik koşullarının insan konfor şartları açısından uygunluğunun sağlanması sorunlarıdır.

Çizelge 2.1 Sürdürülebilir mimarlık ilkeleri ve kapsamları [37].



Ekolojik sorunlar ise, toprak, enerji, su ve malzeme kaynaklarının tutumlu kullanımı ve binaların çevreye yaptığı zararlı etkilerin indirgenmesi olarak özetlenmektedir [38].

Çizelge 2.2 Yapı kaynaklı çevresel sorunlar [39].

Sağlık ve Konfor Sorunları		Ekolojik Sorunlar	
-İç Ortam Hava Kalitesi	Kaynakların Kullanımı	Ekolojik Etkiler	
-İşit Konfor	-Enerji	-Küresel Isınma	
-Akustik Konfor	-Su	-Kirlilik	
-Görsel Konfor	-Malzeme	-Atıklar	

Yukarıda sürdürülebilirlik, sürdürülebilirliğin mimari ile olan ilişkisi üzerinde kısaca değinilmiştir. Bu verilerde de görüldüğü gibi bir binalardaki önemli ölçütlerden biri enerji tüketimidir. Yüksek binalarda enerjinin büyük bir kısmı iklimlendirme ve aydınlatma için harcanmaktadır. Isıtma yalnız kış ayları için bir gereklilik olsa da binalarda kullanılan yoğun elektronik sistemler yaz-kış soğutma gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. Binaların havalandırma, aydınlatma, iklimlendirme sistemlerinde enerji tüketiminin optimize edilmesi, doğal çevrenin korunmasında etkili olacaktır. Doğal çevrenin korunmasına yönelik olarak binanın yerleşim kararları alınırken alanın topoğrafik özellikleri, bitki örtüsü, iklim özellikleri (güneş, rüzgâr, ısı, nem), yer altı ve yer üstü zenginlikleri, jeolojik yapısı analiz edilmelidir [40], [41].

Enerji etkin yüksek bina; bölgenin meterolojik ve iklimsel verilerine göre pasif uygulamaların kullanıldığı, doğal çevre ile etkileşim içinde olan, yapımında ve işletilmesi sırasında az enerji kullanan bina olarak tanımlanmaktadır.

Yüksek bir binanın ortaya konması oldukça karmaşık bir iştir. Karar verme sürecinde ele alınması gereken çeşitli konular vardır.

Bu konular aşağıda belirtilmiştir [42].

- Binanın yapılacakı yer,
- Yüksekliği,
- İklim ve manzaraya göre yönlenme,
- Kat alanlarının büyülüğu,
- Kat yüksekliği,
- Düsey sirkülasyon sistemi,
- Servis sistemleri,
- Kütle formu,
- Cephe,
- Taşıyıcı sistem ve temeller,
- Yapım metodu,

Metorolojik, fizikal ve coğrafi olarak tüm yönleri aynı olmamasından dolayı binanın cepheleri de farklı olmalıdır. Bu farklılık iklim verilerine göre tasarım anlamına gelen enerji etkin tasarım, kütle tasarımının yanı sıra cephelerin performansında değişkenlik göstermektedir.

Enerji etkin tasarımın amacı her zaman kullanıcı konforunun sağlanması ve bunun yanı sıra pasif önlemlerle enerji tüketimini azaltmaktadır. Bu doğrultuda malzeme tercihi ve doğal enerji kaynaklarının bilinçli kullanılması, sürdürülebilirlik açısından olumlu neticeler vermesidir.

Geçmişte sıcak iklimlerdeki binalarda havalandırma ve soğutma için mekanik veya 'aktif' yöntemler söz konusu olmadığından, pasif yöntemler geliştirilmiştir. Bunun için yalıtım değeri yüksek malzeme kullanımının yanı sıra, mekanlarda hava sirkülasyonuna olanak sağlayacak duvar boşlukları ve güneş kontrol elemanları tasarlanmıştır. Soğuk iklimlerde ise ısı kayıpları engellenmiştir ve bina kütlesi ısı depolama aracı olarak

kullanılmıştır. Sıcak ve nemli iklimlerde hava hareketlerini yakalayarak mekânlara yönlendirmek için rüzgar bacaları kullanılmıştır.

Yukarıda bahsedilen sistemler küçük ölçekli binalarda yüksek binalara göre kolaylıkla uygulanabilir. Örneğin; pencere açmanın mümkün olmadığı yüksek binalarda mekanik iklimlendirme sisteminin bulunmasıyla havalandırma problemi çözülmüştür. Giydirmeye cephe sistemleri ile tasarlanan binalar çalışma mekanlarına daha fazla gün ışığı sağlamış, yapay aydınlatma sistemleriyle mekan derinlikleri artmıştır. Bu durum iç mekan koşullarını olumsuz etkilememiştir ve enerji tüketimini artırmıştır [42].

Yüksek binalarda enerji etkin tasarım yaklaşımının ilk örneklerine gelişmekte olan ve yapım teknolojilerinden yararlanan ülkelerde rastlamak mümkündür. Örnek olarak 1942 'de Lucio Costa ve ekibinin LE corbusier ile ortak tasarladığı Rio'da Janeiro'daki Eğitim ve Sağlık Bakanlığı Binası verilebilir [43], [44].



Şekil 2.12 Eğitim ve Sağlık Binası/Rio'da Janeiro [45].

1973–1974 yılları arasında yaşanan petrol krizi, yalnızca tasarımcıları değil kullanıcıları da yapay iklimlendirme için tüketilen enerji üzerine odaklamıştır. Bu konu ile birlikte ofis binaları başta olmak üzere birçok büyük ölçekli binada enerji etkin tasarım yaklaşımı gündeme gelmiş, ancak sadece yapım gideriyle ilgilenen yüklenicinin dikkatini, bakım-onarım giderleri, kullanım sırasındaki enerji tüketimi ve çevresel etkiler gibi konulara çekmek kolay olmamıştır [46].

1970'lerin sonu ve 80'lerin başında farklı bir imaj ortaya koymak isteyen az sayıda tasarımcı, iklim kontrolü sağlamamın pasif yollarını aramaya başlamışlardır. Örneğin; Harry Seidler'in Pier Luigi Nevri ile tasarladığı Hong Kong Klüp ve Ofis Binası'nın (1984) cephesinde T-kesitli betonarme kırışır gölgeleme elemanı olarak kullanılmıştır [46].



Şekil 2.13 Hong Kong Klüp ve Ofis Binası, Hong Kong [47].

Aynı düşünce Sydney 'deki Grosvenor Place'te (1988) ön yapımlı gölgeleme elemanlarının kullanımıyla bir adım öteye taşınmıştır.



Şekil 2.14 Grosvenor Place, Sydney [48].

Gordon Bunshaft bu ofis binasında arap yarımadası'nın avlulu evlerini üçgen bir plan şemasına uyarlamıştır. Üçgen planın iki kenarı boyunca V şeklinde düzenlenen çalışma mekânları yükseklik boyunca iki kere yön değiştirmekte, arada kalan boşluklar ise gökavlu olarak kullanılmaktadır. Yapının dış cephesi taşla kaplanırken, gökavlu bakan cephe camla giydirilmiştir. Gökavluların düşeydeki düzeni baca etkisi yaratarak hava hareketi sağlamaktadır. Servis çekirdeğinin cepheye yerleştirilmesi daha etkin kullanım alanlarının olmasını sağlamıştır. Çekirdek bu şekilde ısı ve güneş tamponu olarak çalışmaktadır. Çöl ikliminin yüksek ısısı ve tozu doğal havalandırma zorunlu hale gelmektedir. Ancak gökavluların yarattığı baca etkisi, iç cepheerdeki ısısı 10 °C 'ye kadar düşürerek soğutma giderlerinden tasarruf sağlamaktadır [49].

Hindistan'ın Bombay şehrinde, Charles Corea tarafından tasarlanan Kanchanjunga Konutları, Enerji etkin tasarım ilkelerinin basit ve sade bir kütlede uygulandığı çarpıcı bir örnektir.



Şekil 2.15 Kanchanjunga Konutları [50].

Bu betonarme bina iki kat yüksekliğinde gökavlular içermektedir. Güneşlenen cephelerde boşluklar minimum düzeyde tutulmuştur.

T.R. Hamzah ve Dr.Ken 'a Yeang'ın 1980'lerden bu yana yaptıkları birçok tasarımla yüksek binalarda enerji etkin tasarım yaklaşımının öncülerinden olmuşlardır. Yeang'a göre az ve orta yükseklikteki binaların iklime göre tasarım ilkelerini yüksek binalara da uygulamak ve bu sayede enerji tasarrufu sağlamak mümkün ve gereklidir [51].

Bu ilkeler aşağıdaki gibi sıralanmaktadır [52].

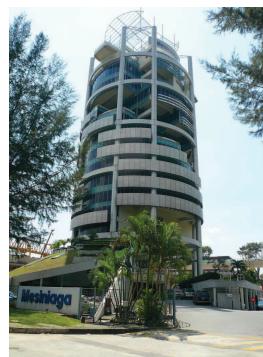
- Servis çekirdeğinin ısı kazançlarını engelleyecek, doğal yolla havalandırılabilecek ve aydınlatılabilecek şekilde cepheye yerleştirilmesi,
- Cephedeki açıklıkları ve cam cepheleri kuzey-güney yönünde tasarlayarak güneşlenme etkisini azaltmak,
- Cephede geri çekmeler, balkonlar, gökavlular, saçaklar ve güneş ekranları ile gölgeleme sağlamak,
- Atriumlar, hava boşlukları ve rüzgar tekneleri ile bina içine giren doğal hava miktarını artırmak,
- Açık giriş katı ile binaya hava girişini artırırken, sosyal mekanlar yaratmak,
- Düşey peyzaj tasarımı ile cephede gölgeleme sağlarken, havanın oksijen miktarını artırmak.

- Güneşlenen cephelerde termal performansı yüksek malzemeler kullanarak, yeterli ısı yalıtımı sağlamak.

Kean Yeang'ın iklimsel ve bölgesel verileri dikkate alındığında, aşağıda bulunan yüksek binalar örnek verebilir.



Şekil 2.16 IBM Plaza, Chicago [53].



Şekil 2.17 Menara Mesiniaga, Kuala Lumpur [54].



Şekil 2.18 Commerzbank Genel Merkezi, Almanya [55].

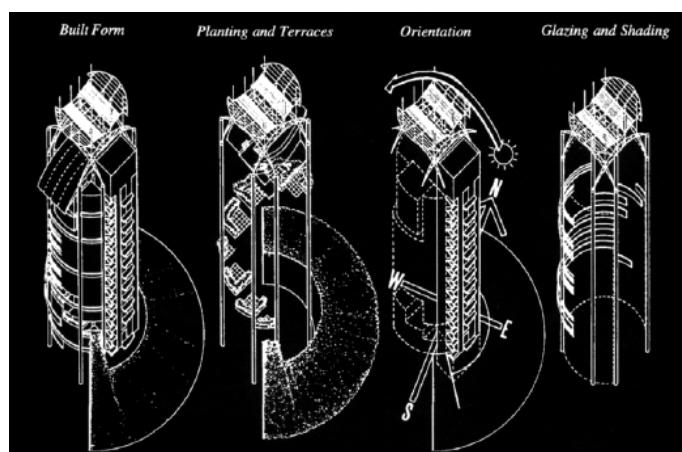
Enerji etkin tasarım yaklaşımının tasarımcıya ve bölgenin koşullarına göre, mimari form ve çevresel performans arasındaki ilişkiye odaklanma olanağı tanır; aynı zamanda yenilenemeyen enerji kaynaklarına bağımlılığı da azaltmaktadır.

1960 'lardan günümüze kadar, özellikle yüksek binalarda, enerji etkin tasarımında çok az gelişme olmuştur. Diğer bina tipolojilerinden farklı olan yüksek binalar kendine özgü tasarım esaslarına sahip olup, yeni teknolojilerden yararlanmayı gerektirmektedir.

İklim verilerine göre tasarım sadece ekonomik bir gereklilik değildir. Örneğin; sıcak iklimlerdeki binaların en çok güneş alan cephesinde dış duvar kalınlığının artırılması gerekebilir. Benzer şekilde asansör çekirdeğinin cephede yer olması da kat alanı etkinliğini azaltabilir. Enerji etkin tasarım yaklaşımın en geçerli nedeni binaların yaşam ömrü boyunca enerji giderlerinin azaltılmasıdır. Bu tür bir yaklaşımla yapım maliyetinden tasarruf sağlayamayabilir; ancak uzun vadede işletme giderlerini azaltacağı açıklıdır. Bu tasarruf % 30-60 kadar olabilmektedir [57].

Bu yaklaşımın altında yatan diğer bir neden de kullanıcılar üzerinde oluşturacağı olumlu etkidir. Bu şekilde sağlıklı ve konforlu ortamlar oluşturulabilmektedir.

Düzen gerekliliklerden biri de ekolojikluktur. Tasarım aşamasında alınacak bazı önlemlerle binaların enerji kullanımı azaltmak, zehirli gaz emisyonunu da azaltacak, buda yeryüzünün ekolojisine olumlu yönde etki edecktir [57].



Şekil 2.19 Enerji etkin tasarım yaklaşımı gösteren kavramsal çalışmalar [58].

Yüksek binalar ve yoğun yerleşimler günümüz şehirlerinin vazgeçilmez unsurlarından biridir. Doğal enerji kaynaklarını bilinçli kullanan enerji etkin yüksek binalar geleneksel binalardan farklı bir konuma oturmaktadır. Aynı zamanda bu binalar kullanıcılar için daha sağlıklı ve konforlu fiziksel ortamlar oluşturmaktır ve onları estetik açıdan da memnun etmektedir. Genel düşüncenin aksine, bu yaklaşım tasarımlı zorlaştırmayıp, kolaylaştırmaktadır.

### **2.3 Yüksek Binalarda Enerji Kullanımı**

Enerji, özellikle geride bıraktığımız yüzyılın başlarından itibaren ülkelerin rekabet üstünlüğü sağlamada istifade ettikleri en önemli unsurlardan biri olmuştur. İçine girdiğimiz yeni çağda ise, dünyadaki teknolojik yenilikler, uluslararası sınırların geçirgenliğinin artması, sermaye hareketleri için sınırların hemen hemen kalkmış bulunması ve iletişim alanındaki büyük gelişmeler hem dünyadaki enerji kullanımının miktarını ve hızını artırmış, hem de enerjiyi üzerinde durulması gereken en önemli sorunlardan birisi haline getirmiştir.

Bir yandan enerji ile ilgili olarak ortaya çıkan ozon tabakasındaki incelme, sera gazı emisyonlarının insan yaşamını tehdit eder boyutlara ulaşması gibi sorunlar, diğer yandan dünyadaki doğal enerji kaynaklarının (özellikle fosil yakıtların) hızla tükenmesi gibi riskler hem birer müstakil varlık olarak devletleri, hem de insanlık adına düşünme sorumluluğunda olan bilim adamlarını ve aydınları enerji konusuna daha çok yoğunlaşmaya ve bu alan üzerinde daha çok araştırma yapmaya sevk etmektedir. Bütün dünyada ülkelerin enerji konusuyla ilgili birimleri, karar vericileri ve üst yöneticileri güvenli, çevre standartlarını dikkate alan ve riski en aza indirgenmiş enerji politikaları üretmek için çalışmaktadır. Enerji arz sisteminin sürekli değişmesi, yeni teknolojilerin geliştirilmekte oluşu, enerji materyallerinin fiyatlarının kısa periyotlar içinde dramatik değişiklikler sergilemesi, özellikle dünyadaki stratejik dengeleri bozan petrolün fiyat istikrarının bulunması, bütün bunlara karşın enerjinin gündelik hayatımızdaki kullanım oranının ve vazgeçilmezliğinin son yıllarda fevkalade artmış olması; enerji ve elektrik enerjisi sistemlerinde tasarruf uygulamalarını ve verimlilik yaklaşımlarını zorunlu hale getirmektedir [59].

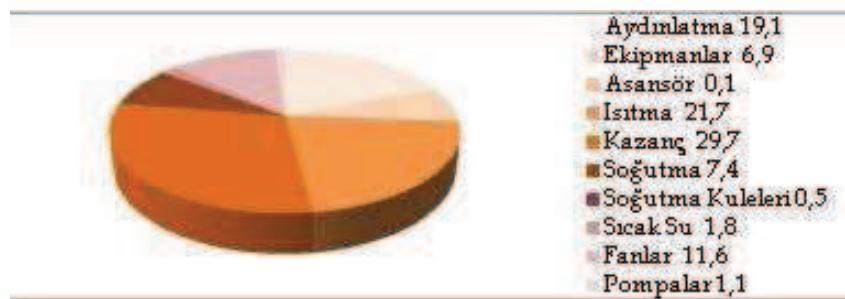
1970 'lerdeki enerji krizinden önce yapılan binalar, krizden sonra yapılan binalar, 1980'lerin binaları ve günümüzde gelişen yapım teknolojileriyle yapılmıştır. Yapılabilecek binaların enerji tüketimleri aşağıda karşılaştırılmıştır.

1970'lerden önce enerji sorununun ortaya çıkmadığı yıllarda yapılan binalarda, konfor koşullarının sağlanması için miktarı düşünülmeden enerji harcanmıştır. Açılabilen pencereler ve iç mekân hava iklimlendirmesi bir arada düzenlenmiş, iç gölgeleme elemanları ve şeffaf(filtresiz) tek cam kullanımı, yüksek miktarda yapay aydınlatma, konfor sorunlarının çözümü için yüksek miktarda enerji tüketimi ve ihmali edilemeyen miktarda yükü olan ekipmanlar kullanılmıştır. Bu şekilde Newyork ikliminde 20 katlı, 40x40 boyutlarında, cepheleri %50 camla kaplı varsayılan bir ofis binasında harcanan yıllık enerji miktarı yaklaşık  $328 \text{ kWh/m}^2$  olarak tespit edilmiştir. Enerjinin bina içindeki dağılımı aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil 2.20 Enerji krizi öncesi binalarda yıllık enerji tüketimi [60].

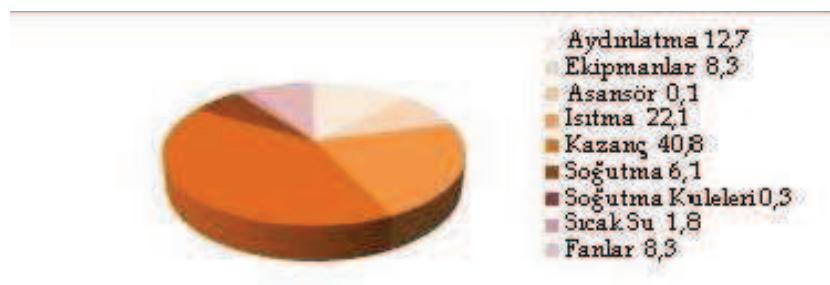
1970 lerdeki enerji sıkıntısından sonra, çeşitli önlemler alınmış ve yapılacak binalar için standartlar geliştirilmiştir. Çalışma mekanlarının taze hava alımının azaltılması, ısı yüklerini azaltmak amacıyla koyu ve yansıtıcı cam kullanılması, tek yerine çift camlı pencereler kullanılması, VAV (değişken hava miktarı) sistemi, ekonomizer, free cooling kullanımı pc'lerin ortaya çıkışını ile ekipman yüklerinde artış döneminin tipik bir binasında görülen özelliklerdir. Kullanılan ekipmanların artmasına rağmen alınan önlemler sayesinde aynı özelliklerdeki bir binada yıllık harcanan enerji miktarı  $230 \text{ kWh/m}^2$ ye düşürülmüştür, 1960' larda yapılan binalarla karşılaştırıldığında %30 kazanç sağlanmıştır. Enerjinin bina içindeki dağılımı aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil 2.21 Enerji krizi sonrası binalarda yıllık enerji tüketimi [60].

1970 yıllarda yapılan binalarda alınan önlemler, istenmeyen yan etkileri de beraberinde getirmiştir. Çalışma ortamlarında ısı yüklerini azaltmak için滤reli camların kullanılması ve dolayısıyla dış çevreyle olan bağlantının azaltılmasına neden olmuştur. Yeteri kadar taze hava alımı yapılmaması, değişken debili sistemlerin kullanımı ve yapay malzeme kullanımının artması, iç hava kalitesini düşürmüştür ve hasta bina sendromu gibi sorunlar ortaya çıkmıştır.

1990'ların başlarında inşa edilen binalarda, enerji tasarrufu sağlayan yöntemler devam ettirilirken kullanıcı sağlığı ile ilgili sorunlara da çözüm getirmek amaçlanmıştır. Dönemin binalarında taze hava alımı arttırlılmış, geliştirilmiş滤reli camlar ve fiziksel gölgeleme elemanları kullanılmış, aydınlatma cihazlarının renk kalitesi geliştirilmiş ve verimliliği arttırlılmış, yakın çevre için bireysel kontrol sağlayan sistemler kullanılmıştır, ekipman yükleri daha da arttırlılmış ve yer değiştirme sistemine dayanan iklimlendirme sistemleri kullanılmıştır. İç ortam koşullarının geliştirilmesi gerekliliği ve artan ekipman yükü, enerji tasarrufu gelişmelerini yavaşlatmıştır. Yine de bu dönemin binalarında enerji kullanımının; enerji krizi öncesi yapılan binalara göre %40 daha az olduğu görülmüştür. Yılın büyük bir kısmında Avrupa'da kullanılabilen gibi doğal havalandırmanın mümkün olmadığı New York ikliminde, dönemin binalarında yıllık enerji tüketimi  $200 \text{ kWh/m}^2$  nin altına düşmüştür.



Şekil 2.22 Çağdaş, yüksek performanslı binalarda yıllık enerji tüketimi [60].

Günümüzde gelişen yöntemler ile eskisine göre daha fazla kazanç sağlamak mümkündür [61].

Enerjiden tasarruf sağlamak için aşağıda bulunan maddeler sıralanmıştır;

- Enerjinin kullanımında verimli işletme ve bakımın teşvik edilmesi,
- Enerjinin verimli kullanıldığı binaların yayımı/ pazarlanması/ ödüllendirilmesi ,
- İyi tasarım ve işletmelerin ödüllendirilmesi,
- En verimli tasarım için yarışmaların yapılması. Kazanan tasarımın özelliklerinin yayımı,
- Tasarımcıların işbirliğinin artırılması,
- Bina sahibi ve kullanıcılarından tasarımcıya performans geri beslemesi sağlanması,
- Kullanıcılarla daha fazla koordinasyon,
- Mimar, elektrik mühendisi ve makine mühendisi arasında daha fazla koordinasyon,
- Isıtma güneşten yararlanma,
- Kullanılmış havadan ısının geri kazanımı,
- Enerjiyi verimli ve tutumlu kullanan donanım,
- Aydınlatmada gün ışığı kullanımı,
- İç mekanlara ışık sağlamak üzere çatı feneri, ışık tüpü kullanımı,
- Ofis kullanıcılarının kontrol edebildiği ışıklandırma,
- Işıklendirme için kullanıcı sensörleri,
- Pencereye olan uzaklığa göre bölgesel ışıklandırma,
- Pasif güneş tasarımı,
- Pasif güneş ısıtması,
- Gerekli cephelerde güneş kontrol elemanı kullanımı,

- Binaların/pencerelerin yönlendirilmesinde hakim rüzgarın dikkate alınarak doğal havalandırma imkanından yararlanma,
- Isı depolama,
- Aktif güneş ısıtması,
- Aktif güneş tasarımlı,
- PV (fotovoltaik paneller),
- Rüzgar enerjisinden güç üretilmesi,
- Havayı ısıtmak için vantilatör destekli tromb duvarı kullanımı,
- Isının bina içinde tutulması için gece kepenkleri/isı tutucu perdeler,
- Güney cephesinde güneş ısısından yararlanma,
- Elektro kromik cam,
- Low-e cam,
- Pencere gölgeleme elemanları [62].

### 2.3.1 Enerji Korunumuna Yönelik Tasarım Ölçütleri

Enerji korunumuna yönelik tasarımdaki amaç, minimum enerji kullanarak optimum fayda sağlamak olmalıdır. Enerji Türlerini temel iki başlık altında toplanabilmektedir.

• **Yenilenebilir Enerji:** Doğada devamlı olarak bulunan veya belli periodlarla yenilenen enerji kaynaklarıdır. Sonsuz enerji kaynağı olarak bilinen güneş, dünya var olduğu sürece mevcut olacaktır. Güneş, gel-git, dalga, rüzgar, odun ve barajlar da diğer yenilenebilir enerji kaynaklarıdır. Yenilenebilir kaynaklarının kullanımı aşağıdaki gibi sıralanabilir:

Rüzgar: Rüzgar enerjisinin mekanik enerjiye çevrilmesiyle enerji elde edilmesi (Değirmenler, elektrik santralleri)

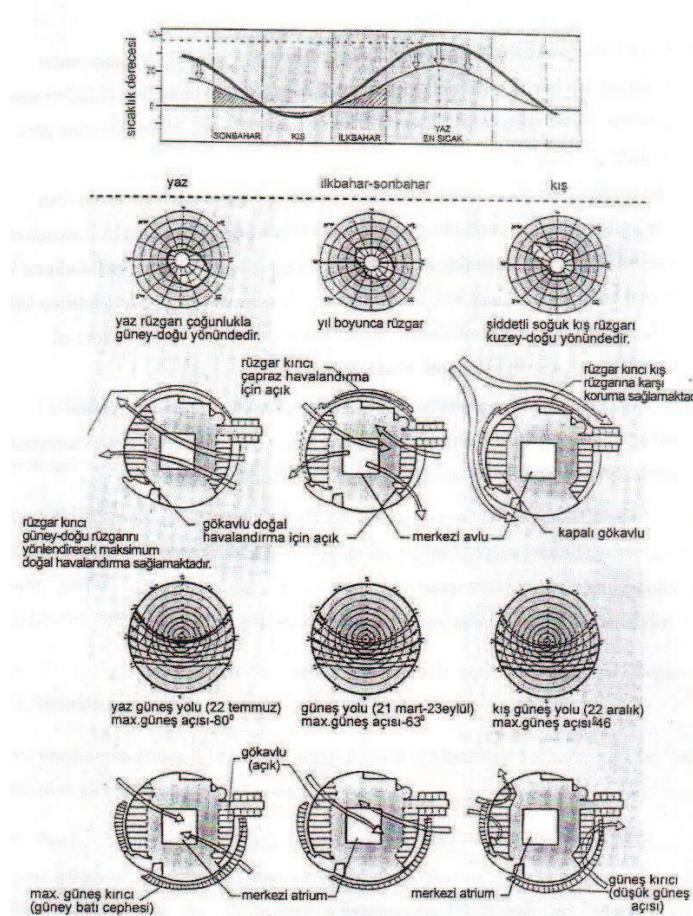
Su: Su enerjisinin mekanik enerjiye dönüşümüdür [63].

Güneş: Pasif solar sistemler yoluyla güneşten enerji kazanılması.(Kış bahçeleri, güneyde geniş cam yüzeyler) Aktif solar sistemler yoluyla güneşten enerji kazanılması (Kollektörler)

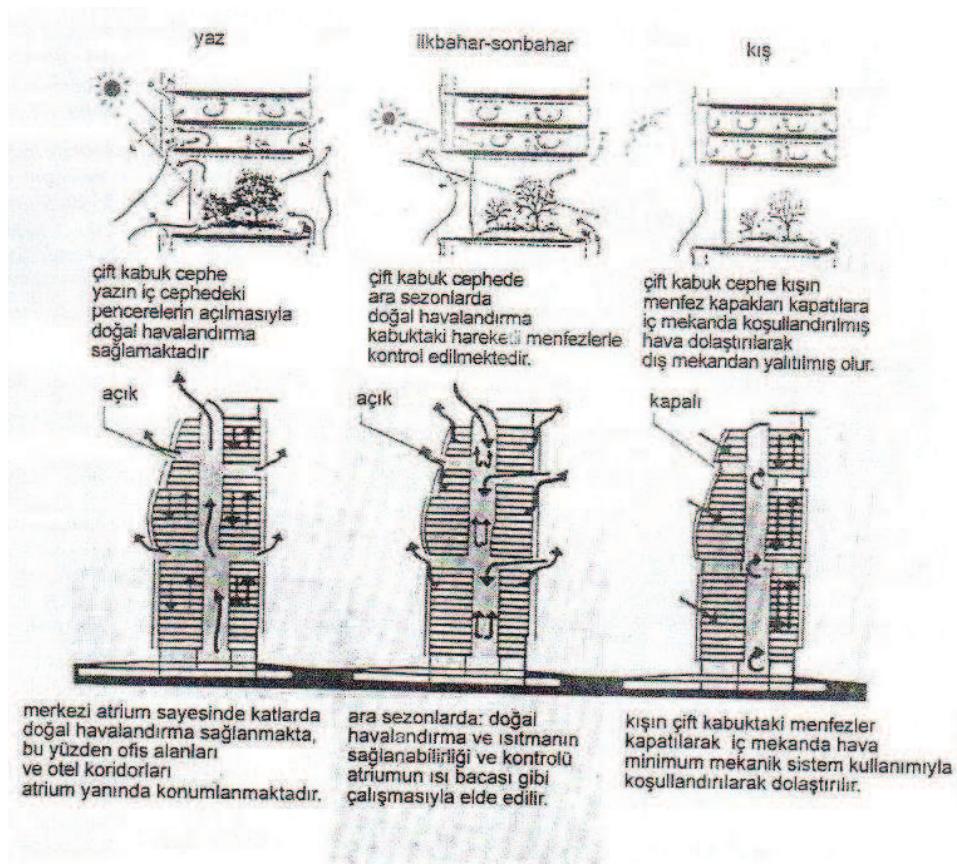
Fotoelektrik değişim yoluyla elektrik enerjisi kazanılması [64].

•Tükenir Enerji: Kalıcı kaynaklardaki enerjinin insan tarafından aşağı çıkarılmasıyla elde edilir. Fosil yakıtlar, doğal gaz, petrol, kömür ile nükleer ve kimyasal reaksiyonlar bunun örnekleridir [65].

Binalardaki enerji gereksinimlerinin iklimsel verilerle değerlendirildiği tasarım süreci yapım ve kullanım aşamalarında binalarda enerji tasarrufu sağlayacak, doğaya minimum zarar verecektir. Bu duruma bağlı olarak Shanghai Armoury Tower/Pudong-Shanghai binasının mevsimlere göre rüzgar, güneş kolektörleri ve havalandırma sistemi bulmaktadır.



Şekil 2.23 Shanghai Armoury, enerji korunum sistemi-1 (l'Arca )10, 1997[66].



Şekil 2.24 Shanghai Armoury, enerji korunum sistemi-1(I'Arca )10, 1997[66].

- Enerji etkin mimarlık, doğal çevrenin korunumunda ve enerji etkin tasarımlar yapılmasında büyük ölçüde etkili olduğundan bölgenin iklimsel değişiklikleri tasarım kararlarında etkili olacaktır. Bunun için tasarım aşamasında öncelikle mevsim değişikliklerine göre ısisal değişimler belirlenir.
- Mevsimlere göre rüzgâr yönleri belirlenir. Yazın güney-doğu, kışın kuzey-batı yönündeki rüzgarlar etkili olmaktadır. Yazın etkin rüzgar yönleri doğrultusunda rüzgar kontrol elemanları kullanılmaktadır. Baharda çapraz havalandırma yapılabilmesi için rüzgar kontrol elemanları açık tutulmaktadır. Maksimum çapraz havalandırma için iç avlu bahar ve yaz mevsimlerinde açık tutulmaktadır. Kışın ise rüzgar kontrol elemanları ve iç avlu kapalı tutulmaktadır.
- Mevsimlere göre güneşin açıları belirlenir. Maksimum güneş açıları yazın 80, bahar 63, kışın 46 derece olmaktadır. Yaz ve bahar mevsimlerinde güney-batı yönünde güneş kırıcı elemanlar kullanılmakta, iç avlu açık tutulmaktadır [66].

Sonuç olarak; enerji kullanım gereksinimlerinin en aza indirilmesi, enerji kayıplarının azaltılması ve enerji kazançlarının artırılması yoluyla sağlanabilmektedir. Bu duruma ilave olarak ta, sistemlerin birbiriyle doğru şekilde çalışmasıyla sağlanabilir. Genel olarak düşünüldüğünde enerji tüketimi binaların yapımı sırasında %20, kullanım aşamasında %80 oranında olmaktadır.

#### **2.4 Yapı Kabuğu Tasarımının Enerji Tüketimi ve İç Ortam Konforu Üzerindeki Etkisi**

Isıtma enerjisi ihtiyacı konut binalarında öncelikli konumda yer almaya devam ederken ofis ve yönetim binalarında soğutma enerjisi ihtiyacı artmaktadır. Yazın aşırı ısı kazanımından, kişi ise ısı kayıplarından koruyan elemanlar önem kazanmaktadır. Ofis binalarında, tüketilen enerjinin yaklaşık %40'ı ısıtma için, bir diğer %40'ı havalandırma ve soğutma için kullanılmaktadır. Geriye kalan %20'lik oran yapay aydınlatma için kullanılmaktadır [67].

Konforun artırılması ve enerji tüketiminin azaltılabilmesi için, optimum güneş koruması ve gelişmiş gün ışığı sistemleri ile soğutma yükleri azaltılmalıdır. Bundan başka, aşırı ısı kazanımına karşı bina kabuğu tasarımları ile birlikte uygulanabilen gece soğutma çözümleri düşünülmelidir. Bu gereksinimlerin karşılanması için elemanlar tasarım ve kullanım sırasında esnek çözümlere imkan vermelidir. Şartlara bağlı olarak, mekan içindeki ısı kazanımı veya cephedeki ısıl geçirgenlik kayıpları, gölgeleme, yalıtım ve gün ışığı yönlendirme sistemleri ile minimize edilebilmektedir.

Günümüzde, gelişmiş yalıtım ve gölgeleme sistemleri ile yazın binalardaki enerji tüketimi etkin şekilde azaltılabilmektedir. 1970'li yıllara kadar inşa edilen binalardaki ısıtma enerjisi ihtiyacı yaklaşık olarak  $260 \text{ kWh/m}^2$  iken, yeni binalarda bu değer  $60 \text{ kWh/m}^2$  dolaylarındaadır [67].

Yüksek binalarda Enerji korunum stratejileri aşağıda özetlenmiştir:

Kış periyodunda gerekli olan ısı enerjisini kazanmanın yolları;

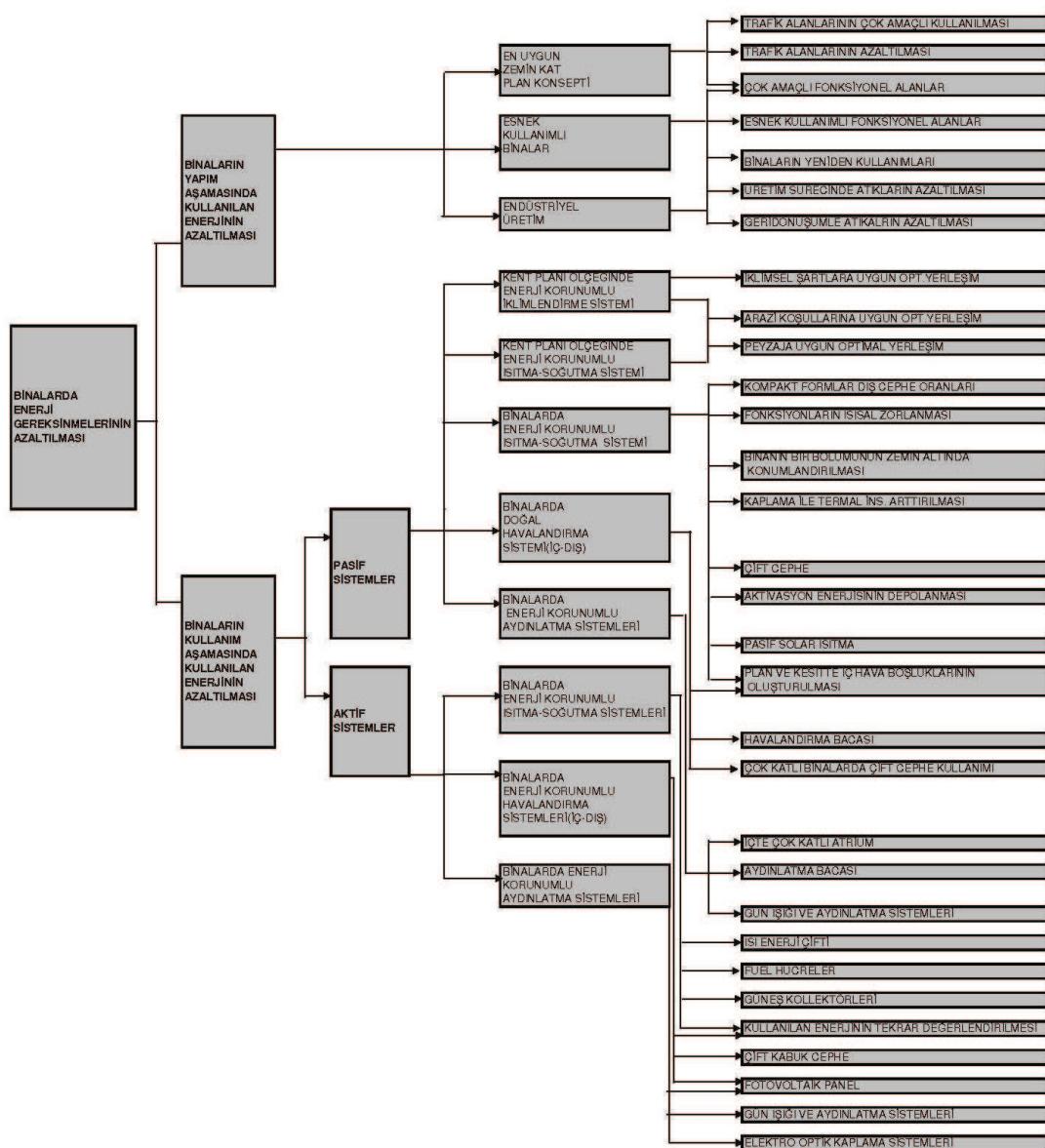
- İyi bir yalıtım yapmak,
- İSİ kaybı olan yüzey alanlarını azaltmak,
- Cepheleri rüzgardan korumak,

- Güneşlenme yüzeylerini artırmak,
- Strüktürün termal kütlesini 24 saat boyunca ısı depolama aracı olarak kullanıp, ani ısı değişikliklerine karşı önlem almaktır.

Yaz periyodunda istenmeyen ısı enerjisini önlemenin yolları;

- İyi bir yalıtım sağlamak,
- Güneşlenen yüzeylerde gölge elemanı kullanmak,
- Sıcak rüzgarlardan korunmaktır [68].

Çizelge 2.3 Enerji korunum sistem şeması [69].



## **BÖLÜM 3**

---

### **YÜKSEK BİNALARIN YERLEŞİM VE YAPI ÖLÇEĞİNDE TASARIM KARARLARI VE UYGULAMALARI**

Yerleşilen alanın fizyografik verileri (topografya, iklim, su, rüzgar, güneş, bitki örtüsü), binanın ısınma, soğutma, havalandırma gibi gereksinimleri için değerlendirilmelidir. Tasarım aşamasında yukarıdaki konularda bahsedilen Yeang'ın biyoklimatik tasarım olarak adlandırdığı uygulamalarda da olduğu gibi, doğal çevre verilerine bağlı olarak pasif ısıtma, pasif soğutma, doğal havalandırma gibi yöntemlerin kullanımıyla, binanın kullanım aşamasında gereksinim duyacağı enerji miktarı azaltılabilir. Enerji tüketiminin azaltılması ile gereksiz ısı üretimini ve bu şekilde bölge üzerindeki heat-island olarak adlandırılan etki azaltılmış olacaktır [70].

#### **3.1 Yapının Çevresi ile İlişkisi**

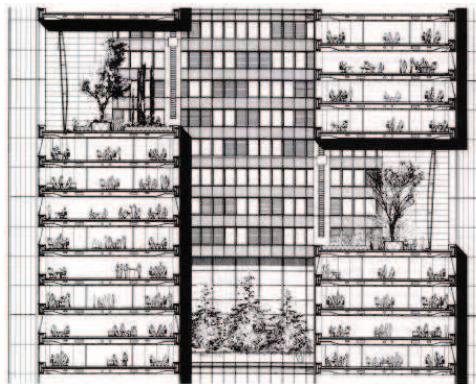
İnşa edilmiş çevre ve doğal çevre arasındaki ilişki kavranmalı ve tasarımlar bu yönde yapılmalıdır. Arsanın topografyası değiştirilmemelidir. Topografya üzerinde yapılacak değişiklikler, su akışını ve rüzgar şekillerini etkileyecektir. İnşa edilmiş çevre, yakın ve uzak çevre ölçüğünde –bitki örtüsü, su kaynakları, hayvan türleri ve insanlar üzerinde – olumsuz etki yaratmayacak şekilde tasarlanmalıdır. Doğal çevre korunmalı ve çevre verileri değerlendirilmelidir. Givoni, (1991), uygun peyzaj teknikleri ve su yüzeylerinin kullanımı ile şehrə ait bir alanın mikro kliması değiştirilebileceğini belirtmiştir [71].

Yerleşim kararları alınırken toplu taşıma imkânlarını, motorsuz araç kullanımı teşvik eden tasarımlar yapılmalıdır. Yerleşilen arsanın doğası, su yatağı, (water table), çevredeki bitki örtüsü ve hayvan hayatı korunmalıdır. Toprak zemin kaplaması için

yağmur suyu geçişine imkân veren bir malzeme seçimine dikkat edilmelidir. Peyzaj tasarıımı, pasif amaçlar dışında, hava kirliliğini engellemesi nedeniyle de tercih edilmelidir [72].

Yapı, su yataklarına zarar vermemelidir. Yağmur suyu depolanmalıdır. Çevredeki su yüzeyleri, bina alanının mikro kliması üzerinde etkilidir. Su yüzeylerinin kullanımı, ortamda nemi artırıldığından kuru iklimlerde soğutma amacı ile kullanılabilirler, nemli iklimlerde konforu azaltıcı etkisi olabilir. Çatı havuzları, spreyler, fiskiyeler, sıvı haldeki suyun buhar haline dönüşmesi esasına dayanan buharlaşma yolu ile soğutma tekniklerindendir [73].

Uygun peyzaj ile yazın gerekli olacak soğutma harcamalarını %15 ile %35 arasında azaltılabilir. Rüzgar esisi yönünü değiştirerek rüzgardan korunma sağlarlar. Ağaçlar, düşen güneş işimlerinin çoğunu toplasalarda, sadece küçük bir kısmını geri verirler. %10 ile %30 arasında yeşillendirme artışı ile soğutma enerjisi harcaması %10 ile %50 arasında azaltılabilir. Ağaçlar ve çalılar binanın içindeki ve etrafındaki havalandırma koşullarını kontrol amacıyla de kullanılabilir. Ağaçlar gece topraktan gökyüzüne doğru giden işimleri yani ısı kaçışını engellerler. Böylece ağaçların çevresinde gece sıcaklığı daha fazla iken gündüz sıcaklığı açık alanlara göre daha azdır. Binanın çevresinde gece sıcaklığı daha fazla iken gündüz sıcaklığı açık alanlara göre daha azdır. Binanın çevresinde kullanılacak ağaçlar, gece esintilerini değiştirmemeleri için belli bir mesafede yerleştirilmelidir. Rüzgarlara açık cephelerdeki ağaçlar, binanın yüksekliğinin 1- 1,5 katından daha uzağa yerleştirilmemelidir. Kişiin yapraklarını döken ağaçlar, soğukta güneş işinlerinin alımına izin verirken, yazın güneş ışığına karşı gölgeleme sağlarlar. Cephelerde sarımsık türü bitkilerin kullanımı ise binanın kabuktan ısı alışverişini azaltacak yöntemleridir. Binanın, güneş ışığına en çok maruz kalan bölgesi olan çatının sıcaklığı, çim ekimi ile azaltılabilir [74].



Şekil 3.1 Commerzbank kış bahçesi kesiti [75].

Kean Yeang'a göre (Yeang, 1996) bir başka sorun da, ağaçlandırmaının ve hayvan türlerinin, topraktan ayrılmış ve uzaklaşmış olan üst katlara devamının nasıl sağlanacağıdır. Mimarlık ve özellikle de gökdelenler, küçük bir alanda toplanmış, inorganik malzemelerden meydana gelmektedir. Bu inorganik malzeme bütünü, yerleştiği alanın ekolojik dengesini bozmaktadır. Buna önlem olarak tasarımcı yüksek binada, içerde ve dışında, bitki, ağaçlandırma gibi, mümkün olduğu kadar çok ve uyumlu organik madde kullanmalıdır. Bu yüzden Yeang yüksek binalarda dikey peyzajı gereklı görmektedir. Bu duruma bağlı olarak ofis alanlarının çevresinde bir mikroklima yaratılmış, temiz hava sağlanmış ve konfor ısisal, görsel gibi çeşitli açılardan kontrol edilmiş olacaktır. Aynı zamanda binaların hem içine hem dışına uygulanabilecek peyzaj, estetik açıdan da değer katacaktır.

Motorlu araç ve özel araç kullanımının sıklığı, park alanı ihtiyacına, dolayısı ile yer kaybına neden olmaktadır. Günümüzde en çok kullanılan enerji türü fosil yakıtlar olduğundan, motorlu araç kullanımı çevre kirliliğine de neden olmaktadır, toplu taşıma araçlarının kullanımını artıracak düzenlemeler tercih edilmelidir. Planlama ile getirilecek, motorsuz araç kullanımı ya da yürüyüş olanakları da çevrede yaşayanların sağlığı üzerinde olumlu etkili olacaktır. Yaşama ve çalışma alanlarının birbirine yakın düzenlenmesi ile ulaşım için harcanan enerji azaltılabilir, aynı zamanda 24 saat hareketlilik mekanları daha güvenilir hale getirebilir [76].

Yüksek binalar aynı zamanda, yüksek seviyelerdeki güçlü rüzgarları, toprak seviyesine yönlendirebilir. Böyle bir durumda, yayalar için rahatsız edici ve hatta tehlikeli rüzgar hareketleri oluşabilir [76].

Yüksek binaların çevrede yaratacağı rüzgâr şekilleri, modeller üzerinde denenmeli ya da yerinde anemometre yardımı ölçülmelidir. Bu şekilde strüktürlerin yarattığı ve etkilendikleri hava akımının hassas tahminleri yapılabilmektedir.

Yapılacak yeni binalar doğal ve yapılı çevrenin diğer elemanları düşünülerek inşa edilmelidir [76].

Alçak katlardaki rüzgâr akımları, ağaçlandırma ile belli bir dereceye kadar kontrol edilebilmektedir. Ağaçlar, estetik ve gölgeleyici özelliğinin yanında, buharlaşma yolu ile serinlik de sağlayıcı olarak da işlev görürler [77].

### **3.1.1 Yer Seçimi (Enlem, eğim, topografik konum)**

Binanın bulunduğu yer; enerji harcamalarını etkileyen güneş ışınımı, hava sıcaklığı, hava hareketi ve nem gibi iklim elemanlarının değerlerinin bilinmesi için önemli olduğu kadar, binanın enerji etkinliğinde önemli rol oynayan mikro-klima koşullarının da belirleyicisidir [78].

#### **3.1.2 Enlem**

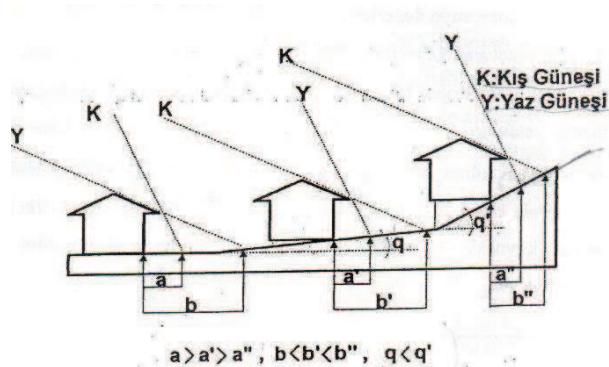
Yerkürenin belirli bir yerinde söz konusu yerin düşey düzleminin ekvator düzlemiyle oluşturduğu açı olarak tanımlanmaktadır. Ekvator güneş ışınlarının dik düşüğü enlemdir. Ekvatordan uzaklaşıkça güneşin geliş açısı azalır. Bu durum güneşlenme değerini azaltırken, objelerin gölge boyalarını uzatır ki bu iki ölçüt de ekolojik tasarım açısından çok önemlidir. Bu nedenle doğru bir yerleşim kararı vermek için enlemin bilinmesi şarttır [79].

#### **3.1.3 Eğim**

Yapıların güneşlenme değerlerini etkileyen bir diğer faktör de eğimdir. Ekvator ve kutuplarda eğimin güneşlenme üzerindeki etkisi yok denenecek kadar azdır. Ekvatordan uzaklaşıkça, eğimli arazilerdeki güneşlenme değerleri arasındaki fark artar.

Güneye yönelen eğimde, güneş ışınımı dike daha yakın geldiğinde gölgeler kuzeye yönelen eğimli arazilerden daha kısa olur. Güneye yönelen eğimli yüzeyler kışın güneş ışınimlarını dike en yakın alındıklarından, kuzey yarımküresi için en iyi eğim yönü olarak

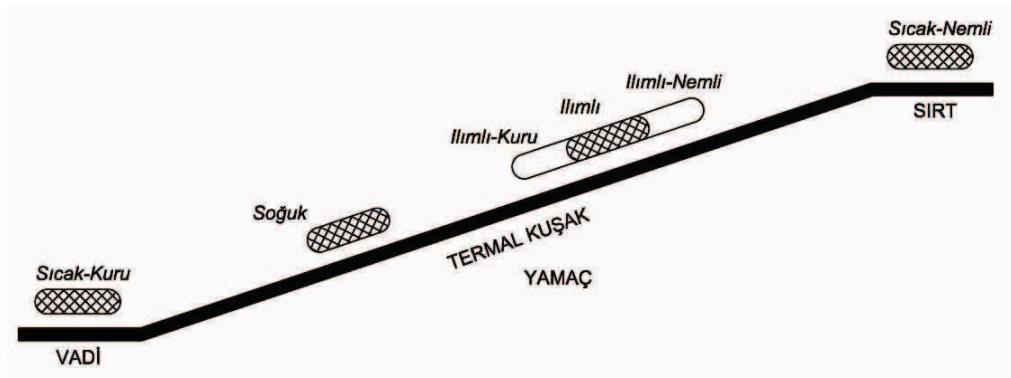
kabul edilir. Ayrıca kişiin meydana gelecek rüzgarlara karşı yerleşimi koruyacağından ısı kayıplarında azalma meydana gelecektir [80].



Şekil 3.2 Değişik enlemlerde gölge boyları [81].

### 3.1.4 Topografik Durum:

Değişik iklim bölgelerinde uygun topografik konumlar aşağıdaki tabloda belirtilmiştir.

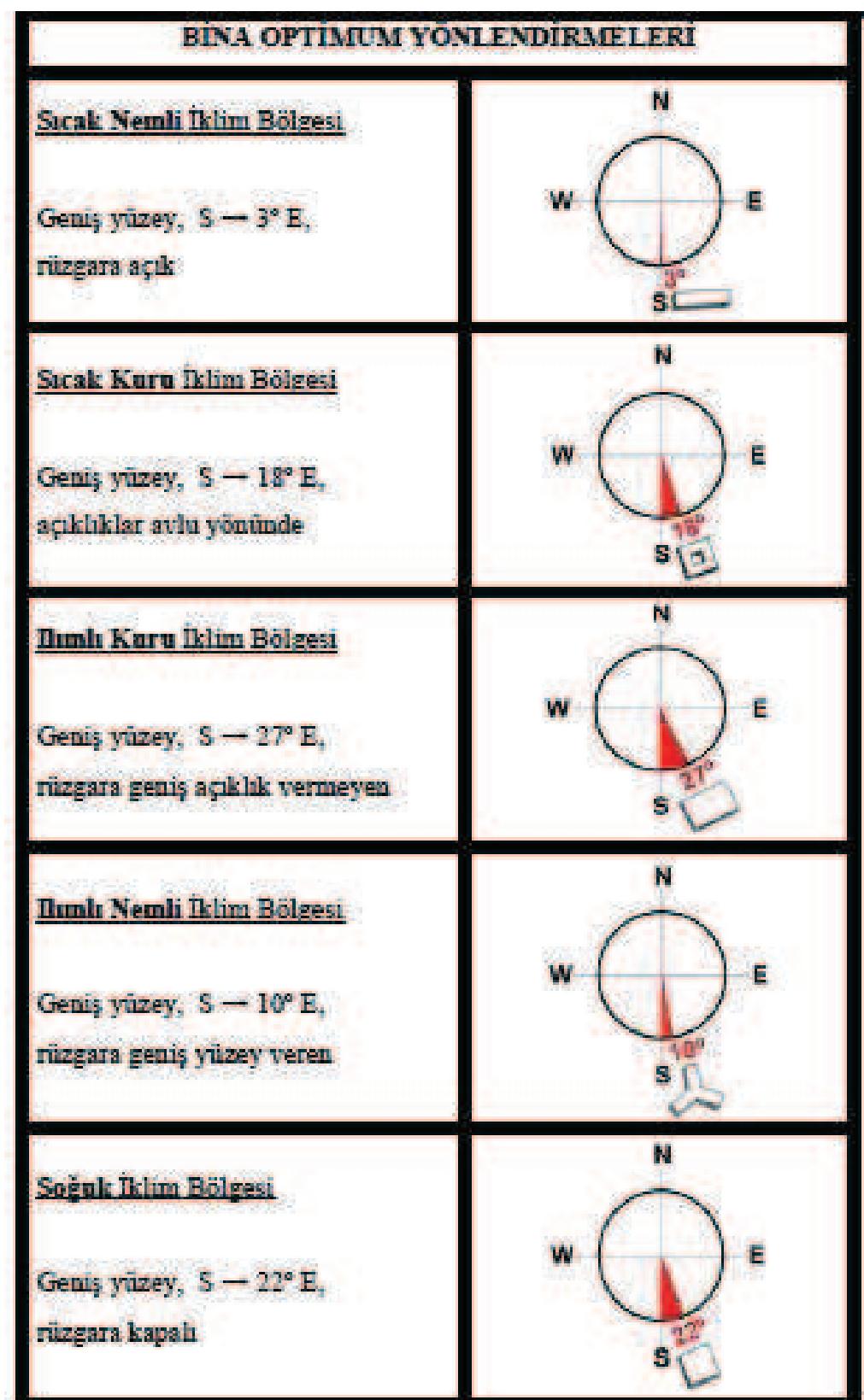


Şekil 3.3 Topografik durum [82].

Çizelge 3.1 Topografik yer seçim parametreleri [83].

MERKEZ ADI	İKLİM BÖLGESİ	YEREL YONU		YEREL EĞİMİ	YEREL KARAKTERİ
		WEST	EAST		
ERZURUM	SOĞUK	20°	45°	Maks. 22°	YAMAÇ
İSTANBUL	İLİMLİ-NEMLİ	13°	35°	Maks. 22°	YAMAÇ
ANTALYA	SICAK-NEMLİ	10°	19°	(Yatay). 0°-6°	SIRT
DİYARBAKIR	SICAK-KURU		40°	(Yatay). 0°-6°	OVA, GENİŞ VADİ

Çizelge 3.2 Bina optimum yönlenmeleri [84].



### 3.1.5 Bina Aralıkları

Bina aralarındaki aralıklara, bina yüksekliği ve binaların birbirlerine göre olan konumlarına bağlı olarak birbirleri için güneş ışınımı, rüzgar engelleri olarak işlev görebilirler.

Tasarım güneş ışınımının ısıtıcı etkisinin maksimize edilmesi, tüm güneşli saatler boyunca cephelerin direkt ışınımı etkisi altında kalmaları sağlanarak gerçekleştirilebilir. Bu durumun gerçekleşmesi için değerlerin bilinmesi, güneşe engel teşkil etmemeleri gerekmektedir [84].

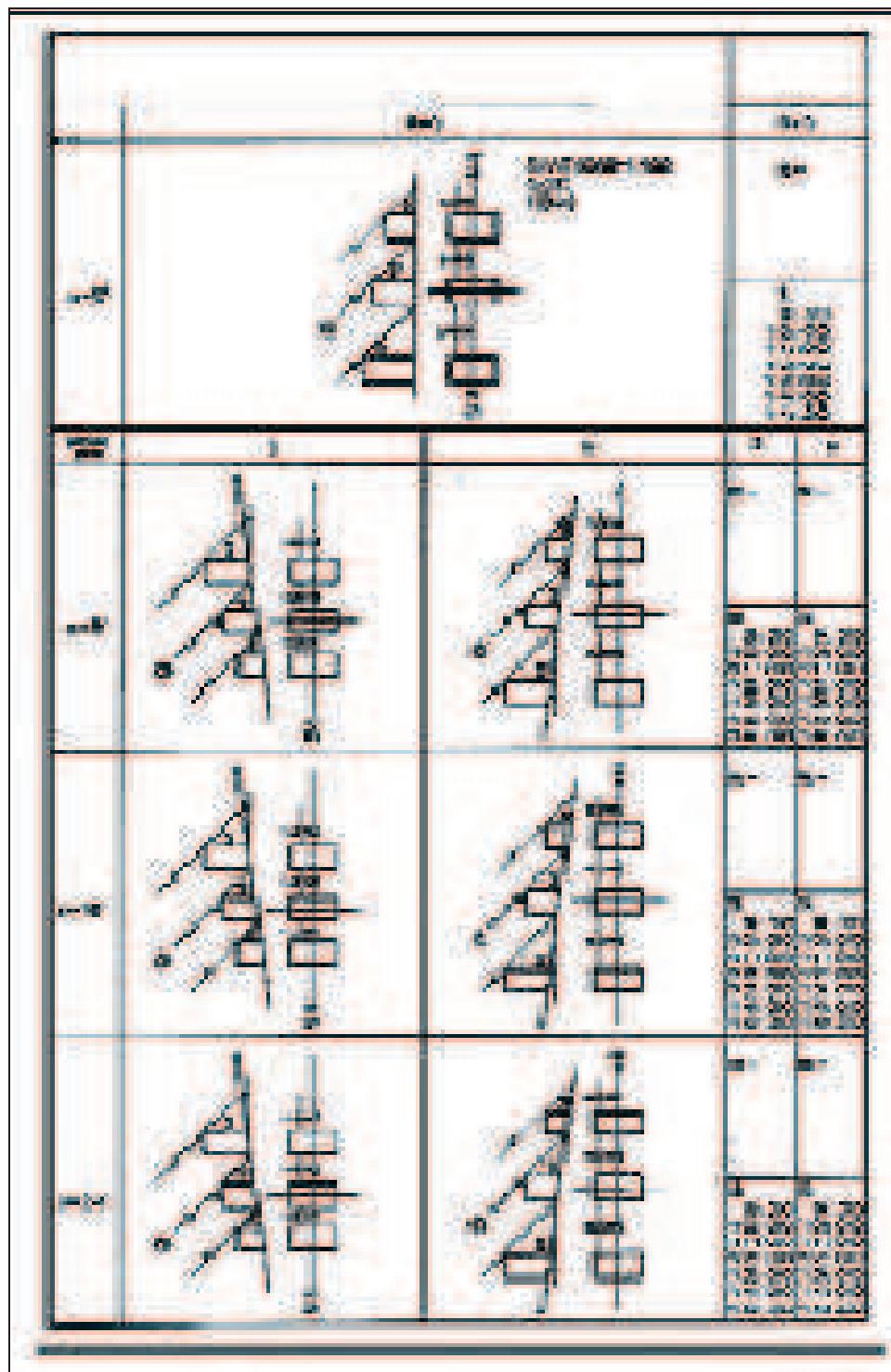
Güneş ışınımının cepheleri en üst yoğunlikte etkilemesi istendiğinde bina aralıkları, komşu (veya çevre) binaların verdiği en uzun gölgeli alan derinliğine eşit ya da bu gölge derinliğinden daha fazla olmalıdır.

Çizelge 3.3 Farklı iklim bölgelerine göre binalar arası açık mekan boyutlarının seçilebilecek uygun değerleri (hakim rüzgar doğrultusunda, rüzgara göre) [84].

BINALAR ARASI AÇIK MEKAN BOYUTLARININ SEÇİLEBİLECEK UYGUN DEĞERLERİ (hakim rüzgar doğrultusunda, rüzgara göre)	
<u>Sıcak Nemli İklim Bölgesi</u>  5H – 7H	
<u>Sıcak Kuru İklim Bölgesi</u>  2H – 5.5H	
<u>İlmih Kuru / İlmih Nemli / Soğuk İklim Bölgesi</u>  H – 5H	

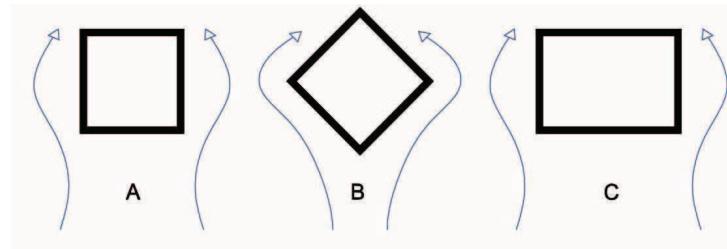
Binalar arasındaki uzaklıklar, binaların birbirlerinin güneş ışınımı kazançlarını ve yararlı rüzgâr etkilerini engellemeyecek şekilde belirlemeli. Bina aralıkları azaldıkça dış tasarım rüzgâr hızı da azalmaktadır [85].

Çizelge 3.4 Güneşlenme için binalar arasında olması gereken uygun mesafe [86].



İklim özelliklerine göre rüzgârin serinletici etkisinden kaçınmak ya da fayda sağlamak mümkündür. Örneğin; soğuk iklim bölgelerinde rüzgârdan korunmak için önlemler alınırken, sıcak ve nemli iklim bölgelerinde rüzgarın serinletici etkisinden mümkün olduğunda fayda sağlamak amaçlanmalıdır.

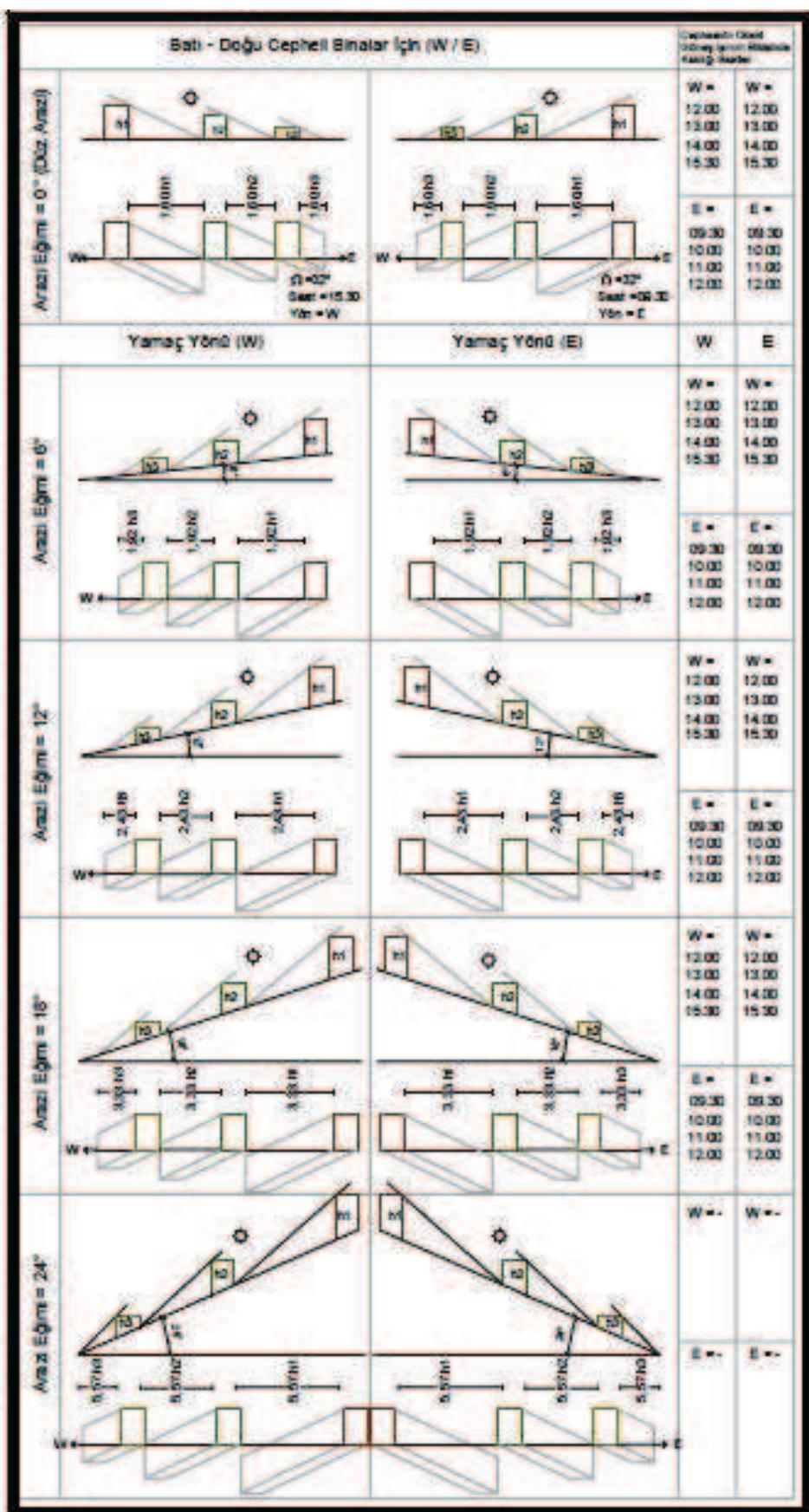
Binaların rüzgara karşı değişik açılarla yönlendirilmesi, bina havalandırılması ve soğutması açısından farklı sonuçlar vermektedir [87].



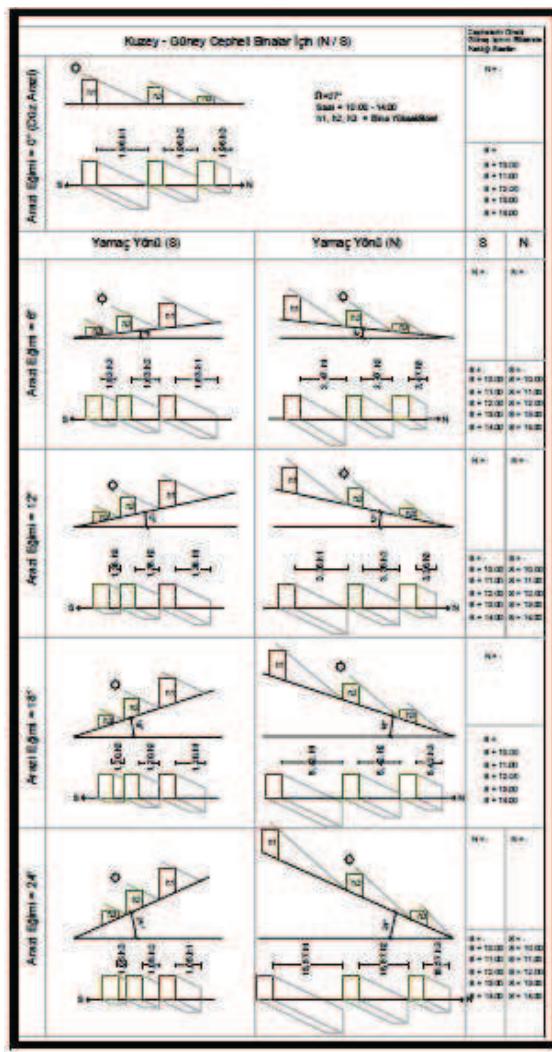
Şekil 3.4 Binaların rüzgara karşı farklı açılarla yönlendirilmesi [88].

- A. Kompakt form; Diğer formlara göre daha az rüzgar alırlar.
- B. Kompakt form; A formu ile aynı konfigürasyona sahiptir. Fakat yönlenme ve rüzgarla olan havalandırma ilişkisi burada daha fazla önem kazanmaktadır. Kışın binaya olan rüzgar akışı, emilim oranının artması yolu ile ısı kayıp oranını ve miktarını etkiler.
- C. Kompakt form ise; A'ya göre daha fazla rüzgara maruz kalacak fakat B'ye göre daha az rüzgar alacaktır.

Çizelge 3.5 Isıtma enerjisi korunumu açısından uygun bina aralıkları (W/E) [89].



Çizelge 3.6 Isıtma enerjisi korunumu açısından uygun bina aralıkları (N/S) [89].



### 3.1.6 Yön Seçimi

Binanın yönü; cephelerin doğrudan güneş ışınımından yararlanma oranını, toplam güneş enerjisi kazancını etkileyen, ayrıca rüzgar alma durumunu, dolayısıyla doğal havalandırma olanağını, binanın taşınım ve hava sızıntısı ile ısı kaybı miktarını etkiler. Bu nedenle yöne dikkat edilmeli, mekan organizasyonu da bu şekilde olmalıdır [90]. Kuzey yarımküre için güneşlenme süresinin en fazla olduğu yön güneydir. Ülkemizin içinde yeraldığı ekvatora yakın yerlerde kış mevsiminde binanın güneyi en fazla güneşlenme süresine sahiptir. Yaz aylarında ışığın dik gelmesinden ötürü doğu ve batı

yonlerine oranla daha az güneşlenme süresine sahiptir. Sonuç olarak; güney yönü doğu ve batı yönüne göre kışın daha sıcak yazın daha soğuktur [91].

Yer seçiminde ekolojik açıdan bir diğer faktör de rüzgardır. Yer seçiminde ekolojik açıdan bir diğer faktör de rüzgardır. Hakim rüzgar yönleri sabit alınarak tasarımda optimum değerler yakalanabilmektedir.

Çizelge 3.7 Hâkim rüzgar yönleri [92].

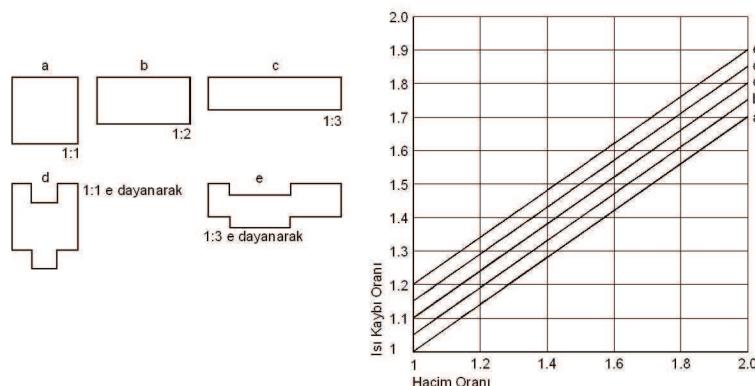
BÖLGE ADI	İKLİM	OPTİMUM YÖN	İYİ YONLER	
			W	E
ERZURUM	SOGUK	22°	20°	45°
İSTANBUL	İLIMLI-NEMLİ	10°	13°	35°
ANKARA	İLIMLI-KURU	27°	10°	56°
ANTALYA	SICAK-NEMLİ	3°	10°	19°
DIYARBAKIR	SICAK-KURU	18°		40°

### 3.1.7 Bina Formu

İlman iklim öğelerinde mümkün olduğunca kompakt ama soğuk iklim bölgelerine göre daha esnek bina formları enerji etkin tasarımda dikkat edilmesi gereken hususlardır.

Dış yüzeylerin alanı ne kadar azalırsa ısı alış verisi de o kadar azalmaktadır.

Örneğin dairenin çevresi daha küçüktür.



Şekil 3.5 Isı kaybı oranının çeşitli plan tiplerine göre değişimi [93].

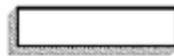
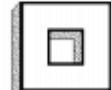
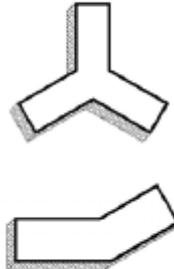
Aynı alana sahip formlar ne kadar kompakt ise çevrelerinin o kadar azaldığı yerel bir sonuç olarak ortaya çıkmaktadır.

Aynı hacme sahip farklı 3 boyutlu geometrilerin ısı kayipları görülmektedir. Yüzey alanı azaldıkça ısı oranı düşmektedir. Hacim ile ısı kaybı doğru orantılıdır.

Binaların form ve biçimleri, enerji korunumu açısından en sıcak dönemde minimum ısı kazancı, en az sıcak dönemde maksimum ısı kazancı sağlayacak şekilde seçilmelidir. Rüzgarın ısı kayıplarını artıracı etkisi göz önünde bulundurulmalıdır.

Soğuk ve sıcak kuru iklim bölgelerinde rüzgara geniş cephe vermeyen bina formları, sıcak nemli iklim bölgelerinde rüzgara geniş açıklık veren bina formları, ılımlı nemli iklim bölgelerinde ise en sıcak dönemde rüzgara geniş açıklık veren bina formları tercih edilmelidir. Farklı iklim bölgelerine göre uygun bina form önerileri Çizelge 2.12'de gösterilmektedir.

Çizelge 3.8 İklim bölgelerine göre bina form önerileri [93].

BİNA FORMU	
<u>Sıcak Nemli İklim Bölgesi</u> Rüzgara açık yüzelyi, uzun dikdörtgene yakın, yeterli vantilasyon için zeminden kaldırılmış döşeme ve yükseltilmiş çatı	
<u>Sıcak Kuru İklim Bölgesi</u> Avlulu, kare tabanlı, iç mekana açık yüzelyi	
<u>İlmeli Kuru İklim Bölgesi</u> EASD'deki rüzgara kapalı, kareye yakın kompakt	
<u>İlmeli Nemli İklim Bölgesi</u> ESD'deki rüzgara geniş yüzelyi, dikdörtgen yada serbest planlı	
<u>Soğuk İklim Bölgesi</u> Rüzgara az yüzeye bakan, dış yüzeyi minimize eden, kompakt, kare vb. tabanlı	

### 3.1.8 Bina Kabuğu

İsısal performansı etkileyen en önemli tasarım parametresidir. Opak ve saydam iki bileşenin fiziksel özellikleri ve ısı geçişine karşı davranışları birbirinden farklı olan 2 bileşenden oluşmaktadır.

İsısal performansı belirleyen en önemli fiziksel özellikler:

- Opak ve saydam bileşenlerin ısı geçirme katsayısı ( $u, w/m^2, K$ )
- Opak bileşenin genlik küçültme faktörü ( $\phi$ )
- Opak bileşenin zaman gecikmesi ( $\phi, h$ )
- Opak ve saydam bileşenlerin güneş ışınımına karşı geçirgenlik(opak için geçersiz), yutuculuk, yansıtıcılık katsayıları ( $\iota, @, r$ )

Bu özelliklere bağlı olarak dış çevre koşullarını değiştirmek iç çevreye aktaran ve bu şekilde iç çevre koşullarının oluşumunda rol oynayan en önemli parametredir [94].

Yapı kabuğunun görevi;

- Dış mekandaki güneş ışınımı, hava sıcaklığı ve iç mekanda oluşacak nemi kontrol altına alarak konfor şartlarını yerine getirmek,
- İç mekan ile dış mekan arasındaki görsel iletişimini sağlamak,
- Dış mekandaki gürültüden iç mekanı korumak ve iç mekanda işitsel konforu sağlamak,
- Üretim, kullanım ve dönüşüm aşamasında çevreyi kirletmemek,

En önemli görevleri;

- Sınırlı kaynakları tüketmeden iklimsel konforu sağlamaktır,
- Kabukta ısı kayıpları boşluk oranında artırmaktır,
- Boşlukların kuzey yönde konumlanması ısı kaybını artırır,
- Malzemenin araştırılmadan ya da yanlış uygulama yapılması ısı kaybını arttırır,
- Pencere ve kapı boşluklarının yerleşimi, cephe biçimlenisi binada güneşlenme ve doğal havalandırma sağlama açısından önemlidir.

Soğuk iklimlerde; binalarda mümkün olduğunca az pencere, güneyde büyük pencere, batıda büyük pencere olmamalıdır. Bina kabuğunda %40 oranında açılacak boşlukla sınırlandırmak tavsiye edilir.

Sıcak iklimlerde; güney ve batıda az pencere olmalıdır. Güneş kontrolü için güneş kırıcı elemanlar kullanılmalıdır.

Bina kabuğunda sağlanması gereken en önemli ölçütlerden biri de kullanıcı konforunu sağlamak ve temiz hava için gerekli olan doğal havalandırmanın sağlanmasıdır.

Isı kayıplarını azaltmak için bina dış yüzeylerinde ve pencerelerde ısı yalıtımları sağlamalıdır [95].

### **3.1.9 Mekân Organizasyonu (Çekirdek- Atriyum–Teras Alanları)**

Bir binada iklimsel konfor açısından enerji tüketiminin minimize edilmesini sağlamak için uygun organizasyonun yapılması gereklidir.

1.Derecede önemli mekanlar (kullanıcı sayısı en fazla olan ve gün içerisinde en fazla kullanılan mekanlar) ve binaların geniş yüzeyleri optimum yönlerde (güney ve güneye yakın yönler ) gelecek şekilde düzenlenmelidir.

Fonksiyon açısından 2.derece önemli mekânlar, geçerli yönlere yerleştirilmelidir. Servis hacimleri, dış yüzeylere gerektiğinde tampon oluşturacak şekilde yerleştirilmelidir.

Isı enerjisi korunumu açısından güneş ışınımı depolayacak, binanın ısıtma enerjisine katkıda bulunacak mekanlar (seralar, güneş sundurmaları v.b.) düzenlenmelidir [96].

Mekânların ısisal bölgeleme kavramına göre düzenlenmesi ile ısı kayıpları azaltılabilir ve mantıklı bir dağılım sağlanabilir. Bu duruma göre ısı ihtiyacı olan mekânların güneye, diğer mekanların kuzeye yerleştirilmesi gerekmektedir [97].

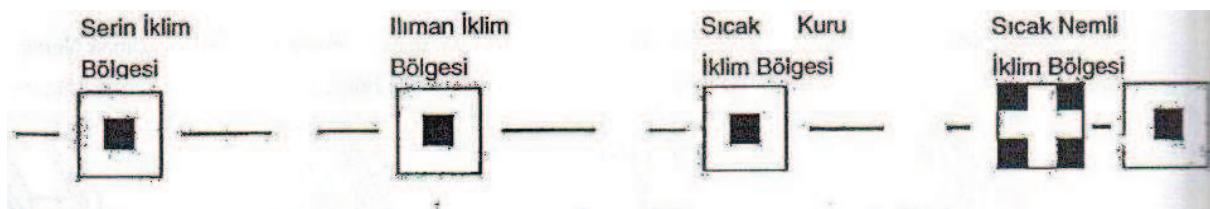
Yukarıda belirtilen verilere göre, binanın gelecekteki enerji ihtiyacı ve dağılımı göz önünde bulundurularak, mekanik ısıtma, aydınlatma, soğutma, havalandırma sistemleri ve iç mekân planlaması bu gereksinimi karşılayacak şekilde tasarlanmalıdır. Benzer enerji gereksinimi olan ya da ilişkili eylemlere sahip mekanlar bir araya toplanmalıdır. Konfor koşullarının daha az önemli olduğu; giriş, depolama mekanları, geçiş alanları gibi mekanlar, konfor gereksinimi olan mekanları koruyacak tampon bölgeler olarak kullanılmalıdır. Fazla enerji üreten alanlar, enerji ihtiyacı olan mekânların yanına yerleştirilmelidir [97].

Asansör –lobilerde, merdiven ve tuvalet alanlarında doğal havalandırma kullanılması ile bu alanlarda, mekanik havalandırma ihtiyacı ortadan kaldırılmış olur. Aynı zamanda bu

alanlarda, yanın durumunda sabit basınç ihtiyacı gibi yanın güvenliği tasarımının gereklerine de uyulmuş olur [98].

Tropikal bölgelerde binalarda çekirdek yerleşimlerinin doğu-batı yönünde düzenlenmesi tercih edilmelidir. Bu durumlarda çift çekirdek faydalı olacaktır. Çekirdek her ikisinde de sıcak tarafta tampon görevi üstlenir. İç mekânda yalıtım sağlar. Çalışmalar gösteriyor ki; minimum air-condition yükü çift çekirdek konfigürasyonu, kuzey-güney yönünde pencere açılımı ve çekirdeklerin doğu-batı yönünde yerleşimi sonucu olmaktadır [99].

Tasarım açısından, düşey çekirdeğin yeri, gölgeleme ve ısının kontrol edilmesi amacı ile kullanılabilir. Soğuk bölgelerde güneşten ısı alımını artırmak için cephe yüzeyi mümkün olduğu kadar arttırılır. Dolayısı ile çekirdek, güneş ışınlarının engellenmemesi ve ısını tutması amacıyla ortaya yerleştirilir. İlliman iklimlerde, en çok ısı kaybedilen yön kuzey olduğundan, ısı tamponu görevi görmesi için, çekirdek kuzeye yerleştirilir. Böylece güney ısı ve ışık alımı için serbest kalmış olur. Kuru bölgelerde gölgeleme daha çok yazın gerekli olduğundan, çekirdekler için en uygun bölgeler güney batı ve güney doğu köşeleridir.



Şekil 3.6 İklimin, atriyum yerleşimi üzerindeki etkisi [100].

Soğuk ve illiman iklimlerde, ısı ve ışık kazancı sağlayabilmek amacıyla, atriyum için en uygun yer, şekildeki gibi binanın ortasıdır. Kuru iklimlerde soğutma ve gölgeleme amacıyla yukarıdaki resimde görüldüğü gibi yine binanın ortasına yerleştirilmesi uygundur.

Güneye bakan bir atriyum ya da kış bahçesi benzeri mekânlar, güneş ışınları yardımı ile binanın içinde dolaşacak havanın önceden ısıtılması için kullanılabilir. Atriyumlarda doğal havalandırmanın artırılması için yansıtıcı yüzeyler ya da daha şeffaf cam yüzeyler kullanılabilir, sıcak mevsimlerde fazla ısı yükü oluşmasını engellemek için hareketli gölgeleme elemanları ve yeterli havalandırma atriyum tasarımının gerekliliklerindendir [101].

Sıcak iklim bölgelerinde, yaz dönemlerinde ve batıya bakan cephelerde olduğu gibi güneşten korunma gerekliliği olan yönlere girintili balkonlar, teras alanları kullanılabilir. Dış duvar kalınlığı ya da üst katlarda balkon ya da teras gibi küçük ölçekli avlu çözümleri ile gölgeme sağlayarak, güneş ışınları sebebiyle oluşan ısı kazancı engellenebilir. Bu

şekilde yarı açık mekanların tepesi tamamen kapalı olmalıdır. Teraslarda kuvvetli rüzgârların kontrolü için ek olarak panjur kullanılabilir [102].

İliman iklimlerde hem sıcak hem soğuk hava koşullarına uygun mekânlar tasarlanmalıdır, gereğinde doğal havalandırılabilecek, gereğinde güneş enerjisinden yararlanırken, fazla ısı kazançlarından korunup, doğal aydınlatmadan da maksimum yararlanma amaçlanmaktadır [103].

Yüksek binalarda atriyum tasarımlıyla, baca etkisiyle havalandırma yönteminden yararlanılabilir. Atriyumdan yararlanmak özellikle, sıcak-kuru ve ılıman iklimler için uygundur [104].

Atriyumların tepesi, rüzgar akışı sağlamak amacıyla panjurlar ile gölgelenebilir. Atriyuma dik iç pasajlar havalandırma için kanal görevi görürler ve dışarıdan içeriye hava akışı pencerelerin önündeki ayarlanabilir panjurlar ile kontrol edilebilir [105].

Soğuk iklim bölgeleri ve kış dönemlerinde, pasif ısıtma yöntemi kullanılarak kış bahçelerinden yararlanılabilir. Bu kış bahçeleri ılıman bölgelerde atriyumlarla birlikte kullanılırsa konfor koşullarını sağlayan, doğal havalandırmaya olanak veren ve ayrıca dinlenme ve iç bakış sağlayan yarı açık ve kapalı mekanlar elde edilebilir.

### **3.1.10 Malzeme**

Yapı ile birlikte binada kullanılan malzemeler de ekosistemin bir parçasıdır. Bu nedenle kullanılan malzemeler çevreye saygılı ve doğal olmalıdır. Ekolojik tasarımlarda üretim ve nakliye aşamasında az enerjiye gereksinim duyulan ve bu aşamalarda doğaya mümkün olduğunda az zarar veren malzemeler kullanılmalıdır. Malzemeler binanın yapım, kullanım ve yıkım aşamalarında doğaya az zarar vermelii, yıkımdan sonra tekrar kullanılabilirlerdir [106].

Çizelge 3.9 Yapı malzemeleri özellikleri [107].

<b>Doğal Kaynakları Korumalı</b>	Geri dönüşümlü olmalı (Cam, çelik, alüminyum v.b.) Dayanıklı ve bakım maliyeti düşük olmalı Hızlı yenilenebilir kaynaktan elde edilmeli Suyu verimli kullanmalı
<b>Enerjiyi Korumalı</b>	Enerjiyi etkin kullanmalı Doğal ve basit işlemlerle üretilmeli Yerel malzeme kullanmalı
<b>Çevre ve insan sağlığını korumalı</b>	Kirliliklere neden olmamalıdır.

Yapı malzemeleri dayanıklı ve uzun ömürlü malzemelerden seçilmelidir. Bakım ve montaj maliyetleri minimuma indirilmeli, enerji tüketimi azaltılmalıdır. Malzemeler yapısal özellikleri kullanım sırasında enerji tasarrufu sağlayacağından tasarım kararları alınırken malzemelerin dikkatli seçilmesi çok önemlidir. Yapı malzemesi kullanıldığı bölgeye göre değerlendirilmeli ve kolay erişilebilir olmalıdır. Yerel malzeme seçiminde imalat, sevkıyat, bakım, inşa aşamalarında minimum enerji tüketilir. Bu malzemelerin atıklarının da çevre sorunu oluşturmamasına dikkat edilmelidir.

### 3.2 Yapı Elemanları ve Yapı Ölçeğinde Kararlar – Uygulamalar

Doğal havalandırmadan, doğal aydınlatmadan yararlanma, aynı zamanda güneş ışınlarını kontrol etme, binanın kullanım aşamasındaki enerji ihtiyacını azaltma, iç ortam kalitesini artırma (ısisal, görsel, iç hava kalitesi açısından), kullanıcı memnuniyeti sağlama yapı elemanlarında ve yapı ölçüğinde uygulanacak ekolojik çözümlerle sağlanabilecek prensiplerdendir [108].

Yüksek binalar geniş kitlelere hizmet vermektedir. Bundan dolayı enerji tüketimi diğer bina gruplarına göre daha fazla olmaktadır. Enerji kavramı bu durumda önem kazanmaktadır ve yüksek binaların ekolojik tasarım ölçütlerinin en önemli maddeleri enerji tüketimini azaltmak ve yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanmaktır. Bu durumu sağlamanın yollarından biri de cephe sistemleri ve bu sistemlerin doğru kullanılmasıdır. Bu nedenle bu gruba giren giydirmeye cephe sistemleri ve enerji kullanımını azaltan akıllı cephe sistemlerinden; çift kabuk cephe birleşeni, cephelerde kullanılan fotovoltaik paneller, cephelerde kullanılan solar paneller, güneş kırıcı

sistemler, kış bahçesi ve çatı aydınlatması, cepheye kombine edilebilen panjur ve havalandırma sistemleri detaylı olarak incelenecaktır.

## BÖLÜM 4

---

### **YÜKSEK BİNALARIN GELİŞİM SÜRECİ VE TEZDE BULUNAN KAVRAM VE TANIMLAR**

#### **4.1 Giydirmeye Cephe Tanımı ve Gelişimi**

Cephe tanımlarına bakıldığından, en somut tanımı; iç mekan ile dış mekan arasında yer alan ayırcı bir bölme olarak binanın temel elemanlarından biridir. Bu yapı elemanı; iç mekan ile dış mekanı birbirine bağlayanın yanı sıra ses, atmosfer olayları gibi etmenlerin dışarıdan içeriye geçmesine izin vermez.

İster kent mekanında, isterse kırsal kesimde olsun, her bina önce dış formu ile algılanır. Cephe dış formunun ayrılmaz bir parçası olup, mimarlıkta çeşitli dönemlerde değişik ölçülerde önemsenerek farklı şekil ve davranışlarla ele alınmıştır. Ancak kesin olan, binanın kabuğu niteliğinde olan cephe, binanın strüktür, malzeme ve gününün mimari anlayış ve tekniğinin belirlediği yapıya sahiptir. Unutulmaması gereken noktalardan biri de ortak strüktür, malzeme ve mimari anlayışın, uygulandıkları binalarda da ortak bir cephe anlayışı getirdiğidir. Bu kapsamlı cephenin gelişimini, yeni malzemeler ve yeni teknolojilerin geliştiği ve her alanda olduğu gibi binada da dönüş noktası olan sanayi devrimine bağlı olarak ortaya çıkmıştır.

Giydirmeye cephenin ilk uygulamalarından bugüne kadar kullanılan malzemeler ve uygulamadaki öncelikler değişmiştir. Günümüzde binanın iç mekan konforu, doğaya duyarlı olması, minimum enerji kullanımı ve hatta enerji üretimi gibi faktörler, giydirmeye cephe tasarımının ölçütleridir. Metal konstrüksiyonlu cam kaplamalı giydirmeye cepheler,

1920 lerden itibaren görülmeye başlanmıştır. Emile Forucault (1904) ve Irwin W. Caulburn (1905) 1920 li yıllarda çekme düz cam üretiminde yeni bir teknoloji geliştirmiştirlerdir. Camın cephelerde kullanımının yaygınlaşması ile birlikte, cam cepheye sahip bu binalarda fazla ısınma ve ısı kaçışı gibi olumsuzluklar yaşanmaya başlamıştır. 1930 yılında Le Corbusier bu olumsuzlukları ortadan kaldırmak için 'la respiration exacte' ve 'le mur neutralisant' önerileriyle mekanik air condition sistemlerinin başlangıcını işaret etmiştir. 1950 li yıllarda Alastair Pilkington'ın flotal cam üretim sürecini geliştirmesiyile büyük miktarlardaki camın daha az maliyetle üretilmesine olanak sağlamıştır [109].

Bu gelişmelerin sürdüğü yıllarda, giydirmeye cephelerin kullanılmasının neden olduğu büyük enerji kaybı nedeniyle eleştiriler ortaya çıkmıştır. Reyner Banham 1969 yılında 'The Architecture of Well- Tempered Environment' ta yaptığı söyleşide; air condition sistemlerinin yüksek doğal çevreye dost binalara ilginin ve eğilimin artmasıyla beraber, cam teknolojisindeki ilerlemeler gelişmiş giydirmeye cephelerin evrimini hızlandırmıştır.

1981 yılında İngiliz mimar Mike Davies 'A Wall for All Seasons'adlı makalesinde, cephenin dinamik olarak hareket edebilir şekilde düzenlenip, enerjinin dışarıdan içeriye alınmasını anlatmıştır. Bu cepheye 'polyvalent wall' adını vermiştir. Isı izolasyonu ve güneşten korunmak için düzenleyici kontrol mekanizmasına sahip bu cephe artık çok katmanlı, bileşik bir yapı elemanıdır. Aynı zamanda bu sistemler için gerekli olan elektrik enerjisini de kendisi üretir. Giydirmeye cephelerin önemini kavranmasındaki dönem noktası cepheye çarpan büyük miktarlardaki güneş enerjisinin fark edilmesi ve bu güneş enerjisinden en uygun şekilde yararlanılmaya çalışılmasıyla ortaya çıkmıştır. Dünyamızın enerji ihtiyacı her yıl %4-5 oranında artmaktadır. Ancak günümüzde kullanılan enerjinin çoğu yenilenemez kaynaklarca karşılanmakta ve fosil yakıt rezervleri çok hızlı bir şekilde azalmaktadır [110].

Enerji krizleri sonucunda, fosil kaynaklara ve ülke dışına olan enerji bağımlılığını azaltmak üzere mevcut enerjiyi verimli kullanma, yeni enerji kaynakları bulma, yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı teknolojiler üretme gibi temellere dayanan projeler günden güne çoğalmaktadır. Güneş enerjisi çevreyi kirletmediği ve yılın her günü rahatlıkla elde edilebilir olması nedeniyle en ideal enerji çeşitidir. İlkbahar,

sonbahar, kış aylarında güneş enerjisinin binanın içine alınmasıyla ısı kaybı azalır ve böylelikle ısıtmada harcanan enerji miktarı azalır. Yazın ise, ısı kazanımı istenmediği için güneş kontrol elemanları kullanılır. Yansıtıcı elemanların kullanılmasıyla da yapay aydınlatmaya duyulan ihtiyacın azalmasına neden olur. Böylece yapay aydınlatma sırasında ortaya çıkan ısı miktarı azalır. Yapının içinde oluşan ısı miktarının azalmasıyla beraber binayı soğutmak için kullanılan enerji de azalır [111].

Güneş enerjisinden, pasif yoldan ısınma sağlanmanın yöntemlerini doğrudan ve dolaylı kazanç yöntemleri olarak iki grupta ele alabiliriz. Doğrudan kazanç yönteminde, binanın güneşe bakan cephesi camla kaplanır. Camdan içeriye giren güneş ışınları iç ortamda duvarlar, dösemeler tarafından emilir ve ışıya dönüştürülür. Böylelikle iç ortamın ısısında artış olur. Dolaylı kazanç yöntemi olarak birkaç yol izlenebilir. Bu yöntemde güneş enerjisi, binanın bir tarafından içeriye alınır ve daha sonra diğer bölmelere aktarılır. Bu binanın güney cephesi yine cam cephe olarak çözümlenir. Cam cephe'den yaklaşık 10 cm içeriye kalın, koyu renkli bir duvar yerleştirilir. Cam cephe'den binanın içeriye giren hava bu koyu renkli duvarın içinde depolanır. Kış aylarında, dış cam cephenin üzerindeki menfezden içeriye hava alınır. Cam ve duvar tabakası arasında kalan hava ısınır ve bu iki tabaka arasından yükselir. Yukselen hava duvar menfezinden içeriye verilir. Üç mekanda ısınan hava dolaşır. Mekan içindeki soğuk hava ise duvarın altındaki boşluktan cam ile duvar arasına tekrar dolar ve ısınınca yükselir ve tekrar içeriye verilir. Bu hava sirkülasyonu sürekli olarak devam eder ve iç mekan bu şekilde ısıtilir. Yaz aylarında ise, mekanı soğutmak için yine trombe duvarından yararlanılır. Eğer cam cephe'deki menfez sürekli açık bırakılırsa cam ve duvar arasında ısınarak yükselen hava bu dış menfezden dışarı atılır. Böylece mekan soğuk olarak kalır [112].

Uygulanabilecek bir başka yöntem ise; çift tabakalı cephe sistemi adı ile anılmaktadır. Ana çalışma prensibi trombe duvarı ile aynı olan çift tabakalı cephe sisteminde, duvar yerine cam cephe kullanılmaktadır. Ön cephe altta ve üstte menfezler bulunmaktadır. Bu menfezlerden içeriye alınan hava iki cephe arasında ısıtilir. İki cephe arasında açılabilen pencereler aracılığı ile iç mekana alınarak iç mekan ısıtilir. Bunun yanında iki cephe arasına jalüziler yerleştirilerek, özellikle yaz aylarında binanın fazla güneş ışınlarından ve fazla ısından korunması sağlanır. Çift tabakalı giydirmeye cepheler

planlanırken ısı kayıplarının düşük seviyede tutulması ve yazın istenmeyen güneş ışınlarının binaya alınmamasına önem verilmelidir [113], [114].

#### **4.2 Akıllı Cephe Sistemleri Tanımı ve Gelişimi**

Giydirmeye cephe sistemleri barındırdıkları bileşenler ile konvansiyonel yüzey oluşturma malzemeleri olan ahşap, tuğla, taş, beton gibi farklı davranışlar göstermektedirler. Giydirmeye cephe sistemlerinde kullanılan malzemelerden, özellikle cam ve metalin yüksek iletkenlik ve düşük termal depolama özellikleri, kullanımda saydam yüzeylerden oluşacak istenmeyen ısı kaybı ve kazançlarına neden olmaktadır. Bu durum, binanın kullanıcılarına olumsuz yaşam koşulları oluşturmaktadır. Bunun giderilebilmesi için yapay iklimlendirme sistemlerinin kullanımı gerekliliğinin yanı sıra, binanın işletim maliyeti artmaktadır. Giydirmeye cephe sistemlerindeki bu sorunlar, malzemelerin tek başına çevresel faktörlerin tümüne direnç gösterebilecek bir binaya sahip olmamasından kaynaklanmaktadır. Ancak 1970'lerde enerji krizi ve sürdürülebilirlik konularının tartışıılır hale gelmesi sonrasında giydirmeye cephe sistemleri ve cam teknolojilerindeki gelişmeler bu yetersizliklerin aşılması etkili olmuştur. 1980 sonrasında giydirmeye cephe tasarılarında özellikle "aklıllı cephe" kavramı ve sistemleri gelişmiştir. "Değişen fiziksel etkilere karşı, optimal bir binaya dönüştürme yetisi olarak tanımlayabileceğimiz "aklıllı cephe" kavramı; fonksiyonel, estetik, ekonomik olma gibi mimari değerlendirme ölçütlerinin yanında, günümüz mimarlığında sıkça duyduğumuz sürdürülebilirlik ve ekoloji ölçütlerine yönelik olarak da bina tasarımını ağırlıklı olarak etkisi altına alan bir kavram haline gelmiştir" [115].

20. yüzyılın başlarından itibaren malzeme ve bina teknolojisinde gerçekleşen gelişmelere paralel olarak ortaya çıkan cam cepheler hafif olmaları, estetik görünümleri, imalat ve montajlarının kolay olması, dış iklime dayanıklılıkları nedeniyle kısa zamanda, özellikle yüksek binalar için vazgeçilmez bir bina kabuğu haline gelmişlerdir.

Cam cephelerle birlikte, yüzyıllardır uygulanmakta olan iç mekân konforunun sağlanması rüzgâr ve güneş gibi doğal enerji kaynaklarından yararlanması anlayışı, yerini ısıtma, soğutma ve havalandırmanın sağlanması mekanik sistemler kullanılması anlayışına bırakmaktadır. Günümüzde ise böyle bir anlayışla oluşturulan

binaların kullanım süreçlerindeki işletme maliyetlerinin ve mekanik sistemlerini çalıştırma için gereksinim duyulan enerjinin büyük boyutlaravardığı, sürekli olarak kullanılan mekanik sistemlerin insanlar üzerindeki olumsuz etkileri artık bilinmektedir. Bu gelişime bağlı olarak, söz konusu gereksinimler doğrultusunda gerek cephe sistemleri, gerekse cam ve camlama teknolojisi alanında pek çok araştırma yapılmaktadır [116].

Bina tasarımindan gerçekleşen bu gelişmeler, enerji etkinliğinin artırılması, bina kabuğuna iç ve dış iklim arasında denge kurma görevini yüklemiştir. Bu görev, kabuğu statik, etkisiz bir eleman olmaktan çıkararak esnek, çevreyle dost ve dinamik bir örtü haline getirmektedir [117].

#### **4.3 Akıllı Cephe Sistemlerini Diğer Cephe Sistemlerinden Ayıran Özellikler**

Akıllı cephe sistemlerinin olumlu yönleri;

- Binayı, rüzgâra ve değişik hava şartlarına karşı koruması,
- Mekânların havalandırılmasını en sağlıklı şekilde yapması,
- Dışarıdaki gürültüye karşı ses yalıtımı sağlamaşı,
- Kış aylarında mekânın soğumasına, yazın ısınmasına karşı direnç göstermesi,
- Mekanik vantilasyon sırasında kaybedilen ısı kayıplarının ortadan kalkması [117],
- Mekanik vantilasyon için harcanan enerjinin azaltılması,
- Hırsızlığa karşı koruma sağlamaşı,
- Pasif güneş enerjisi kullanılması,
- İki cephe tabakası arasına yerleştirilen güneş kontrol elemanlarının, dış ortamın ve hava koşullarının olumsuz etkilerinden korumasının sağlanması,
- Binanın ısıtılması, soğutulması ve aydınlatılması için harcanan enerji miktarının azalması,
- Mekanın hijyenik bir şekilde havalandırılmasına olanak vermesi,

- Mekanın kötü hava şartları altında bile kullanıcı tarafından istenildiği takdirde doğal olarak havalandırılabilmesini sağlaması,
- Fotovoltaik paneller yardımıyla binanın elektrik ihtiyacını karşılayabilmesi şeklinde sıralanabilir [118].

Akıllı cephe sistemlerinin olumsuz yönleri de bulunmaktadır. Bunlar;

- İlk yatırım maliyetinin yüksekliği,
- Çift tabakalı cephelerde, tabakalar arasında kalan havanın aşırı derecede ısınması,
- Yaz aylarında bina içinde biriken ısının doğal havalandırma yoluyla yeteri kadar atılamaması,
- Cepheyi oluşturan iki katman arasındaki güneş kontrol elemanlarının, temizliğinin ve tamiratının zor olması [119].
- Çift tabakalı akıllı giydirmeye cephelerde cephe tabakaları arasındaki boşluk 20–150 cm arasında değişmektedir. Boşluk genişliği arttıkça alan kaybı da artmaktadır.
- Klasik giydirmeye cephelere göre montaj aşamasının daha uzun olması,
- Maliyet daha fazla olması sayılabilmektedir [120].

#### **4.4 Akıllı Cephe Sistemlerinin Sınıflandırılması**

##### **4.4.1 İklim Kontrolü İçin önlem Alınmamış Giydirmeye Cepheler**

###### **Enerji Etkin Bina Kabuğu ve Akıllı Cephe Sistemleri**

Bina kabuğu, yağış, sıcaklık değişikliği, rüzgâr, nem gibi dış iklim etkilerinin ve gece gündüz sıcaklık farklarının bina içindeki koşullara etkisinin belirlenmesinde ve termal konfor koşullarının sağlanmasında önemli rol oynar. Bu rolü sebebiyle binanın inşasında harcanan enerjide %10–20 gibi bir paya sahip olmakla birlikte binanın kullanımı süresince iç çevrenin termal gereksinimlerin sağlanmasında gerekli enerji miktarının belirlenmesinde en etkin elemandır [121].

Bu nedenle dış kabuk henüz tasarım aşamasındayken ısıtma, soğutma, havalandırma, aydınlatma gibi gereksinimleri karşılayabilmek üzere çok işlevli bir eleman olarak düşünülmelidir.

Bina kabuğu, iç-dış ortam arasındaki ısı transferini denetleme açısından büyük önem taşımakta olup, iç ortam konforu açısından, dış ortam verilerini gereksindiği oranda kabul edip, süzerek yumoşatacak dinamik ve akıllı filtreler haline dönüşmekte olan enerji etkin kabuk uygulamaları, artık yeni bir anlayışla ele alınmaktadır [122].

Enerji etkin bina kabuğu;

- Bilinçli ısı yalıtılm uygulaması yapılması ve ısı, hava, nem köprülerinin azaltılması ile enerji korunum düzeyinin artırılması,
- Yakın gelecekte akıllı camlar olarak tanımlanan, optik özelliklerini değiştirebilen camların kullanıma girmesi,
- Cam katmanları arasında sıcak ya da soğuk hava dolaştırılması ile kabuğun ısı transferini sınırlayıcı ve iç konforu destekleyici yeteneğinin artırılması,
- Şeffaf yüzeylerde kullanılmakta olan renkli, yansıtıcı, 'Low-e' cam tiplerine göre daha yüksek performanslı seçici yüzey kaplamalı kombinasyonlar, ısı aynalı cam türleri ve şeffaf ısı yalıtılm malzemelerinin eklenmesi,
- Gereksinimine göre ısı, ışık ve güneş kontrolünü çok daha iyi yapabilen arası boşluklu çift cam kabuk, cam katmanları arasında hareketli jalüzi, dış yüzeyde hareketli saçak gibi elemanların kullanılması,
- İklimsel etkilerin içeriye yumoşatılarak alınması amacı ile bina kabuğunun gök bahçeleri ve yeşilliğin 3.boyuta taşınması ile desteklenmesi, iç-dış ortam arasında tampon bölgeler oluşturulması,
- Aktif ve pasif güneş enerjisi sistemlerinin maliyet etkin çözümlere ulaştırılması ve kabukta yer olması ile binanın gereksindiği enerjiyi kendisi üretebilecek hale gelmesi gibi uygulamalar paralelinde gelişmeye devam etmektedir [122].

Enerji etkin bina kabuğu bağlamında enerji tüketimini kontrol altına alabilme düşüncesi, bina bileşenlerinin 'akıllı cephe', 'akıllı çatı', 'akıllı pencere' gibi isimler

altında enerji bilinçli bir anlayışla değerlendirilmelerini gündeme getirmiştir. Cephelerden, mukavemet ve stabilité, boyutsal kararlılık, su sızdırmazlık, ısı yalıtımı, havalandırma, ses yalıtımı, gün ışığı kullanımı, rüzgâr direnci, akustik özellikler, yanından korunma ve bakımının ekonomik olması gibi sıralanan beklentilere artık günümüzde iç ve dış iklim arasında denge sağlayabilen, çevreyle dost, dinamik bir örtü olması gibi beklentiler de eklenmiştir. Kabuk tasarımda akıllı cephe teknolojilerinin kullanılması binaya ek bir maliyet getirmektedir. Ancak klima sistemlerini azaltması ve işletme saatlerini ayarlayabilmesi gibi faydalari, binanın başlangıç ve işletme maliyetini azaltmakta ve optimum koşulları sağlayarak üretkenliği artırmaktadır. Böylelikle mekanik tesisat için ayrılan bütçenin bir kısmı enerji etkin kabuk tasarıma yönlendirilebilmektedir [123].

Sonuç olarak, tasarlanacak olan kabuk elemanı, binanın enerji etkinliğinin arttırılmasında önemli bir görev üstlenmektedir. Bu durum, enerji etkin kabuk tasarımı kapsamında yeni cephe sistem ve malzemelerinin geliştirilmesine neden olmuştur. Tez kapsamında incelenen cephe sistemlerine ‘enerji etkin cephe sistemleri’ ya da ‘akıllı cephe sistemleri’ denilmektedir.

Bina kabuğunun büyük bir bölümünü oluşturan cepheler, ‘iç ve dış mekânların ara bağlantısı, sabit ve değişken açılardan görüntüsü, biçim ve işlev ilişkisi gibi temel sorunların yoğunlaştığı bir alandır. Temelde cepheler, iç ve dış arasında yer alan ayırcı bir bölme olarak mekân içinde yaşayanları dış etkilerden korumak işlevini üstlenmektedir. Tarihsel gelişim süreci içinde mimaride enerji ve çevre bilinçli tasarımın giderek önem kazanması ile birlikte cephe oluşumları ve cephelerin performans beklentilerinde büyük değişimler yaşandığı görülmektedir. Bu değişimler sonucunda da enerji etkin cephe sistemleri geliştirilmiştir. Enerji etkin akıllı binalarda sıkılıkla kullanılan bu cepheler genelde çift kabuklu olarak tasarlannmakta ve enerji etkinlik bağlamında tasarımcıya geniş olanaklar sağlamaktadır [124].

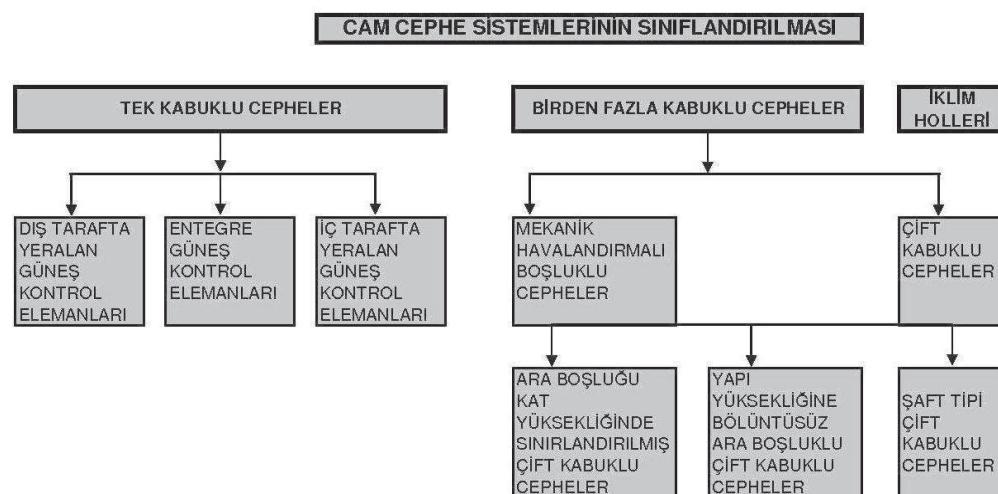
#### **4.4.2 İklim Kontrolü İçin Önlem Alınmış Akıllı Giydirmeye Cephe Sistemleri**

Klasik metal giydirmeye cephelerde kullanılan malzemeler ne kadar gelişse de istenen konfor şartlarını yerine getirmede yetersiz kalmaktadır. Cepheye gelen istenmeyen güneş ışınlarından, gürültüden korunabilmek ve binanın havalandırılmasını

sağlayabilmek için ek önlemler alınması gerekmektedir. Bu önlemlerden en yaygınları, cephenin iki tabakalı yapılarak arada güneş ışınlarını yönlendirecek jaluziler kullanmak veya cepheyi içten ya da dıştan takılan elemanlarla gölgelendirmektir [125].

İklim kontrolü için önlem alınmış enerji etkin akıllı cephe sistemleri aşağıda detaylı olarak incelenmiştir.

Çizelge 4.1 Akıllı giyidirme cephe sistemleri [126].



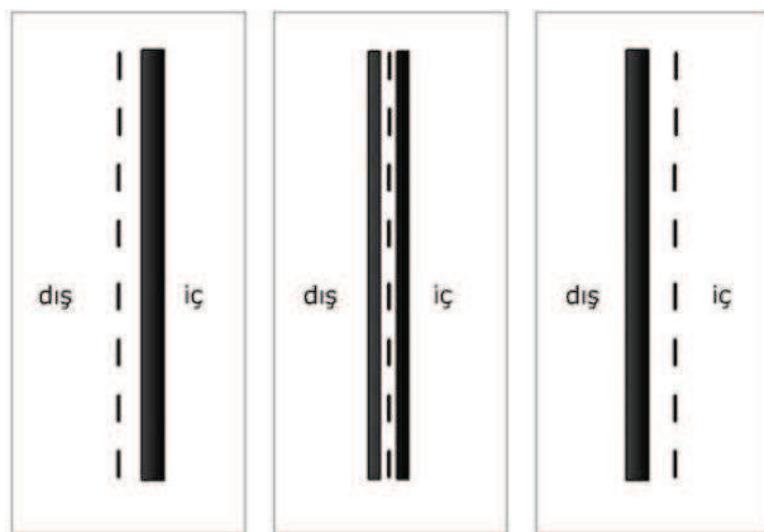
#### 4.4.2.1 Tek Kabuklu Akıllı Cephe Sistemleri

Tek tabakalı cephelerde güneş kontrolünün tam olarak sağlanması ile cama kızıl ötesi yansıtmalı kaplamalar ve / veya görülebilir ölçüdeki dalga boylarını emen ve yansitan kaplamalar uygulanabilmiştir. Ancak daha soğuk aylarda güneşten kazanım sınırlanmış ve gün ışığı seviyesi azaltılmıştır. Bu nedenden dolayı, uyarlanabilir ek güneş kontrol elemanlarını kullanmak kaçınılmazdır [127].

Tek tabakalı cepheler yukarıdaki şemada gözüktüğü gibi yüzeyler ve kontrol üniteleri bakımından 3 gruba ayrılmaktadır.

- Dış tarafta yeralan güneş kontrol elemanlı cepheler
- Paneller arasında entegre edilmiş kontrol elemanlı cepheler
- İç kontrol elemanlı cepheler

Dıştan gölgelemeli cephelerde güneşlik, kepenk gibi cepheye dıştan takılan gölgeleme araçları ile güneşten ve dolayısıyla fazla ısınmadan korunma sağlanır. Ancak temizlik ve bakımı zor ve daha masraflıdır. İçten gölgelemeli cephelerde ise, güneş ışınlarından elde edilen ısı binanın içinde tutulur ve bu da sistemin etkinliğini azaltır. Perde tipinde gölgeliklerin kullanıldığı bu tip cephelerde temizlik ve bakım daha kolaydır. Cam tabakaları ile entegre gölgelemeli cephelerde ise, iki cam tabakası arasındaki boşlukta ayarlanabilen panjurlar vardır [128].



Şekil 4.1 Tek tabakalı cephe tipleri [129].

#### 4.4.2.1.1 Dış Kontrol Elemanlı Tek Kabuklu Cepheler

Dış kontrol ünitelerinin avantajı, kontrol ünitesinin ışınımından dolayı binanın dış yüzeyinde biriken, içine etkimeyen sıcaklığıdır. Cepheye dıştan monte edilen güneşlik, kepenk, kumaş storlar ya da panjurlar şeklindeki elemanların, havanın etkilerine maruz bırakılması sonucunda temizlik ve bakımlarından dolayı oluşan yüksek maliyetler sistemin dezavantajıdır. Kontrol üniteleri hareketli veya sabit olabilir. Bu ünitelerin üç tip uygulaması bulunmaktadır [130].

- Birinci tip cephelerde saçaklı çatılar ya da bina bölümleri, tenteler, cephelerden fırlayan güneş kırıcıları ve sabit açılı panjur gölgeleme elemanları bulunmaktadır.



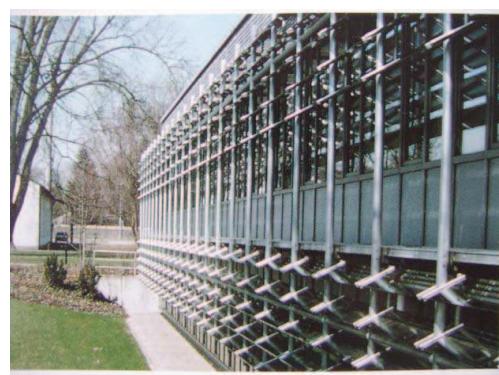
Şekil 4.2 Hongkong ve Shanghai bankası, güneş kırıcı paneller [130].

- İkinci tip cephe uygulamalarında ise kumaş storlar ya da perdeler, jalûziler veya büyük panjurlar gibi ürünler bulunmaktadır [130].



Şekil 4.3 Fondation Cartier binası, Paris, 1994 [130].

Üçüncü tip cephelerde ise, paneller, hareketli cephe elemanları, ızgara perdelemeleri ve ışık saptırma elemanları gibi cephe üniteleri kullanılmaktadır. Prof. K. Ackermann ve ortağı J. Feit tarafından tasarlanan Gartner & Co. binası ve Expo'92 de uygulanmış olan Siemens pavyonu binası bu tip cephelere örnek gösterilebilir [130].



Şekil 4.4 Gartner & Co. binası, yansıtıcı camlardan binalmış hareketli cephe, Almanya, 1992 [130].



Şekil 4.5 Seimens pavyonu, hareketli yatay kepenkler, İspanya, 1992 [130].

#### 4.4.2.1.2 Entegre Güneş Kontrol Elemanları

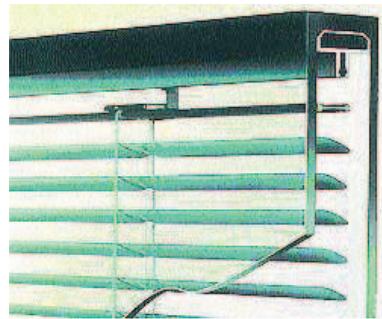
Camlı ünite içine entegre edilmiş güneş kontrol elemanları, temizlik ve bakım maliyetlerinin yüksek olması nedeniyle ve ayrıca elektrik motorlarının cam tabakaları arasına yerleştirildiği uygulamalarda bakımın pahalı olması nedeniyle günümüzde daha az kullanılmaktadır [131].

Yalıtımlı camın dışına yerleştirilen manyetik sistemler, bu sisteme alternatif olarak ortaya çıkmıştır [130].



Şekil 4.6 Hollanda/Mors Binası 1992

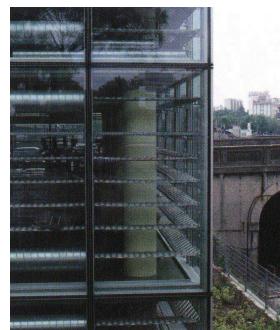
(Cam ünite ile entegre, manyetik olarak kontrol edilebilen hareketli güneş kontrol elemanları) [133].



Şekil 4.7 Cam tabakaları ile entegre gölgelemeli sistem

#### 4.4.2.1.3 İç Kontrol Elemanlı Tek Kabuklu Cepheler

Güneş kontrolünün bu türü, oda içinde kalan güneş radyasyonu nedeniyle oluşan ısının fazlalığı nedeniyle daha az etkilidir. İç güneş kontrol ünitelerinin temizliği ve bakımı daha önce söz edilen iki türden çok daha kolaydır. Genellikle piyasada bulunabilen ürünler, düşey storlar, iç storlar ve dokuma perdeler şeklindeki kumaş malzemelerden yapılmaktadır [134].



Şekil 4.8 Güneş kontrolünün iç taraftan; yatay lameller, açık kablo yolları ve havalandırma kanalları ile sağlanması [135].

Tek kabuklu cepheleri genel olarak değerlendirecek olursak;

Tek tabakalı cepheleri oluşturan bileşenler tek başlarına çevresel faktörlerin tümüne direnç gösterebilecek bir binaya sahip olmamakla birlikte istenilen konfor şartlarını sağlamada yetersiz kalmaktadırlar. Bu yüzden cephe tasarımları, ısı kayıplarını kontrol altında tutarken, görsel ilişkiyi zedelemeden, aşırı ısı kazançlarına da engel olabilmek için bazı katmanlara gereksinim duyarlar. Birden fazla katman sayesinde içlerinde farklı amaçlar barındıran sistem ve mekanizmaların kurgulanabileceği boşluklara sahip cepheler, çevresel etkilerin kontrolünü sağlayabilen enerji etkin çift tabakalı cephelerin alt binasını hazırlamışlardır [136].

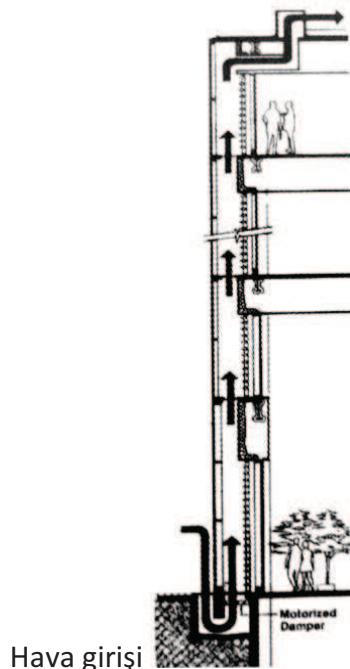
#### 4.4.2.2 Birden Fazla Kabuklu Cephe Sistemleri

Çift tabakalı cephenin görevi bir bakıma bina cephesinde estetik bir etki yaratmak iken, asıl görevi akustik ve güvenlik için gerekli kısıtlamaları ortadan kaldırarak iyi kalitede hava ile doğal havalandırma sağlamaktır [137].

Sıcak ve soğuk iklimlerdeki binalar için ise, çift tabakalı cephenin görevi ısı yalıtımı açısından ön plana çıkmaktadır. Bu cepheler soğuk iklimlerde ısı kaybını, sıcak iklimlerde ise ısı kazancını engellemektedir. Ayrıca özellikle rüzgâr etkisinin çok fazla olduğu yüksek binalarda doğal havalandırmaya olanak tanımları da en büyük avantajlarındanandır. Çift tabakalı cephenin hangi türü olursa olsun, her çift katmanlı cephede, katmanlar arasında bir tampon bölge bulunmakta, güneşten korunma elemanları gibi elemanlar bu bölgeye yerleştirilmektedir. Bu elemanlar rüzgâr, yağmur, kar gibi dış etkenlere maruz olmadığından, bina dışına yerleştirilen elemanlara oranla daha ekonomik olup cephenin iç yüzeyinden kontrol edilebilmektedir. Katmanlar arasındaki boşluk sayesinde bakım ve onarımı kolaylıkla yapılabilmektedir. Enerji korunumu ve iklimsel avantajlarının yanı sıra bu tür cepheler binaya hafiflik ve zariflik etkisi kazandırmaktadır. Çevre mühendislerinin tahminlerine göre, çift tabakalı cephelerin belli türlerinde %30'dan %50'ye kadar enerji tasarrufu sağlanabilmektedir [138].

Güneş kontrol elemanlarının dış tarafında koruyucu olarak görev yapan bir kabuk, temizlik ve bakım maliyetlerini azaltmaktadır. Birden fazla kabuklu cephe sistemlerine; mekanik havalandırmalı boşluklu cepheler ve çift kabuklu cepheler örnek olarak gösterilebilir [139].

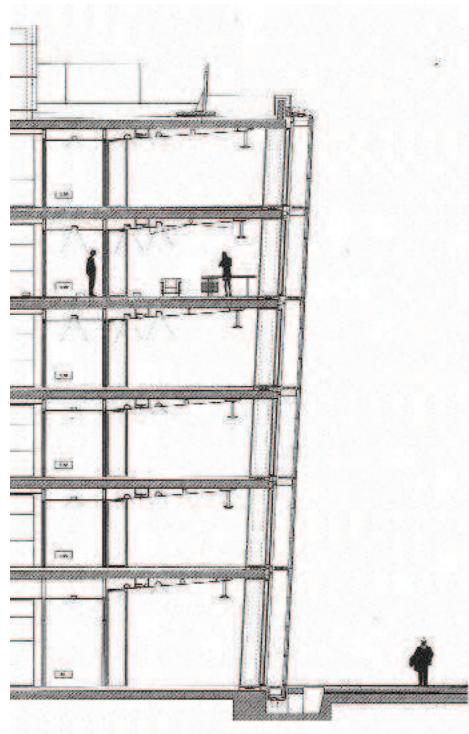
Hava çıkışı



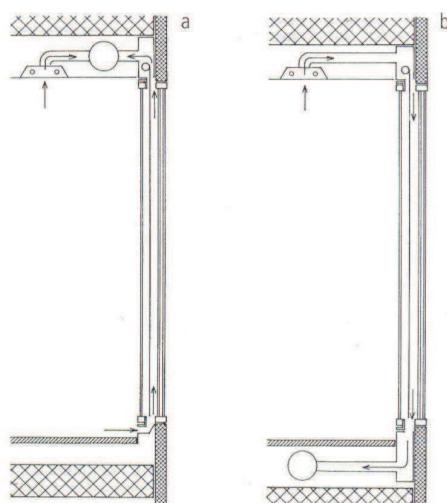
Şekil 4.9 Hooker binası, cephe kuruluşu, Buffalo, 1981 [140].

#### 4.4.2.2.1 Mekanik Havalandırmalı Boşluklu Cepheler

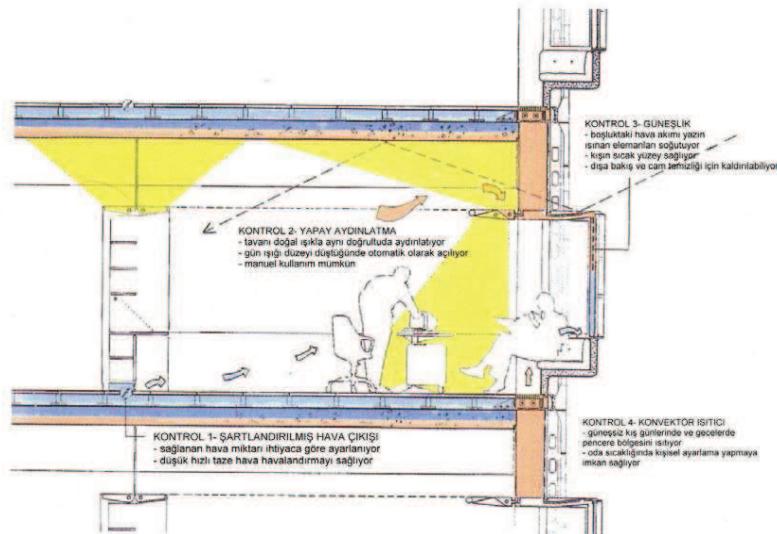
Bu tip cephe sistemlerinin karakteristiği, cephe gerisinde güneş kontrol elemanları ile birlikte bir cam bölmeye yüzey eklenmesidir. Boşluktaki göreli az basınç sayesinde iç ortamda kullanılan havanın bir kısmı bu ara boşluğa çekilmekte, burada ısınan hava güneş kontrol elemanlarının ısısını da alarak mekanik havalandırma yoluyla dışarı atılmaktadır. Katlar arasında hava bağlantısı yoktur ve hava, ara boşluk içinde yukarı veya aşağı yöne doğru hareket etmemektedir. Mekandan dışarı atılan havanın ısısını geri kazanmak için ısı dönüştürücüleri kullanılabilmektedir. Boşlukta kullanılabilen güneş kontrol elemanları tekstil storlar veya düşey lameller olabilmektedir. Yatay yönde yerleştirilen güneş kontrol elemanları hava sirkülasyonunu engellediğinden bu tür cepheler için uygun değildir. Güneş kontrol elemanları, ara boşluk ve cam iç yüzeylerinin temizliği iç tarafta yer alan cam yüzey açılarak yapılabilmektedir. Havalandırmalı boşluklu cephelerin avantajı, iç ortamda hava sıcaklığı ile cam yüzeyin sıcaklığı arasındaki farkın minimize edilmesidir. Bu sayede iç ortamda, cephe yanında ısıl konfor artmakta ve ısıtma ile soğutma için kullanılan enerji maliyeti azalmaktadır [141].



Şekil 4.10 Hooker Victoria Ensemble: 1990-1996 ThomasVan den Valentyn & A. Tillman, Cologne [142].



Şekil 4.11 Mekanik havalandırmalı boşluklu cephelerde yukarı (a) veya aşağı (b) yöndeki hava akışı [143].

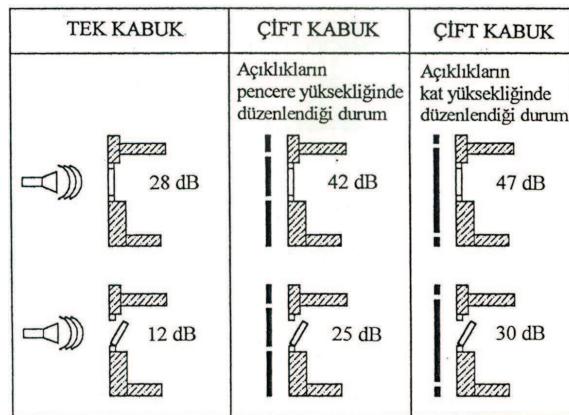


Şekil 4.12 Ofis katında hava akışı ve ışık yönlendirme sistemini gösteren kesit (Londra'daki Yeni Parlamento Binası [143]).

#### 4.4.2.2.2 Çift Kabuklu Cephe Sistemleri

Çift kabuk cepheler geleneksel cam cephelerden daha düşük bir ısı geçirme katsayısına sahiptir. Dolayısıyla soğuk dönemde binanın toplam ısıtma yükünü ve enerji tüketimini azaltmaktadır. Tek katmanlı cepheye ikinci bir cam kabuğu eklenmesiyle rüzgâr basıncının azalması, yüksek bir binanın en üst katında dahi pencere açılmasına ve binanın doğal olarak havalandırılmasına imkân tanımaktadır [144].

Çift kabuklu cepheler katmanlarının opak ve/veya saydam malzemeden olmasına bağlı olarak farklı seçenekler oluşturulabilir. Her iki kabuğu saydam bileşenden oluşan kuruluşlar ‘çift kabuk cam cepheler’ olarak tanımlanır. Çift kabuk cam cepheler, kullanıcı gereksinimlerini karşılamak üzere iç ve dış iklim arasında bir düzenleyici olarak hizmet görmesi gerekliliğinden yola çıkılarak tasarlanmıştır. Bu cepheler, iki cam kabuk arasında dış hava ile bağlantılı bir boşluk bırakılarak oluşturulur. Aradaki boşlukta bulunan hava kışın ısı yalıtımı sağlamakta, yazın ise tampon bölge oluşturarak istenmeyen ısı kazancını engellemektedir. Ara boşluk, ısisal etkinlikte oynadığı role ilave olarak kabuğun ses yalıtımını da olumlu yönde etkilemektedir [145].



Şekil 4.13 Stuttgart'taki bir ofis binası cephesinin ses yalıtımı değerleri yapılan bilgisayar simülasyonları ve testler, doğal hava sirkülasyonunun boşlukta güneş radyasyonundan kaynaklanan ısının %25 kadarlık kısmını uzaklaştırdığını ortaya çıkarmıştır [146].

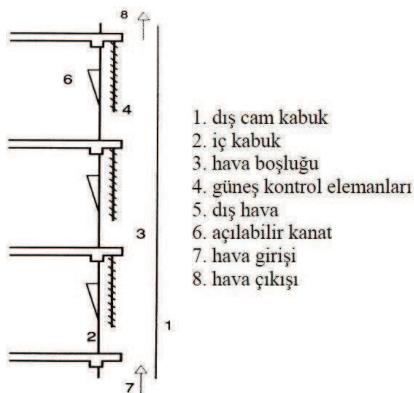
Isınan hava yükseldikçe sıcaklığında artış olduğundan ara boşluğu birkaç katta bir sınırlandırmak uygundur. Yangın korunumu ve akustik izolasyon konuları da bu boşluğun sınırlanırmasında etken olmaktadır. İkinci kabuk, yüksek binalarda normal şartlarda doğal yoldan havalandırılamayan mekânlara temiz hava sağlanmasına imkân vermektedir [147].

Dış iklim koşullarından korunmuş ara bölgeye yerleştirilen güneş kontrol elemanlarıyla, mevsime bağlı olarak güneş ışınınının denetlenmesi olanaklıdır. İç kabukta düzenlenen pencereler ya da menfezler aracılığı ile binanın sıcak dönemlerde geceleri soğutulmasıyla, bina kütlesinde soğuk hava depolanır. Depolanan bu soğuk hava, soğutma yükünün azaltılmasına katkıda bulunur. Kullanıcı konforunun sağlanmasında iklimlendirme sistemlerinin kullanımını azaltan bu durum, binanın toplam yaşam maliyetinin ve enerji tüketiminin azaltılmasını sağlar [148]. Güneş radyasyonunun fazla olduğu durumlarda aşırı ısınmaya karşı ara boşlukta iyi havalandırma yapılmalıdır. Havalandırmanın etkinliği boşluk genişliğine ve dış kabuktaki havalandırma açıklıklarının boyutuna bağlıdır. Dış ortam ve ara boşluk arasındaki hava değişimi; cephe üzerindeki hava basınç şartlarına, baca etkisine ve açıklıkların hava boşaltım katsayısına bağlıdır [149].

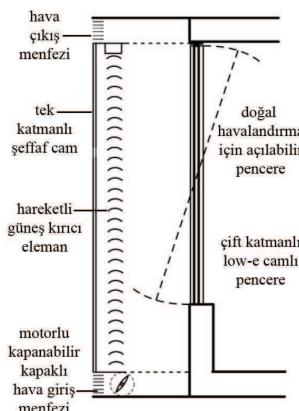
Bu delikler ya her zaman açık (pasif sistemler), ya da el veya makine ile açılabilir nitelikte (aktif sistemler) olabilmektedir. Yangın ve gürültü korunumu konusundaki

düzenlemeler de çift kabuklu cephelerin tasarımında önemli ölçütlerdir. Çift kabuklu cephe sistemleri için farklı çözümler geliştirilmiştir.

Aşağıdaki şekilde çift kabuklu cephe kuruluşunun çalışma ilkesi basitçe gösterilmektedir [150].



Şekil 4.14 Çift kabuklu cephe kuruluşu [150].



Şekil 4.15 Tipik bir çift kabuk cephe bileşenlerinin seması

(Stribling, D. and ST\_GGE B. 'A critical review of the energy savings and cost payback issues of double facades' Glasgow, New York.)

Çift kabuklu cam cepheler; doğal enerji kaynaklarından yararlanarak enerji tüketiminin, kullanım sürecindeki enerji maliyetlerinin ve kullanıcı konforunun sağlanmasında mekanik tesisatın kullanımının azaltılmasını amaçlamaktadır.

### Çift Kabuklu Cephelerin Olumlu Ve Olumsuz Yönleri

Olumlu yönleri;

- Cepheden kaynaklanan ısı kayıpları minimum düzeydedir,

- Cam iç yüzey sıcaklığı ortam sıcaklığına yakın olduğu için pencereye yakın alanlardan daha fazla yararlanılmaktadır,
- Özellikle yüksek binaların üst katlarında dahi pencere açma imkanı vardır,
- Havalandırma ile sağlanan iç ortamdaki taze hava, klima sistemlerinin maliyetinin ve enerji tüketiminin azalmasına neden olmaktadır,
- Boşluktaki hava akışı, dış kabukta yoğunlaşma riskini azaltmaktadır,
- Tek kabuklu cephelere göre ses izolasyonu daha iyidir,
- Yaz döneminde dış kabuktaki kanallar açık bırakıldığında bina kütlesini soğutmak üzere gece havalandırmasına imkan sağlanmaktadır,
- Enerji kullanımı tek kabuklu cephelere nazaran daha azdır.

Olumsuz yönleri;

- Yapıya önemli ölçüde ek maliyet getirmektedir,
- Kabuklar arasındaki boşluğun havalandırılmasında doğal havalandırmanın yetersiz kalma tehlikesi vardır,
- Kabuklar arası boşluk bölünmediği durumlarda sesin mekanlar arasında dağılma riski vardır,
- Kabuklar arasındaki boşluğun mekanik sistemlerle havalandırılması binaya ek enerji yükü getirmektedir [151].

Çift kabuk cam cepheyi oluşturan bileşenler;

- Saydam bileşenler ve opak bileşenler,
- Taşıyıcı ve tespit bileşenleri,
- Havalandırma boşluğu,
- Güneş kontrol elemanları,
- Yürüme yolu olarak sıralanabilir [152].



Şekil 4.16 The Helicon [153].

#### Çift Tabakalı Cephe Sistemini Oluşturan Bileşenler

##### 4.4.2.2.2.1.1 Saydam Bileşenler ve Opak Bileşenler

Giydirmeyecek cephe, günümüzde cam teknolojisindeki gelişmelerin sağladığı olanaklar sayesinde, yalnızca taşıyıcı çerçeveler ve cam yüzeylerden oluşabilmektedir. Günümüzde inşa edilmekte olan yüksek binaların, içinde yer aldığı çevrede çarpıcı bir etki yaratmaları istendiğinden dış cephe tasarımindan estetik kaygıların birinci planda tutulduğu görülmektedir. Bu nedenle, bu binalarda alışılmışın dışında büyük saydam yüzeyler ve bu saydamlıklarının oluşturulan gereksinimlere göre değişen camlara yer verilmektedir. Görsel konfor açısından cam; yeterli aydınlatma düzeyini sağlarken, kamaşmanın olmasını engelleyerek, dışarıyla yeterli derecede görsel ilişkinin kurulmasını sağlar. Saydam yüzeyler bir taraftan bunları sağlarken bir yandan da enerji tüketiminin minimum olacağı koşullara uygun zorundadırlar. Bu nedenle saydam yüzey alanının belirlenmesi ve cam türünün seçilmesinde enerjinin korunması konusu dikkate alınmalıdır [154].

Dış ve/veya iç kabuğu oluşturan saydam bileşenler tek, çift ya da üç cam üniteden oluşur. Yeterli aydınlatmanın sağlanması, ısı kayıp ve kazanç denetiminin kontrol edilebilmesi ve enerji korunumu nedeniyle saydam bileşenler farklı tipte camlardan oluşur. Tek plaka ya da çift cam üniteleri şeklinde ülkemizde üretilen camlar; berrak camlar, renklendirilmiş camlar, yansıtıcı camlar, güneş kontrol camları, low-E camlar, temperlenmiş camlar ve enerji üreten fotovoltaik camlardır [155].

#### **4.4.2.2.1.1.1 Beyaz Camlar**

Beyaz camlar, diğer cam tiplerinin üretiminde ana üründür ve renksiz cam hamurunun erimiş kalay üzerine yüzdürülmesi ile oluşmaktadır [157].

#### **4.4.2.2.1.1.2 Renklendirilmiş Camlar**

Renklendirilmiş camlar, normal cam hamuruna metal oksitlerin eklenmesiyle oluşturulmaktadır. Böylelikle camın ısı emme oranı ile birlikte camın ısısı artar. Yeşil, mavi, pembe, bronz, gri renkte üretilen bu camların dezavantajı, ısısı emmesinden dolayı camın sıcaklığının artmasıdır [157].



Şekil 4.17 Renkli cam uygulaması [159].

#### **4.4.2.2.1.1.3 Yansıtıcı Camlar**

Yansıtıcı camlar, üretim hattında veya üretim hattı dışında çeşitli metal veya metal oksitlerle yüzeyleri kaplanarak yüksek yansıtıcılık özelliği kazandırılmış camlar olarak tanımlanırlar. İnce metalik kaplamaların başlıca dezavantajları yumuşak yüzeyleri ve metallerin (özellikle gümüş ve bakırda) kimyasal dirençlerinin düşüklüğünden dolayı korozyon sorunlarıdır. Krom, titan ve çelik alaşım gibi metal kaplamalarda güneş spektrumunun görünür ve yakın infrared bölgelerdeki geçirgenlikleri yaklaşık aynıdır. Renkleri saydamı yakındır. Çeşitli metal oksitlerin pirolitik yöntemlerle cam yüzeyinde oluşturulması ile mekanik ve kimyasal direnci yüksek yansıtıcı camlar elde edilmektedir. Yansıtıcı camlarla güneş ışınlarının kontrolü yansıtma esasına dayandığından cam yüzeyine gelen güneş ışınlarının doğrudan yansıtılan kısmı renksiz cam'a veya renkli cam'a göre çok daha fazladır. Yansıtıcı camların güneş kontrol

etkinlikleri de kaplama cinsine, kalınlığına ve uygulanan yönteme göre değişiklikler göstermektedir [160].



Şekil 4.18 Yansıtıcı camın iç mekâna etkisi [161].

#### 4.4.2.2.1.1.4 Güneş Kontrol Camları

Güneş kontrol camlarında; ısı ve güneş ışınlarını kırın fonksiyonel tabakalar yeni gelişmelerdir. Örneğin, ışığı kırın plastik filmler bu amaçla kullanılmaya başlamıştır. Bunlar sadece belirli açılarda gün ışığı geçirir ve geçirimsiz olurlar. Holografik ışık kırcıları ışık eğimlerine aynalar, lensler ve prizmalar gibi davranışır. Mimaride ışığın yönünü değiştirmek, güneş kırcı v.b. amaçlar için kullanılır. Fotovoltaik (PV) modüllerle lamine cam güneş enerjisini elektriğe dönüştürmede kullanılır. Aynı zamanda, bunlar güneş kırcı olarak da kullanılmaktadır. PV modülleri genellikle farklı silikon güneş hücrelerinden oluşur. Polikristal güneş hücreleri genellikle mavi ve opaktır. Günümüzde, otomatik veya mekanik olarak kontrol edilebilen ışınım ve geçirim araştırmaları farklı sistemlerle yapılmaktadır. Bu sistemlerin termo-tropik katmanları kullanılarak güneş ışınım spektrumunun tümüne karşı koyabilmektedir [162].

Güneş kontrol camları sıcak iklim koşullarında güneş enerjisinin içeriye girmesini önemli ölçüde azaltarak havalandırma sistemlerinde tasarruf sağlamakta ve ayrıca güneş ışınlarının rahatsız edici parlaklığını azaltmaktadır. (Gün ışığı ve ısı ışınımına geçirgen olan, aktif ve pasif güneş kazançları ve güneşten korunma doğrultusundaki gelişmelerle birçok noktada kesişmektedir. Cam, üretilmiş veya kazanılmış bina ısısının korunması, güneşten korunma, güneş ışınımının ısı veya elektriğe dönüştürülmesi veya bina cephelerinde güdümlü hava akımları oluşturarak havalandırma veya serinletme sağlanması gibi birçok alanda kullanılan bir maddedir [163].

#### **4.4.2.2.1.1.5 “Buzlu”, “Kumlu” ve “Asite Daldırılmış” Camlar**

“Buzlu”, “kumlu” ve “asite daldırılmış” camlar ise ışık geçiren ama görüntü geçişini engelleyen camlardır [163].

Seçilen camlarla, yazın güneşten gelen ısı kontrol edilebilir, kışın da iç mekan ısı kayıpları önlenirken gün ışığından maksimum yararlanarak elektrikle aydınlatmayı azaltarak binanın enerji kullanımı minumuma indirilebilir. Cam yüzeyindeki baskının olduğu yer güneş kırıcı gibidir. Cam tabakalar arasındaki şeffaf yalıtmalzemeleri sadece ısı kayıplarını azaltmaz, güneş ışınlarından ısı depolanmasını kolaylaştırır. Bu durumda en çok kullanılan malzeme farklı kalınlık ve dokudaki cam, polikarbonat ve kuartz köpüktür. Diğer iki tabaka arasına yerleştirilen malzeme camı mekanik zarar ve hava şartlarına karşı korunur. Cam katmanlar arasındaki jalüzi, film tabakası... v.b. güneş kırıcı elemanların yerleştirilmesinde kullanılır. Bu elemanlar boşluğun içinde hava ve kirlenmeye karşı korunaklıdır, böylece bakım ve temizlik maliyeti azalmaktadır. Jalüzi gibi sistemler boşluğun içine elektrikle hareketlendirme motorlarıyla yönlendirilecek şekilde yerleştirilir [164].

#### **4.4.2.2.1.1.6 Low-E Camlar**

Low-E camlar, kaplamalı çift camlardır. Yumuşak kaplamalar genellikle 6 ve 9 tabakadan oluşur. Malzemenin farklılaşmasıyla kaplama kalınlığı, ışık geçirimi ve diğer özellikler kontrol edilebilir. Low-E kaplama ısı levhalarını biçimlendirmede kullanılır. Cam yüzeyindeki yansımayı azaltan bu kaplamalar için iyi iletken olan metal katmanlar uygundur. Kaplamalarda güneş kırıcı amacıyla, yansıtırken ısı geçirimini azaltan yüksek yansıtıcı özelliklere sahip metal oksit kaplamalar kullanılmaktadır. Low-E ısı kontrol kaplamaları ısı cam üniteleri oda ısısını iç mekâna tekrar yansıtarak bina sıcaklığının dışa kaçışını tekrar yarıya yakın bir seviyeye indirebilmektedir. Bu durum da tek cama göre 3,5–4 kat daha iyi yalıtm sağlanması demektir [165].

Low-E kaplama ısı levhalarını biçimlendirmek için kullanılır. Bunlar cam yüzeyindeki yansımaya özelliklerini azaltır. İyi iletken olan metal katmanlar bu iş için çok uygundur. Son yıllarda gümüş esaslı kaplamalar ısıyı yüksek oranda geçirmesi ve doğal renkleri nedeniyle baskın gelmektedir. Güneş kırıcı amacıyla, yansıtırken ısı geçirimini azaltan yüksek reflektif özelliklere sahip metal oksit kaplamalar kullanılmaktadır [166].



Şekil 4.19 Dış kabukta 12mm'lik temperli cam, iç kabukta low-e cam kullanılmış bina örneği Düsseldorf City Gate Binası, Almanya [167].

#### 4.4.2.2.2.1.1.7 Low-E Camlar

Temperlenmiş camlar, darbe, basınç ve ısıl şoklara karşı mukavemetini artırmak amacıyla camın önce ısıtılp ardından hızla soğutulması yoluyla elde edilmektedir [168].

Temperleme işlemi, yatay hat üzerinde camın dış yüzeylerine basınç gerilimi, ortasında ise bir çekme gerilimi kazandırmak için anı ısıtma ve soğutma ile yapılarak elde edilir. Kırıldığında zar büyülüğünde parçalara ayrılır ve bu özelliğinden dolayı da iç mekânlarda ve çift kabuklu cephelerin dıştaki kabuğunda kullanılırlar. Bazen güvenliği daha da artırmak için temperli camlar dağılmamasın diye lamine de yapılabilir. Kısmi temperleme, temperlemede olduğu gibi ısıtılp, ama daha yavaş soğutulması ile yapılır. Temperlenmiş cama göre yüzey gerilimi daha az olduğundan, basınç ve darbeye direnci de daha azdır. Cam temperlendikten sonra üzerinde işlem yapılmamalıdır. Temperlenmiş camlar, kesme, delme, bizote ve rodaj işlemlerine tabi tutulduğunda kırılacağı için de, bu işlemler ve detaylandırma üretimden ve camın anı olarak soğutulmasından önce yapılmalıdır [169].

#### 4.4.2.2.2.1.1.8 Fotovoltaik Camlar

Enerji üreten fotovoltaik camlar, güneş ışığını elektrik akımına dönüştürerek elektrik enerjisine çevirir aynı zamanda pasif güneşten koruma da sağlar. En çok bilinen PV ürünler, silikon güneş hücreleridir. Fotovoltaik panellerin doğrudan kabuk sisteminin oluşturabilme bağlamındaki olumlu özellikleri, binalarda elektrik üretici kabuk tasarımını etkilemektedir [170].



Şekil 4.20 Fotovoltaik cephe örneği [171], [172].

Enerji etkin cephe tasarımında yukarıda bahsedilen camlardan herhangi birinin seçimi, bina için tasarlanan cephe tipine bağlı olarak, havalandırma boşluğunun genişliği ve yüksekliğine, binanın olduğu yerin iklimsel şartlarına ve iklimlendirme sistemlerinin tipine göre farklılık göstermektedir. Camların fiziksel özellikleri dışında, cephedeki konumları havalandırma boşluğunun özellikleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Örneğin, dış cephede kullanılacak low-E kaplamalı camlar dıştaki ısı kayıplarını azalttığı için boşluk içindeki sıcaklık derecesini arttırır. Bu durum sonucunda yaz boyunca boşlukta aşırı ısınma olmasına rağmen, kışın bina içine sıcak hava alımı kolaylaşmaktadır. Benzer sonuçlar dış ya da iç cephe tabakasına çift cam yerleştirilmesiyle de elde edilebilir.

#### 4.4.2.2.1.2 Taşıyıcı Bileşenler

Taşıyıcı bileşenler, cam cephenin ana taşıyıcı sisteme taşıtılmasını sağlayan yatay ve düşey çubuklardan oluşan bir ızgara sistemidir. Bu ızgara, cam paneller ile birlikte oluşturularak bütün halinde yerine yerleştirilmektedir.

Tespit bileşenleri (ankraj profilleri, baskı profilleri, kenetler, vida, dübel, civata, macun, conta v.b.) ise, taşıyıcı ızgaranın bina taşıyıcısına, saydam ve opak panelin taşıyıcı ızgaraya ve taşıyıcı ızgarayı oluşturan yatay ve düşey çubukların birbirlerine birleştirilmesi amacıyla kullanılmaktadır [173].

Bir tespit düzeninin etüdü ve tasarımlı, kaba binanın durumuna, hafif cephenin tasarımına, yerel iklim koşullarına ve binanın önemine bağlı olarak her durum için ayrı yapılmalıdır [174].

#### 4.4.2.2.1.3 Havalandırma Boşluğu

Havalandırma boşluğu temizlik, bakım-onarım, güneş kontrol elemanlarının yerleştirilerek dış etkenlerden korunması gibi önemli işlevler üstlenmektedir. Boşluk genişliğinin seçimi sistemden beklenen performans ve kullanım alanı, iklimsel veriler v.b. şartlara bağlı olarak belirlenir. Ortalama 20–200 cm arasında değişir [175].

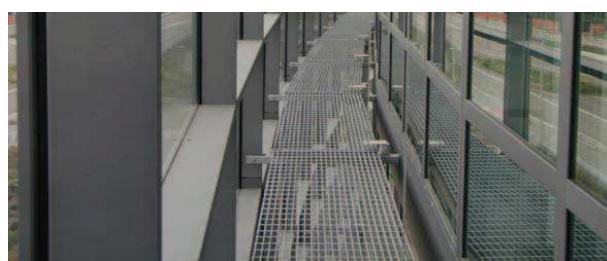
Boşluğun derinliği, kullanılan cam tipi, güneş kontrol elemanlarının tipi ve konumu, boşluktaki iç ve dış açıklıkların boyutu, konumu ve havalandırma sisteminin seçimi boşluk içindeki havanın özelliğini etkilemektedir.

Havalandırma boşluğunun içteki ve dıştaki açıklıklarının tipini, boyutunu ve konumunu belirlerken dikkat edilmesi gereken bazı noktalar vardır [176].

- Yüksek binalarda dıştaki açıklıkların tipi, boşluktaki hava akımı ve akış hızını etkilemektedir. İçteki açıklıkların tipi ise, iç mekân havalandırmasını ve kullanıcılarının termal konforunu etkiler.
- Açıklıkların boyutu ise boşlukta oluşacak hava akımı ve akış hızına bağlı olarak boşluğun sıcaklık derecesini etkilemektedir.
- İçteki ve dıştaki açıklıkların konumu da havanın boşluğa giriş- çıkış yerini ve buna bağlı oluşacak akım yönünü belirlemektedir.



Şekil 4.21 Dış Kabuk ve İç Kabuk Arasındaki Havalandırma Kanalları [177].



Şekil 4.22 Çift Cephe Arası Havalandırma Örneği, Nokia House Kista

#### 4.4.2.2.1.4 Güneş Kontrol Elemanları

Güneş kontrol elemanları sabit ya da mekanik veya bilgisayar destekli kontrol edilmek üzere hareketli olabilirler. Malzemesi genellikle alüminyum ya da ahşaptır, sıcak dönemlerde istenmeyen ısı kazançlarını engelleyerek binanın soğutma yüküne önemli katkıda bulunurlar [178].

Enerji etkin cephe tasarımda kullanılan güneş kontrol elemanlarının tipi (jalüzi, panjur, stor, kepenk v.b.), konumu (dışta, içte, ortada) ve geometrisi, cephedeki hava boşluğunun termal özelliklerini, boşlukta oluşan hava akımını ve kullanıcıların görsel konforunu önemli ölçüde etkilemektedir [179].

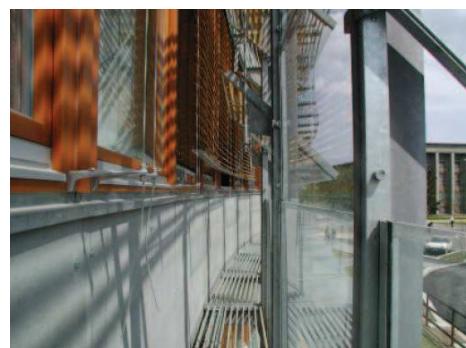
Güneş kontrol elemanlarını aşağıda detaylı olarak incelemiştir:

**Panjurlar**, Çift kabuk ara boşuguna yerleştirilirler. Delikli alüminyum, cam gibi malzemelerden olabilir. Panjur malzemesinin cam olması durumunda çogunlukla dış kabuğun kendisi bina otomasyonuna bağlı cam panjurlardan oluşmaktadır [180].



Şekil 4.23 Dış kabuğunu cam panjurlardan oluşan bina örneği (Debis Binası) [181].

**Jalüziler**, Çoğunlukla alüminyum ya da ahşap malzemeden oluşmaktadır. Genellikle içteki kabuğun iç kısmına ya da dış kısmına yerleştirilirler.



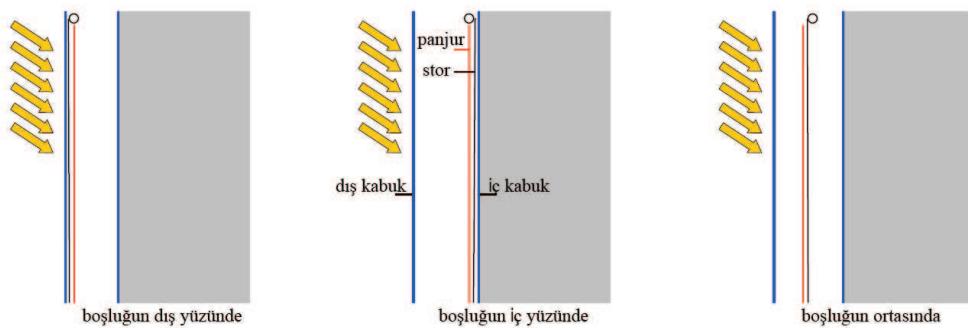
Şekil 4.24 Ahşap jalüzili bina örneği, Moravian Kütüphanesi, Çek Cumhuriyeti [182].

**Storlar**, Çoğunlukla kumaş ya da plastik esaslı malzemeden oluşurlar. Güneşin yoğun bir şekilde direkt geldiği bölgelerde daha sık kullanılır. Boşluk içine ya da iç kabuğun iç bölgelerine yerleştirilirler.



Şekil 4.25 Stor güneş kırıcıları bir binanın dışarıdan ve boşluk içinden görünüşü [183].

Güneş kırıcıları çift kabuklu cephelerde güneş ısınımı kazancını kontrol edebilmek için boşluk içerisine yerleştirilmektedir. Güneş kontrol elemanları çalışma prensiplerine göre sabit, elle kumanda edilebilen ve bina otomasyon sistemi tarafından kumanda edilen olmak üzere üç çeşittir. Çift kabuk giydirmeye cephe sisteminde kullanılan geniş ebatlı panjurlar genellikle bina otomasyon sistemine bağlıdır.



Şekil 4.26 Çift kabuk ara boşluğunundaki panjur ve storların olası konumları [184].

Bu elemanlar sayesinde özellikle yaz aylarında istenmeyen güneş ısınımı kazancı kontrol altına almaktadır. Ayrıca binanın soğutma yüküne olumlu yönde etki etmektedir. Güneş kırıcıları, binanın kullanım sürecinde cephede gerçekleşecek bakım-onarım ve temizlik gibi eylemlere engel olmayacak şekilde yerleştirilir.



Şekil 4.27 Çok katlı panjurlu bir çift kabuk cephedeki panjurların görünümü [185].

#### 4.4.2.2.1.5 Yürüme Yolu

Enerji etkin cephelerin bakım-onarım ve temizliği için kat dösemeleri hizasında uygulanan ahşap, cam ya da metal yürüme platformu aynı zamanda ses ve duman dağılmasına karşı bir bariyer oluşturmaktadır. Yolun genişliği aradaki boşluğun boyutlarına bağlıdır [186].



Şekil 4.28 Çok katlı bir çift kabuk cephenin ara boşluğundan görüntü

Şekil 4.29 Koridor tipi bir çift kabuk cephenin ara boşluğundan görüntü [187].

#### 4.4.2.2.2 Çift Kabuklu Cephe Sistemleri

##### 4.4.2.2.2.1 Kat Yüksekliğinde Çift Kabuklu Cepheler

Çift kabuklu cephelerin en çok kullanılan çeşitlerin biridir. Her kata taze hava alma ve kirli havayı verme kanalları yerleştirilir ve her kattaki boşluklar birbirinin üzerine gelecek şekilde düzenlenir. Koridor cephelerin yapımında, her katta gerekli olan bir dizi havalandırma boşlukları ve bölüçülerinden dolayı kesintisiz çift kabuklu cephe'den daha karmaşık yapıdadır. Buna karşın cephenin işlevi çok gelişmiştir. Böylece en etkili havalandırma sağlanır. Bu cephe türü, koridor tipi çift tabakalı cephe olarak da

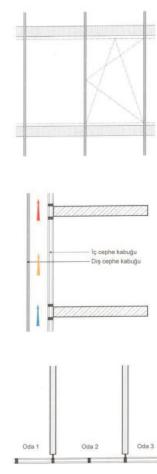
tanımlanabilir. Kutu tipi çift tabakalı cephe türünde ise, hem katlar arasında hemde düşeyde giydirme cephe bölünerek, ayrık birimlerden oluşmuştur [188].

Ara boşluğu kat yüksekliğinde sınırlandırılarak uygulanan çift kabuklu cephelerin havalandırma prensibi görüşü, kesit ve plan olarak gösterilmektedir.

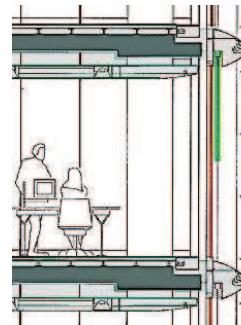
Kullanılmış havanın hava giriş açıklıklarından tekrar içeri girmemesi için hava giriş ve çıkış açıklıkları cephe üzerinde diyagonal şekilde yerleştirilmiştir. Her kat yatayda bölünmüştür.



Şekil 4.30 Ara boşluğu kat yüksekliğinde sınırlandırılmış çift kabuklu cephe sisteminin uygulandığı bir örnek (RWE Binası) [189].



Şekil 4.31 Yapı yüksekliğinde bölüntüsüz ara boşluklu çift kabuklu cephelerde görüşü, kesit ve plan üzerinde havalandırma prensibini gösteren şema; ara boşluk kesintisiz ve serbestçe havalandırmaktadır [189].



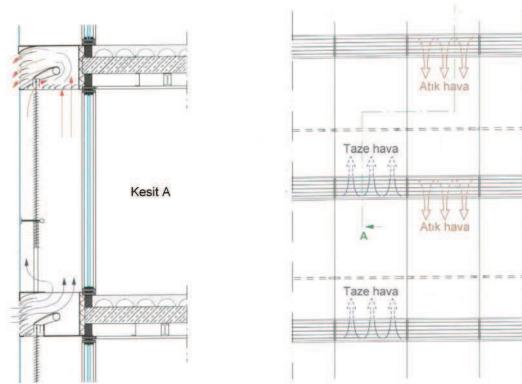
Şekil 4.32 Ara boşluğunun havalandırma biçimini ifade eden kesit detayı [190].



Şekil 4.33 Ara boşluğu kat yüksekliğinde sınırlandırılmış çift kabuklu cephesi olan, Düsseldorfer Stadttor [191].



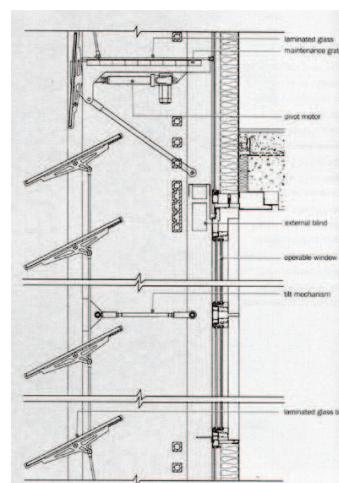
Şekil 4.34 Ara boşluğu kat yüksekliğinde sınırlandırılmış bir çift kabuklu cephe sisteminin yakın görünüşü (Düsseldorfer Stadttor) [192].



Şekil 4.35 Doğal havalandırmanın mekanik yolla kapanabilen özellikteki kapaklıklar tarafından sağlanması ve havalandırma şemasını gösteren şekil (Düsseldorfer Stadttor) [193].



Şekil 4.36 Dış kabuğu oluşturan hareketli cam lamellerin ara boşluktan ve dıştan görünüsü (Debis Binası) ( Kristy Wung, Debis Tower, Berlin, Germany, Renzo Building Workshop)



Şekil 4.37 Motorlu açılabilir cam lameller [194].

Açıklıkların yerleştirilmesinde dikkat edilmesi gereken bir husus, bir kattan çıkan yoğun havanın diğer kata ait açıklıktan içeri girebilecek düzenlemeye izin vermemektir. Bu durum mazgalların şasırtmalı olarak konumlandırılmasıyla önlenebilir. Dikkat edilmesi gereken diğer bir noktada kat çevresini dolaşan ara bölge, mekânlar arasında ses iletişimine izin verebileceğinden iç yüzeyini oluşturan katmanın ses iletimini en az düzeye indirgemecek şekilde tasarlamasıdır [195].

Kat yüksekliğindeki cephelerde birkaç farklı türde havalandırma biçimini sağlanabilir.

- İç cephe pencereleri kapalıken, kat seviyelerindeki havalandırma delikleri açıldığında dış hava perdesi biçiminde,
- İç cephe pencereleri ve havalandırma delikleri eş zamanlı açıldığında, hava sağlama ve hava boşaltma sistemi biçiminde,
- Cephe pencereleri ve havalandırma delikleri eş zamanlı kapatıldığında, tampon bölge yaratma biçiminde farklı türde havalandırma sağlanabilir [196].



Şekil 4.38 Kat yüksekliğindeki cepheler [196].

Yukarıda görüldüğü gibi kat yüksekliğindeki cephelerdeki boşluk, tüm kat boyunca koridor şeklinde devam edebilirken, birkaç oda genişliğinde de sınırlanırabilir. Ayrıca bu tür cepheler katlar arasında yangın yayılımını da önemli ölçüde azaltmaktadır.

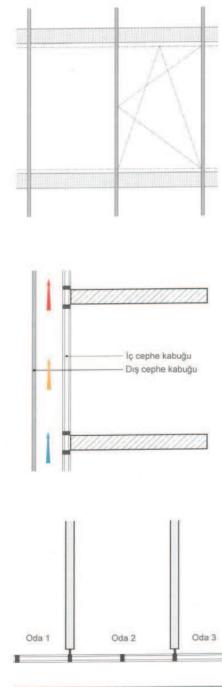


Şekil 4.39 Yangın sırasında cephe sisteminin çalışma prensibi [197].

#### 4.4.2.2.2 Yapı Yüksekliğinde Çift Kabuklu Cepheler

Çift kabuklu cephelerde bina yüksekliğinde tam olarak uygulanan boşluk çözümünde ortaya çıkan bir problem, ısınıp yükselen havanın üst katlarda açık pencerelerden tekrar içeri girme durumudur. Bunun önlenmesi için boşluk bina yüksekliğinde büyük bir şaft olarak ya hava girişi ya da hava çıkışı sağlanacak şekilde kullanılmaktadır [198].

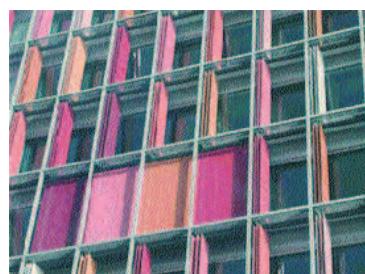
Aşağıda bu tür cephe sistemlerinin ortak özelliklerini görünüş, kesit ve plan üzerinde şematize etmektedir.



Şekil 4.40 Yapı yüksekliğinde bölüntüsüz ara boşluklu çift kabuklu cephelerde görünüş, kesit ve plan üzerinde havalandırma prensibini gösteren şema; ara boşluk kesintisiz ve serbestçe havalandırmaktadır [199].



Şekil 4.41 Yapı yüksekliğinde bölüntüsüz ara boşluklu çift kabuklu cephe sisteminin uygulandığı Victoria Ensemble binası [200].



Şekil 4.42 GSW Yönetim Merkezi [201].

#### 4.4.2.2.2.3 Şaft Tipi Çift Kabuklu Cephe Sistemleri

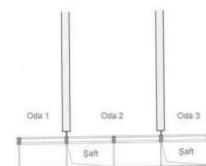
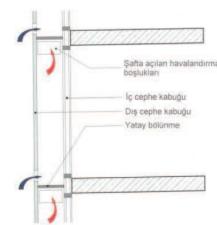
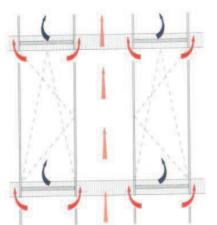
Şaft tipi çift kabuklu cephe, bina yüksekliğinde bölüntüsüz ara boşluğu olan çift kabuklu cephe ile ara boşluğu kat yüksekliğinde sınırlanmış çift kabuklu cephenin bir birleşimidir. Yapı yüksekliğindeki boşluk dışarı atılan hava için baca görevi yapmaktadır. Bu düşey şafta iki yanında açıklıklarla bağlanan kat yüksekliğinde boşluklar bulunmaktadır. Isınan ve kat yüksekliğindeki boşluktan bu merkezi şafta giren hava baca etkisi ile yükselerek en tepeden dışarı atılmaktadır [202].

Bu tür cephelerde cam tabakalar arasındaki boşlukta kirli havanın dışarı atılmasını sağlayan düşey bölüçüler vardır. Şaftlar arasında havalandırılmalı bölümler, çift pencereler arasında taze havayı içeri alır. Kirli hava çift pencerenin üstündeki bölümden dışarı atılırken, taze hava pencere ve şaft arasındaki bölücünün üst bölümündeki boşluktan şafta alınır. Öteki çift cephe tipleriyle karşılaştırıldığında şaft tipi cephelerin yanın korunumu, gürültü, temiz ve kirli havanın karışması gibi dezavantajları vardır. Bu yüzden enerji etkin çift kabuklu cephe kurulumlarında kullanımına az rastlanan bir cephedir [203].

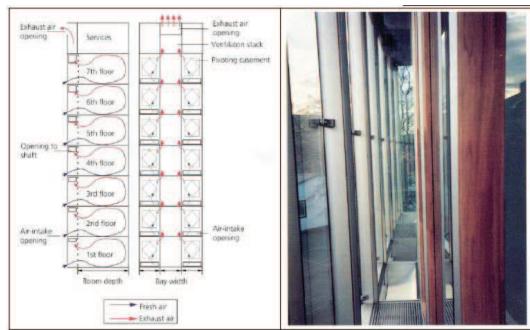
Dış ortamındaki hava hareketi az olsa bile şaft içindeki ısıl kaldırma kuvveti ile doğal havalandırma sağlanmaktadır. Bununla birlikte, belirli yükseklikte basınç durumu tersine dönmekte ve ısınmış hava kat yüksekliğindeki boşluğa geri dönebilmektedir. Bu nedenle şaft yüksekliğini sınırlamak gerekmektedir. Bu sınırlama, bina yüksekliği, hakim rüzgar gibi çeşitli faktörler tarafından etkilenmektedir ve her bina için ayrıca hesaplanmalıdır [204].

Düsey şaft katlar boyunca devam ederek en üst noktaya ulaşır. Bu sayede baca etkisini oluşturarak doğal havalandırmaya olanak sağlar. Dış cephede açılan mazgallar dışarıdan kontrollü bir temiz hava girişi sağlayarak yüzeyler arasındaki boşluğun taze hava ile dolmasını ve istendiğinde bu havanın iç mekâna akışı sağlanarak mekânın kontrollü bir şekilde havalandırılmasına da imkân verir. Baca etkisi sınırlı bir yükseklik gerektirdiği için bu cephe kurgusu daha çok az katlı binalar için uygundur [205].

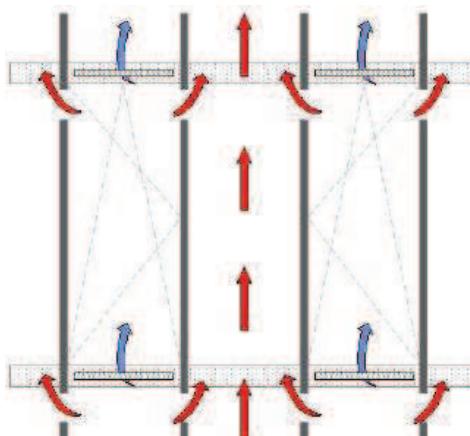
Aşağıdaki şemada şaft tipi çift kabuklu cephe sistemlerinde doğal havalandırma mekanizmasını görünüş, kesit ve plan üzerinde göstermektedir



Şekil 4.43 Şaft tipi çift kabuklu cephelerde görünüş, kesit ve plan üzerinde havalandırma prensibini gösteren şema; oklar hava akımlarının yönünü göstermektedir

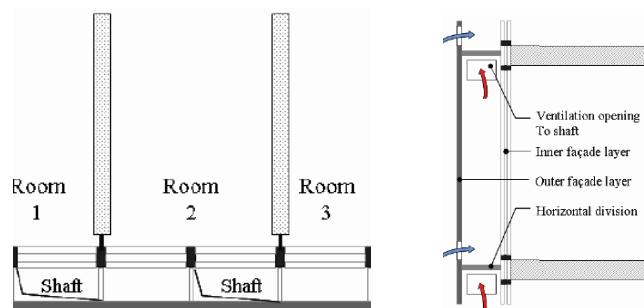


Şekil 4.44 Şhaft tipi cephe kurulşunun havalandırma sistemi [206].



Şekil 4.45 Şhaft tipi cephe sistemindeki hava akımı [207].

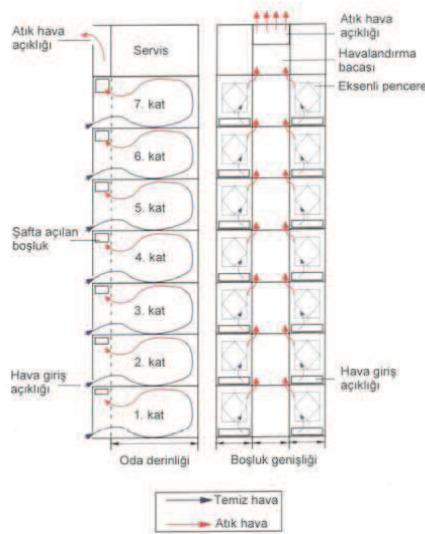
Şhaft tipi cephe sisteminde havalandırma bölümlerinin kullanılmasının amacı, cephenin her bölümünde baca etkisi yaratılarak doğal havalandırma olanaklarının artırılmasıdır. Bu yüzden bu tür cephelerin doğal havalandırılma sistemlerinin kullanıldığı cepheler için tasarlanması daha mantıklıdır [208].



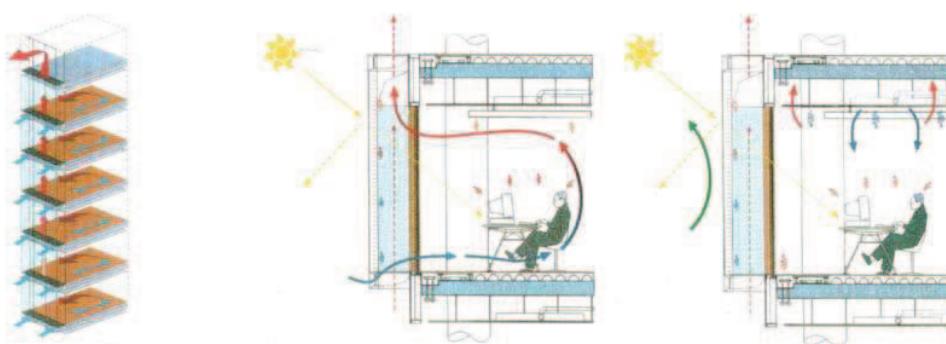
Şekil 4.46 Sistemin plan ve kesit düzlemindeki çalışma prensibi [209].



Şekil 4.47 Şaft tipi çift kabuklu cephe sisteminin uygulandığı Düsseldorf / ARAG binası [210].



Şekil 4.48 ARAG binasının şaft tipi çift kabuklu cephesinin havalandırma prensibinin kesit ve görünüş üzerinde gösterimi [210].



Şekil 4.49 ARAG binasında katların havalandırma biçimini gösteren kesit [210].

#### 4.4.2.3 İklim Holleri

Çift kabuklu cepheler rüzgar basıncı etkisindeki yüksek binalarda bir çözüm olarak görülebilmektedir. Bununla birlikte, tampon bölge prensibi az katlı binalarda da enerji

korunumu sağlayan bir etki yapabilmektedir. Kış bahçesi, atrium ve iklim holleri çok genişletilmiş cephe boşlukları olarak yorumlanabilir. İlman bir tampon bölge, ısı kayıplarının azaltılmasına ve güneş radyasyonundan pasif ısı kazanımına imkân vermektedir, binanın doğal yoldan havalandırılmasında etkin olabilmektedir [211].



Şekil 4.50 Thompson Advertising Agency Building [212].

#### 4.4.2.4 Fotovoltaik Paneller

Türkiye'de binalarda enerji verimliliği konusundaki gelişmeler temiz ve tükenmeyen bir enerji kaynaklarının kullanımını zorunlu kılmaktadır. Bu nedenle ülkemiz açısından önemli bir potansiyeli olduğu da düşünüldüğünde güneş enerjisine verilen önemi giderek artmaktadır. Bu nedenle güneş enerjisi, fotovoltaik solar elektrik potansiyeli ve binalarda enerji verimliliği sağlamada güneşten elektrik üretiminin önemi gitgide önem kazanmıştır. Bu nedenle enerji tasarrufu sağlayan fotovoltaik panelleri detaylı olarak aşağıda incelenmiştir [213].

Güneş pilleri olarak adlandırdığımız fotovoltaik piller, üzerine düşen güneş ışığını doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren teknolojilerdir. Fotovoltaik pillerin çalışması fotovoltaik prensibine dayanmaktadır. Fotovoltaik olayı ilk olarak 1839 yılında Fransız fizikçi Edmund Becquerel tarafından bulunmuştur. Becquerel, elektrolit içine daldırılan elektrotlar arasındaki akımın elektrolit üzerine düşen ışık enerjisinden kaynaklandığını belirtmiştir. İlk defa 1876 yılında fotovoltaik olayı selenyum kristalleri üzerinde denenmiştir. 1960' larda ise fotovoltaik sistemler uzay teknolojilerinde kullanılmaya başlanmıştır [214].

Fotovoltaik piller ile enerji üretmenin avantajları:

- Mevcut sistemlerden farklı olarak, herhangi bir fosil yakıt tüketmeden bağımsız olarak enerji üretmesi,
- Kullanılan yakıt için para vermeye gerek yoktur,
- Kurulumundan sonra uzun yıllar sorunsuz olarak çalışmaktadır,
- Sistemin hareketli parçaları az olduğundan az bakım gereklidir, (elektrik üretiminde kullanılan jeneratörler, rüzgar ve hidro-elektrik türbinleri sürekli bakıma gerek duyarlar)
- Hareketli parçaları az olduğundan şimşek, rüzgâr, kum fırtınası, ısı, nem, kar ve buz gibi doğa olaylarına dayanıklı sistemlerdir,
- Enerji gereksinimi olan yerde üretildiği için taşıma maliyeti yoktur,
- Enerji kaynağı ile kullanım yeri arasında uzun kablolar ve bağlantı elemanları olmadığı için arada kaybolan güç kaybından tasarruf edilmiş olur.
- Modüler sistemler oldukları için artan enerji ihtiyacına bağlı olarak sistem rahatlıkla arttırılabilir.
- Güneş enerjisi ile çalıştığından ek bir yakıta ihtiyacı yoktur.
- Güneş radyasyonunu elektrik enerjisine çevirebilen tüm doğrudan enerji dönüştürücüler içinde en yüksek verime sahip olandır.
- İletim hattına gerek yoktur. Güçün tüketileceği yere kurulabilir.
- Uzun ömürlüdür. (Ömrü teorik olarak sonsuz olmasına karşın yaklaşık 20 yıldır)
- Aşırı derecede güvenlidir ve bakım gerektirmez.
- Havayı kirletmez çevreye zarar vermez.
- Ham maddesi silisyum doğada en bol bulunan malzemedir. Yenilenemeyen petrol, kömür gibi yakıtları kullanmamaktadır.
- 1W'tan MW 'lara kadar enerji üretebilir.

- Modüler ve çok yönlü kullanılır. İstenildiğinde güç ve gerilim seviyesi kolaylıkla artırılabilir veya azaltılabilir. Modüllerden bir grup devre dışı kalsa bile güç üretimi devam eder.
- Çalışırken elektrik sorunu yoktur.
- İstenilen voltaj üretilebilir. Akım seri ya da paralel bağlanabilir.
- Bina tasarımını sınırlandırmamaktadır.
- PV elemanları ekstra alan veya yüzey gerektirmez.
- Yeni tasarlanan bir binaya entegrasyonu söz konusuya ekstra bir alt binaya gerek duyulmaz. Çatı örtüsü, cephe elemanı, v.b. olarak kullanılır.
- Elektrik şebekesine yoğun saatlerde destek sağlamış olur.
- Gerektiğinde şebekeden elektrik desteği almayı engellemez.
- Fazla üretilen enerji akümülatörlerde depolanabilir.
- Fazla üretilen enerji elektrik şebekesine satılarak ilk yatırım maliyetleri düşürülmüş olur.
- Sera etkisi yaratan gaz salınımı olmaz.
- PV ürünleri transparan ve renkli üretilebilir. PV hücre renkleri siyah monistik silisyum, mavi polikristal silisyum, kırmızımsı kahverengi amorf silisyum olarak üretilebilir.
- Sessizdirler.
- Çalıştırmak için özel bir eğitime gerek yoktur.
- Güneş ışınımı olan her alanda kullanılabilirler [215], [216].

#### **Fotovoltaik piller ile enerji üretmenin dezavantajları:**

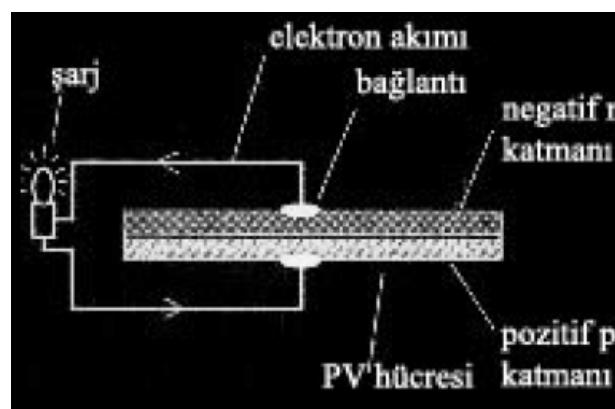
- Kullanılabilir düzeyde elektrik enerjisi üretimi için geniş alıcı yüzeylere gereksinim duyulmaktadır.
- Güneş ışınımı sabit ve sürekli olmadığı için depolama için boş alan gereklidir.

- Enerji eldesi sadece güneş ışınımın dik geldiği zamanlarda olduğu için, enerji eldesi kış aylarında az ve geceleri de hiç yoktur.
- İlk yatırım masrafları fazla olduğundan ilk başta ekonomik bir sistem olarak görülmemektedir.
- Güneş ışınımından faydalanan sistemin güneş ışığını sürekli alabilmesi için çevresinin açık olması ve sistemin gölgede kalamaması gereklidir.
- Fotovoltaik malzemelerin geri dönüşümü olmadığı için, ömrünü tamamlayan malzemenin değiştirilmesi esnasında türlerine göre ayrıştırılması ve ona göre imha edilmesi gereklidir [217].
- İlk yatırım maliyeti yüksektir.
- Üretilen akım doğru akım olduğundan, ya doğru akımla çalışan cihazlar ya da çevirici kullanmak gereklidir.
- Enerji sürekli olmadığı için enerjinin batarya grubu ile depolanması gereklidir.
- Güneşlenme yönünden zengin bölgelere gereksinim vardır.
- Çok fazla güneş ışığı alan bölgelerde sıcaklık nedeniyle verim azalmaktadır. Bu yüzden PV'ler havalandırılarak soğutulmalıdır.
- Verimi gölge ile düşer. Bu yüzden PV panellerinin yüzeyi devamlı temiz tutulmalı ve sadece su ile temizlenmelidir. Diğer taraftan gölge yapabilecek elemanlardan kaçınılmalıdır.
- Güneş enerjisinden optimum yararlanmak için PV'ler eğimli yüzeylerde kullanılmalıdır. Maksimum enerji verimi için kuzey yarımkürede güneşe doğru yönlendirilmelidir.
- PV'leri yönlendirmek ve eğim açısı tasarım esnasında bazı zorluklara sebebiyet verebilir [218].

Güneş hücreleri (solar cell) güneş ışığını direkt olarak elektriğe dönüştüren elektronik aygıtlarıdır. Yarı iletken bakır gibi bir metal ve cam gibi yalıtkan malzeme arasında elektriksel niteliği olan materyallerden oluşur. Bu yarı iletken materyaller üzerinde çalışılanlar; kristal silisyum, CuInSe<sub>2</sub> (CIS) (copper indium diselenide), CdTe, GaAs ve Amorf silisyum oksijen'dir.

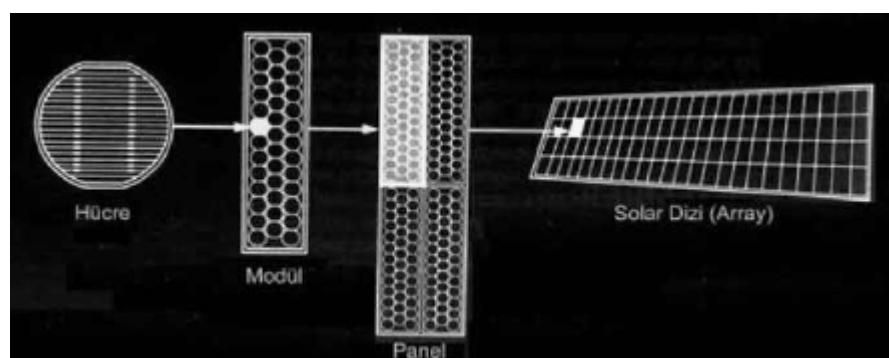
Güneş enerjisini etkin şekilde elektrik enerjisine dönüştürmek, kaliteli yarı gecirgen katmanlara ve kristalde kusursuz bir binaya gereksinim duyar.

Güneş hücreleri, elektrik enerjisinin gerekli olduğu her uygulamada kullanılabilir. Güneş hücrelerinden oluşan modüller uygulamaya bağlı olarak, akümülatörler, invertörler, akü sarj denetim aygıtları ve çeşitli elektronik destek devreleri ile birlikte kullanılarak bir sistem oluşturur. Bu sistem fotovoltaik sistem olarak tanımlanır [219].



Şekil 4.51 Fotovoltaik hücre prensip şeması [220].

Güneş hücresi fotovoltaik sistemin (PV sistem) en temel birimidir. Bu hücreler seri ve paralel bağlanarak PV modüllerini, modüller birleşerek panelleri, paneller birleşerek dizileri (solar array) oluşturur [221].

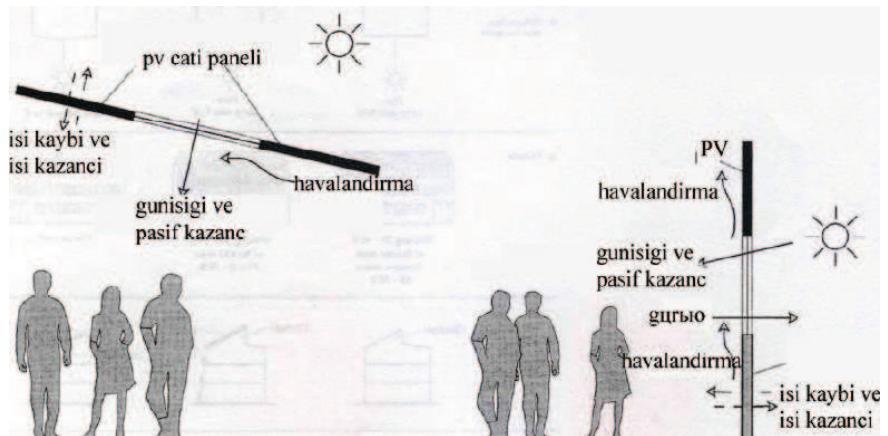


Şekil 4.52 Fotovoltaik hücre, modül, panel ve solar dizi [221].

### Bina-Pv Entegrasyonu ve Tasarım Ölçütleri

Bina dış kabuk yüzeyi alıcı bir yüzey olarak kabul edildiği zaman eğim açısı farklı olan çeşitli yüzeyler çıkmaktadır. Genel bir sınıflandırma yapılacak olursa bina kabuğunda 2

alıcı yüzey bulunmaktadır: cepheler ve çatılar. Bina cephesinde, fotovoltaik paneller cephe kaplama elemanı olarak kullanılabildiği gibi, gölgeleme elemanı olarak da kullanılabilmektedir. Çatı yüzeylerinin kullanımı eğim avantajı sağlamaktadır. Binaya sonradan fotovoltaik panel eklemesi yapılmak istenirse da çatılar uygun yerlerdir [222].



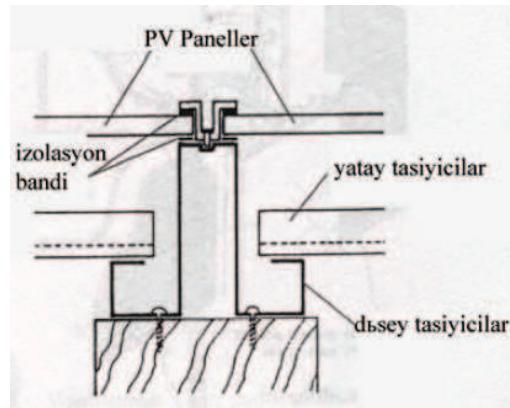
Şekil 4.53 Çatı ve cephede kullanılan PV panellerin karşılaştırılması [223].

Fotovoltaik panellerin çatılarda kullanımında, paneller üzerinde hem gölge olmaması ve hemde eğimi nedeniyle verimi cepheye göre daha fazladır. Ayrıca panellerin çatıya uygulanması,

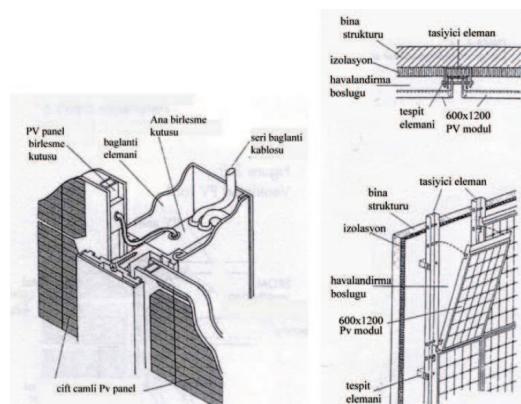
Cepheye uygulanmasından daha kolaydır. PV paneller, çatı kaplamasının aralarında kullanılabilceği gibi, kaplama olarak sadece PV panellerde kullanılabilir. Bu uygulama çatı strüktürü ile panel arasında havalandırma boşluğu bırakılmasına olanak sağlamaktadır.

Aynı şekilde, şet çatı uygulamalarında da, güneşe bakan tarafta PV panel uygulanmakta, kuzeye bakan tarafta ise açılan pencerelerle doğal havalandırma sağlanmaktadır [224].

Fotovoltaik paneller, kolaylıkla varolan giydirmeye cephe sistemiyle bütünleşmektedir. Uygulamasında, transparan kaplı paneller ile bina arasında boşluk bırakılması, drenaj ve havalandırma sağlanmaktadır. Ayrıca, bina için gerekli kablo geçişleri de bu boşluktan sağlanmaktadır. Perde duvar sistemi ise, şehir merkezlerinde pek çok prestij binasında uygulanmaktadır. Binalarda, dışının göründüğü yerlerde çift cam kullanılmakta, perde duvarın geldiği yerlerde ise PV modüller bu yüzeye kolayca uygulanmaktadır. Böylece hem perde duvarlar değerlendirilmekte hem de binaya enerji sağlanmaktadır [225].

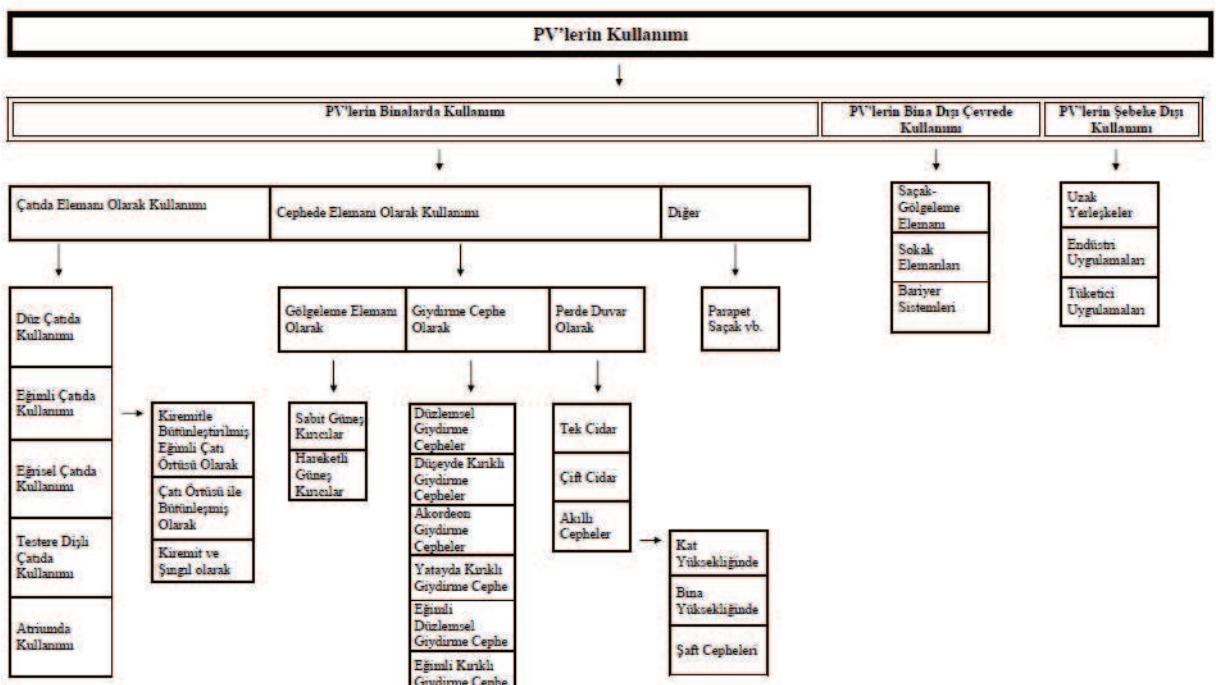


Şekil 4.54 Çatı ve cephede kullanılan PV panellerin karşılaştırılması [226].

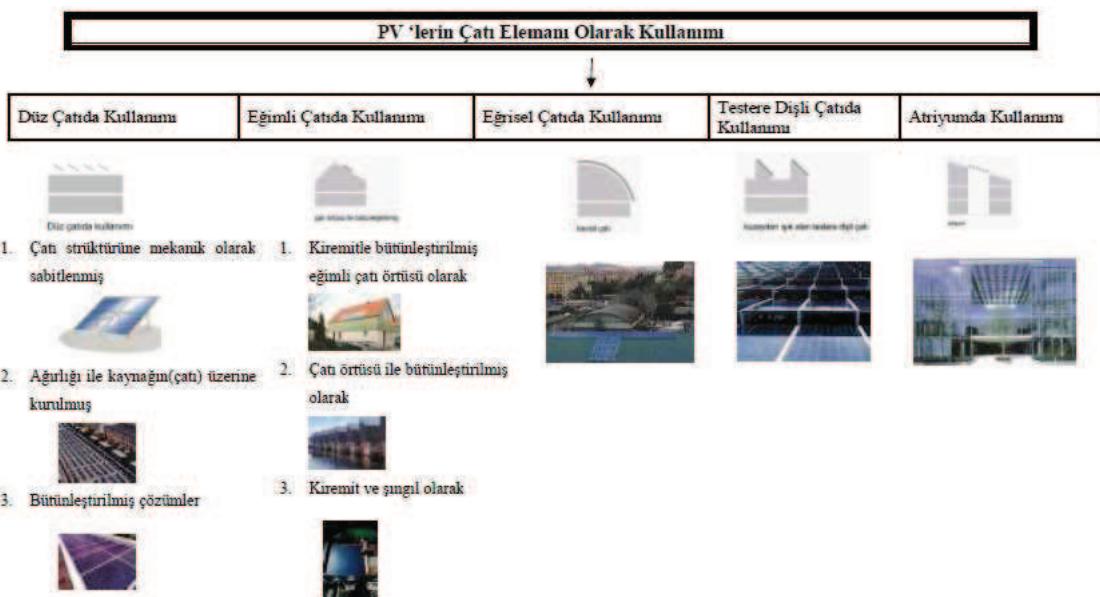


Şekil 4.55 Cepheye PV uygulama detayları [227].

Çizelge 4.2 PV'lerin kullanımı [228].



Çizelge 4.3 PV'lerin kullanımı [228].



Çizelge 4.4 PV'lerin kullanımı [228].

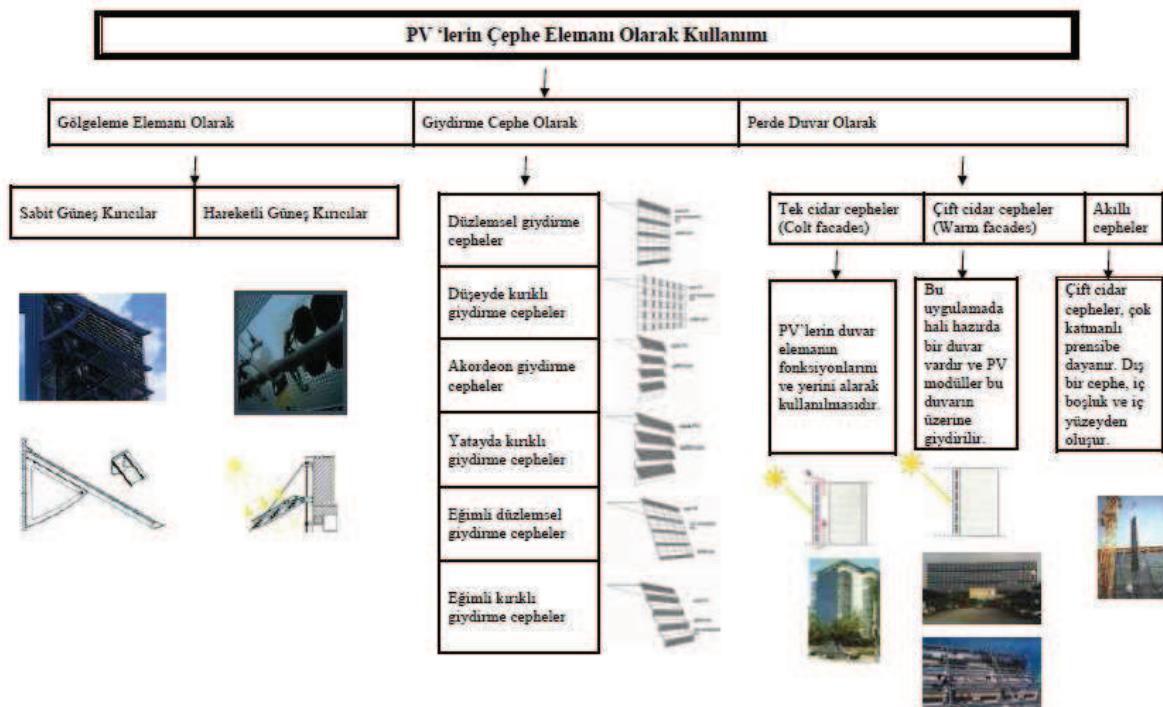
CEPHE PV SİSTEMLERİ		
PV'lerin pozisyonu	Sistem	Özellikleri
1. Düşey duvarlar	Perde duvar	Standart, ekonomik. Opak ve yarı-transparan PV'ler kullanılabilir.
2. Düşey Duvarlar	Giydirmeye Cephe sistemi	Bina ile Pv arasındaki boşluktan hem havalandırma sağlanır, hem de kabloların geçişleri sağlanır.
3. Düşey Duvarlar Eğimli PV'ler	Cam ya da giydirmeye sistem	PV'lerin verimi yüksek. Pencerelere gölge sağlıyor.
4. Eğimli duvarlar	Cam	Mimari görünüm zenginliği sağlıyor. Bina kat alanında az verim sağlanıyor.
5. Sabit Gölgeleme elemanı	Cam	Mimari estetik sağlıyor. Gün ışığı girişi az
6. Hareketli Gölgeleme Elemanı	Cam	Tüm sistemlerle beraber kullanmak mümkün. Gün ışığı girişi sabit gölgeleme elemanlarına göre daha fazla

Çizelge 4.5 PV'lerin kullanımı [228].

ÇATI PV SİSTEMLERİ		
PV'lerin pozisyonu	Sistem	Özellikleri
1.Eğimli çatılar	a.PV çatı panelleri	PV sistemi ile çatı strüktürü birleşir
2.Şet çatılar	a.PV paneller	Gün ışığına izin veren sistem
3.Kavisli çatı	a.Opak PV, metal ya da sentetik alt tabaka, ya da çatı rıjiti modüllerle düzenlenebilir	Esnek tasarım imkanları sağlar
4.Atrium	PV çatı panelleri	Opak ve yarı transparan PV lerle günüşi sağlanır.

### Pv Sistemlerin Cephe Elemanı Olarak Kullanılması

Çizelge 4.6 PV'lerin cephede kullanımı [228].



Cepheler binaların en büyük dış yüzeyini oluşturur. Binaya dıştan bakıldığında ilk etkiyi veren cephedir. Mimarlar isteklerini ve kullanıcıların bekłentilerini cephenin form ve

renk alternatifleri ile dışa vururlar. PV'ler bina cepheleri için estetik kaygıların yasandığı bölümdür. PV'leri bina cephelerinde kullanmak bu teknoloji ve yapım endüstrisini çatıdan çok daha ifadeli bir şekilde gösterir [229].

Gün ışığı, pasif solar kazanım ve gölgelemeden uzak, güneye yönlenmiş bir bina PV entegrasyonu için uygundur. Aynı şekilde doğu-batı aksında uzunlamasına bir bina, güney cephesinin uzunluğu ve çatının uzunluğu PV kullanımı açısından avantaj sağlar. Cephe biraz karmaşıktr. Duvar çatının yaklaşık 90° döndürülmüş halidir.

Ayrıca pencere ve çatı aydınlıklarından kazanılan solar kazanımda faydalıdır. Fakat bundan dolayı cephede kullanılan PV'lerin %50-70 'i opak olarak kullanılmalıdır. Cephede PV entegrasyonunu 3'e ayırmak mümkündür.

- Gölgeleme elemanı olarak

- Giydirmeye cephe olarak

- Perde duvar olarak

### **PV'lerin Gölgeleme Elemanı Olarak Kullanılması**

Güneş ışınımı, pasif yolla ışınma sağlamaası için kış aylarında bina içinde istenen, yaz aylarında ise kontrol edilmesi gereken bir unsurdur. Kontrolün cephe içinde veya dışında sağlanması tasarımcının tercihine bağlıdır. Diğer taraftan, güneş ışınlarının cephe dışında kontrol edilmesi, iç mekânın soğutma yüklerinin hafifletilmesi ve çalışma mekânlarında yüksek parıltı düzeyinden oluşacak rahatsızlığın önlenmesini sağlayacağı için, cepheye bağlanan güneş kırıcıların bina cephesinin bir parçası olarak tasarım aşamasının en başından ele alınması gereklidir. Yatay güneş kırıcılar güneye bakan bina kabuklarında güneş kontrolü amacıyla tasarlanan elemanlardır.

Güneş ışınlarının dik açıyla geldiği, direkt ışınların iç konfor koşullarını olumsuz etkilediği yaz aylarında güneş ışınlarını kesmek, kış aylarında ise yatkı gelen güneş ışınlarını maksimum derecede içeri almak, iç mekan ısı ve ışık düzeyini artırmak için kullanılırlar. Düşey güneş kırıcılar, karma güneş kırıcı elemanlarla birlikte bina kabuğunun doğu ve batı cephelerinde dar açıyla cepheye vuran güneş ışınlarını kontrol

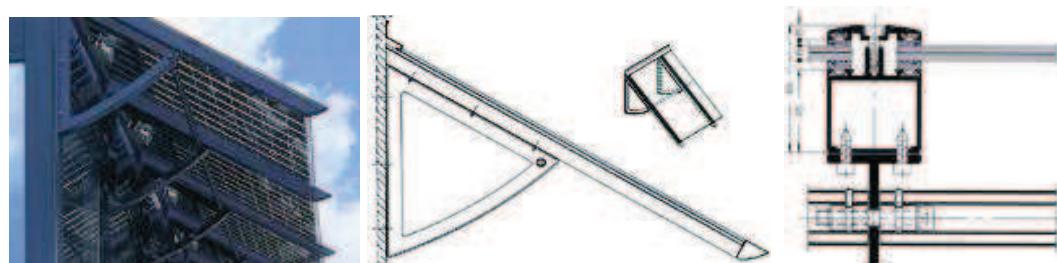
etmek için kullanılırlar. Yatay güneş kırıcılar cephe açığını düşey güneş kırıcılar kadar etkilememektedir.

PV'lerin gölgeleme elemanı olarak sabit ve hareketli olmak üzere 2 grupta incelenebilir.

Sabit güneş kırıcılar direkt olarak binaya sabitlenir. Hareket etmesi ya da yönünün değiştirilmesi söz konusu değildir. Sabit güneş kırıcılar cephedeki güneş kırıcılarının en basit halidir ve eğer doğru kullanılırlarsa çok etkileyici olabilirler.



Şekil 4.56 Sabit güneş kırıcı örneği - Celik (Yıllık enerji gereksiniminin %25'ini karşılıyor.) [230].



Şekil 4.57 Sabit güneş kırıcı detayı – Aluminyum [231].

**Hareketli Güneş Kırıcılar**, panjur, güneşlik, genişleyebilir gölgelik ve sundurmaları içerir. Dikey ve yatay olarak gelen güneş ışığı yoğunluğuna göre ve güneş ışığı ihtiyacına göre ayarlanabilir. Genellikle dikey aksta ya da yatay aksta güneşin yükseliş açısına göre tek aksta yönlendirilir. Güneş hücrelerinin hareketli güneş kırıcılarla entegrasyonu özellikle uygundur. Biri diğerinin üzerine konan elemanlar hangi açıda olursa olsun üstteki panjur tarafından gölgelenmez. Yarı saydam kullanılan güneş hücreleriyle dış hava koşulları ve gökyüzü de görülebilir.

Hareketli güneş kırıcılar sabit güneş kırıcılarla göre; hem güneş pili panellerinin performansı hemde daha verimli gölgeleme elde edilmesi açısından daha fazla kullanılmaktadır.



Şekil 4.58 Hareket edebilen PV modullu güneş kırıcı elemanlar [232].



Şekil 4.59 Hareket edebilen PV modüllü güneş kırıcı elemanlarının kullanıldığı [232].

### PV'lerin Akıllı Cephe Olarak Kullanılması

Akıllı cepheler, yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanan, doğal havalandırma sağlayan, binayı dış etkilerden koruyan ve kendi enerjisini kendi üreten cephelerdir. Akıllı cepheler tek cidar ve çift cidar olmak üzere ikiye ayrılır. Binaya entegre PV'ler genellikle çift cidar cephelerde kullanılır [233].

Bu tip cephelerde, cepheye ek olarak transparan cam bir kabuk var olan cephenin önüne yapılandırılarak termal izolasyon ve ses izolasyonu sağlar. İç ve dış cephe arasında ısıtılmamış termal tampon alan, istenildiğinde havalandırılan ve güneş kırıcı sistemlerin dahil olduğu bir bölümdür. Bu cepheler çevre koşullarına adapte olmak ve iklimsel dalgalanmaları dengede tutmak için tasarlanırlar. Böylece ısıtma, soğutma, aydınlatma ve rüzgar optimum koşulları kompleks teknoloji veya enerji kullanmayarak yakalamaya ayarlanır. Dış cephede PV entegrasyonu çok uygundur. Aynı zamanda güneş kırıcılık görevini de üstlenmiş olur [234]. Pompeu Farba Kütüphanesi havalandırılan cephesiyle kütüphanenin elektrik ve ısıtma ihtiyacının büyük bir bölümünü üretir, yazın ise soğutma giderlerini düşürür. Çift cidar konstruksiyonda

güneş hücreleri termal olarak güçlendirilmiş iki tabakanın arasına yerleştirilir. Havanın ısıtıldığı 15 cm'lik boşluk oluşturulur. Isı kışın iletim yolu ya da fanlarla dışardan alınan hava ısıtmada kullanılan cihazlara gönderilir. Yazın ise içeriye akan hava çatıdan çıkmadan önce PV panellerini soğutmuş ve böylece performansını arttırmış olur [235].

Çizelge 4.7 PV'lerin cephede kullanımının avantajları ve dezavantajları [236].

KULLANIM YERİ	AVANTAJLAR	DEZAVANTAJLAR
<b>PV'LERİN CEPHEDE KULLANIMI</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gün ışığı, pассив solar kazanım ve göğe meden uzak, güneye yönemis bir bina, PV integrasyonu için uygundur.</li> <li>Doğu-batı akşamda uzunlaşmasına bir bina, güney cephesinin uzunluğu ve gatının uzunluğu PV kullanım açısından avantaj sağlar.</li> <li>Pencere ve çatı aydınlatımlarından kazanılan solar kazanımında faydalıdır.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Doğu-batı arasında cephenin diklik kullanımı sabah ve öğleden sonra güneşin konumuna gerektirir.</li> <li>Cepheler göğe medenmeye eğimli olduklarımdan yerlesim planında dikkat olunmalıdır.</li> <li>Havalandırma yapılamayan cepheerde verim düşüğü görürlür.</li> <li>Güney cephesinin %100 cam kaplanması fazla ısı kazanımı ve yaz ayları için soğutma yükünün artması demekdir.</li> </ul>
<b>GÖGELEMİ ELEMAMI OLARAK</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Güneş ışınlarının cephe disinda kontrol edilmesi, iç mekannı soğutma yüklerinin hafifletilmesi ve çalışma mekanlarında fazla ışık düzeyinden olusacak rahatsızlığın önlenmesini sağlayacağı için, cepheye bağlanan güneş kincaların yapı cephesinin bir parçası olarak tasarım yapmasının en basitndan ele alınması avantaj sağlar.</li> <li>Bu sistemleri ahsap, tas, alüminyum veya çelik ile kombin seklde kullanmak mümkünür.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ek taşıyıcı profiller maliyeti artar.</li> </ul>
<b>Sabit Güneş Kincalar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hem güneş ışınlarının dik açıyla getiği, direkt ışınlarını iç konfor koşullarını olumsuz etkileyen yaz aylarında güneş ışınlarını keser hem de elektrik üretir.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hareket etmesi ya da yönünün değiştirilmesi söz konusu değildir.</li> <li>Koruma sebepli, lamine koruma camları veya teli camların kullanılması gereklidir.</li> </ul>
<b>Hareketli Güneş Kincalar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hem güneş pil panellerinin performansı hem de daha verimli gögeleme edile edilmesi açısından güneş kincaların hareketli olması daha çok tercih edilmektedir.</li> <li>Holografik film uygulaması ile PV modüllerini yüzeyinin tek basına toplayarak toplar ve güneşin takip eder. Aynı zamanda holografik filmler transparan ve güneş ışığının içeriye girmesine izin verir.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Koruma sebepli, lamine koruma camları veya teli camların kullanılması gereklidir.</li> </ul>
<b>ÇİYDIRME CEPHE OLARAK</b>		
<b>PERDE DUVAR OLARAK</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Perde duvar çok iyi bilinen ve büyük ölçekte kullanılan bir sistemdir.</li> <li>Estatiktir.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bu konstrüksiyon tüm binayı keştediğinde sıklıkla altında izolasyon ve ışık yüzey bulunur. Yüksütmeyi engellemek için bu katmanın neredeyse hava geçirmez olması gereklidir. PV serileri havalandırılmaz.</li> <li>Basing plakalar sisteminde, çerçeveye sistemi dikkey ve yatay bölümlerin bir araya gelmesiyle olusur. Bölümlerin derinliklerinin gölgeler yaratmayacak boyutlarda olması gereklidir.</li> <li>Strüktürel silikon camlama sisteminde, gölgeler olması gibi bir problem yok iken hava sızdırılmaz.</li> </ul>
<b>Tek cidar cepheeler</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>PV'lerin duvar elementinin fonksiyonlarını ve yerini alarak kullanılır.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>PV modüller sadece iç ve dış ortamı birbirinden ayıran elementler olduğundan, yalıtm sorunları PV modüller üzerinde çözülmelidir.</li> </ul>
<b>Cift cidar cepheeler</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>İç ve dış yüzey arasında duvar vardır ve PV modülünün üzerinde yalıtm sorunu çözülmek gereklili olan yalıtm önlendi duvarda alınır.</li> </ul>	
<b>AKILLICEPELER</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Çift cidar konstrüksiyonda (Perde duvar) güneş hücreleri termal olaraq güçlendirilmiş iki tabakanın arasında yerleştirilir.</li> <li>Cidalar arasında oluşan baca etkisiyle (stack effect) isınan hava yükselir. Kışın kullanılan bu hava yazın gatdan dışarıya bırakılarak PV'ler için soğutma sağlanır.</li> <li>Her katta giriş ve çıkış ağızları yerleştirilir, en düşük derecede isınan hava ve en etkili düzeye doğal havalandırma beklenir.</li> </ul>	

#### 4.4.2.5 Güneş Pencereleri

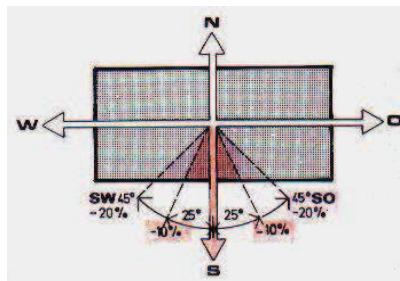
Doğrudan kazanç sisteminin en basit ve etkin olan ögesi güneş pencereleridir. Pencerenin iyi yalıtılmış bir mekanda ve güneye yönlendirilmiş olması koşuldur. Güneş pencerelerinde saydam yüzeyden içeri giren güneş ışınları, mekanın masif duvarları ve döşemeleri tarafından absorbe edilerek ısı enerjisine dönüştürülür. Isı kütle olarak işlev gören masif elemanlar aracılığı ile mekan içindeki aşırı sıcaklık farklılığı engellenir. Mekan sıcaklığının azalması durumunda, ısı masif elemanlardan taşınım ve ışınım yolu ile geri verilir. Bu sistemin en önemli yararı basit ve kolay uygulanabilir olmasıdır. Pencere büyülükleri, pasif kullanım açısından güneş ışınım etkisine ve binanın ısı gereksinimine bağlı olarak değişir. Pencere yüzeyinin gereğinden fazla büyük seçilmesi, toplanan enerjinin optimal düzeyde kullanılamamasına, hatta depolanmamasına neden olabilir. Sonucunda mekanların aşırı ısınması, dolayısıyla güneşten koruyucu önlemler alınması ve mekanların havalandırılması kaçınılmaz olur. Pencerenin form ve pozisyonu (düzenlenme şekli) güneş ışınlarının depolayıcı yüzeylere ulaşmasını sağlar. Yatay düzenlenmiş pencereler, güneş ışınlarının daha geniş alana yayılmasını olanaklı kılar. Düşey konumlanmış pencerelerde ise ışınların mekan derinliğinde etkimesi söz konusudur. Kışın güneşin yataya en yakın açı ile gelmesi, ışınların düşey pencerelerden mekanın en derin köşelerine ulaşmasına olanak verir. Bilindiği gibi aynı özelliklere sahip cam yüzeylerin ısı kayıpları yön bağımlı olmaksızın aynıdır, yön bağımlı olarak değişen yalnızca güneşten elde edilen ısı kazancıdır. Kış döneminde kuzey yarıküre için en fazla kazancın sağlandığı yön güneydir. Aşağıdaki tabloda yönlere göre pencerelerden elde edilen enerji kazançları verilmektedir [237].

Çizelge 4.8 Yönlerde göre pencerelerden elde edilen enerji kazancı [238].

Yön	Enerji Kazancı
Güney cephe (GGD 170°)	256 kWh/m <sup>2</sup> .yıl
Batı cephe (BGB 260°)	89 kWh/m <sup>2</sup> .yıl
Doğu cephe (DKD 80°)	43 kWh/m <sup>2</sup> .yıl

Güneyden doğu ve batıya 25 derecelik sapma % 10 oranında bir kayıp, 45 derecelik sapma ise % 20 oranında kayba neden olmaktadır. (Aşağıdaki şekilde) Bu nedenle güneş enerjisinden pasif olarak doğrudan yararlanan sistemlerde, pencere alanının

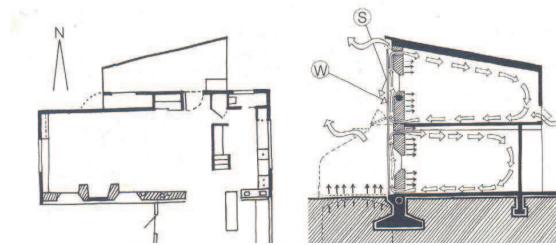
binanın bütünü içinde sabit tutularak cephelere göre dağılımlarının değiştirilmesi ile optimum yarar sağlanabilir.



Şekil 4.60 Hareket Güney yönünden sapma durumunda güneşten kazancın azalması [239].

#### 4.4.2.6 Güneş Duvarları

Güneş penceresi uygulamalarında yansıtma, parlama, aşırı sıcaklık farklılıklarını oluşturmaları gibi sorunlar olabilmektedir. Bu tür sorunlar depolayıcı olarak işlev gören ve ışınlarını direkt olarak alan cam yüzeyin arkasında duvar düzenlenmesi ile oluşturulan kuruluşlar aracılığıyla çözülebilir. Güneş duvarlarında masif dış duvar yüzeyine ulaşan güneş ışınları absorbe edilerek ısı enerjisine dönüştürülür. Isı enerjisi duvar konstrüksiyonuna bağlı olarak belli bir süre sonra taşınım ve ışınım aracılığıyla iç mekana iletilir. Trombe duvari ve saydam yalıtımlı duvar kuruluşları güneş mimarisi ve enerji etkin tasarım uygulamalarında oldukça yaygın olarak gündeme gelmektedir. Güneş duvarının etkinliği global ışınım değeri, direkt güneş ışınım oranı, duvar yüzeyinin absorpsiyon gücü, duvar kalınlığı ve duvar malzemesinin yoğunluğu ve ısı depolama kapasitesi ile düzenlenen güneş kırıcı elemanlara bağlıdır. Sistemde kullanılan havalandırma menfezleri ile sistemin etkinliği % 20-30 oranında arttırlabilir. (Aşağıdaki şekilde) Yeterli hava sirkülasyonu sağlanabilmesi için güneş duvarında bırakılan menfez alanı duvar yüzeyinin  $\approx 30$  oranında olmalıdır. (Gonzalo) Bilindiği gibi güneş duvarının iç ve dış görünüşleri oldukça farklı ve dış görünüşü itibarıyle camlı bir yüzeyden farklı olmayıp içten geleneksel bir duvar görünümündedir. (Aşağıdaki resimde) Verimli bir ısı dağılımının gerçekleşebilmesi ve ısı geçişinin engellenmemesi için, duvar iç yüzeyinin tefriş elemanlarından arındırılması gereklidir.



Şekil 4.61 Güneş duvari uygulaması, plan ve kesit (Trombe duvarı), Princeton, ABD [240].

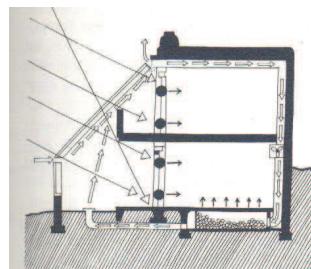


Şekil 4.62 Güneş duvari-çok katlı konut, ABD, Toledo'dan bir güneş cephesi – İspanya [241].

#### 4.4.2.7 Kış Bahçeleri

Kış bahçeleri içinde yaşanabilen sıcak hava toplaçları şeklinde tanımlanabilen, ısıtılmayan, güneşe yönlendirilmiş, camın yoğun olarak kullanıldığı mekanlardır. Kış bahçesi ve onunla ilişkili mekan arasında düzenlenen duvar genelde masif olup, ısı koruyucu ve depolayıcı işlevini görmektedir. Böylece kış bahçesindeki aşırı sıcaklık farklılıklarını azaltılmış, konforu yüksek, dengeli bir mikroklima sağlanmış ve daha uzun süre kullanılabilen bir mekan yaratılmış olur. Duvarda açılık düzenlenmesi ile kış bahçesinin sıcaklığı direkt olarak bağlı olduğu mekana verilebilir. Bu açılıkların büyük ya da duvarların saydam bir malzemeden olması durumunda, güneş ışınlarının direkt olarak iç mekanlara alınması da olanaklıdır. Ancak böyle durumlarda aşırı sıcaklık farklılığı ve yansımıya gibi sorunlar ortaya çıkabilir. Kış bahçeleri mekansal ve enerjik açılardan bağımsız mekanlar olup, kendileri ile ilişkili mekan ikliminin dengede kalmasına katkıda bulunurlar. Sistemin en önemli yararlarından biri, ilave tesisat olmaksızın enerji kazancını artırmasıdır. Böylece düşük maliyetle mekanların konforu arttırmakta ve sıcaklık farkı azaltılmaktadır. Kış bahçeleri mekanlardan taşınım yoluyla ısı kaybını engelleyerek tampon bölgeleri oluştururlar. Dış duvarın rüzgardan korunmuş olması taşınım yoluyla ısı kaybını en aza indirger. Ayrıca kış bahçeleri sera niteliğinde

olursa temiz hava sağlanması da katkıda bulunur. Kış bahçesinde kazanılan ısı fazlası şekilde görüldüğü üzere diğer mekanlara aktarılarak ısı tesisatına destek olmanın yanında, kullanım açısından farklı olanaklar sunarlar. Konum, konstrüksiyon ve kullanım amacına bağlı olarak kullanım süreleri 200-300 gün arasında değişmektedir. Bunun dışında kış bahçeleri, çevre ile direkt bağlantı sağlama, aydınlatık olması ve diğer mekanlara nazaran daha serin olması ( $14-16^{\circ}\text{C}$ ) gibi özellikleri nedeniyle konfor sunarak, yaşam kalitesini artırmaya katkıda bulunmakta ve çok kat yüksekliğinde düzenlenerek, birden fazla mekana hizmet verebilmektedir. (Aşağıda bulunan ) Hava sirkülasyonu için açılabilen yüzeylerin camlı alanın en az  $1/6$  oranında ve bu açıklıkların  $\% 50'$  sinin cephenin alt bölümünde,  $\% 50'$  sinin ise üst bölümde düzenlenmesi gereklidir [242].



Şekil 4.63 Kış bahçesinin işleyiş şeması, konut- Santa Fe [243].



Şekil 4.64 Kış bahçesi içten görünüş [244].

Bir binada enerji etkinliği sağlayan akıllıca bir tasarım ne yalnız bina mimari tasarım ölçütleri, ne de yalnız akıllıca tasarlanmış cephe kabuk sistemleriyle sağlanabilir. Bu nedenle enerji etkinliği sağlamak için tasarım ve kullanılan sistemler bir bütün olarak düşünülmelidir.

## BÖLÜM 5

---

### **İSTANBUL'DAKİ YÜKSEK BİNALARDA AKILLI CEPHE SİSTEMLERİ PERFORMANSININ ENERJİ ETKİNLİĞİ VE KULLANICI MEMNUNİYETİ KAPSAMINDA DEĞERLENDİRİLMESİ**

#### **5.1 Çalışmanın Yöntemi**

Sürdürülebilirlik kapsamında incelenen yüksek binaların tasarımı, binaların çevresi ile ilişkisi, binaların diğer binalara olan mesafesi, binaların yönlendirilmesi, binaların formu, yüksek binaları çevreleyen kabuk elemanlarının bina içindeki dağılımları, binaları çevreleyen kabuk elemanlarının ısı geçişini etkileyen fiziksel özellikleri, mekan organizasyonu ve malzeme seçimi ölçütleri içerisinde değerlendirilmiştir ve ekolojik tasarım ölçütlerine uygunluğu kontrol listelerine işlenmiştir. Kontrol listeleri sonuçlarını oluşturmak için, kaynak taramaları ve mimari çizimler kullanılmıştır.

Yüksek binalarda tasarım kadar etkili olan uygulama ölçütleri de bina kabuğunun malzeme seçimi, kullanılan cam çeşidi, gölgelendirme elemanları, doğal havalandırma sistemleri, kabuk ve cephe arasındaki mesafe, doğal aydınlatma sistemleri, açılır kanatlar, pencere düzeni ve ışık dağılımı, kabukta kullanılan düşey peyzaj elemanları uygulama alanı kapsamında kontrol listelerine işlenmiştir.

Son olarak bakım ve onarım ölçütleri kontrol listelerine işlenmiştir.

Seçilen yüksek binalarda tasarım, uygulama ve işletme ölçütleri kapsamında yapılan karşılaştırmalara bağlı olarak 10 dereceli bir skala üzerinden değerlendirilmiştir. Yapılan literatür araştırmaları sonucunda, akıllı cephe sistemlerinin performansının

ölçülmesinde yukarıda belirlenen farklı ölçeklerden tasarımın % 50, uygulamanın %30 ve işletmenin %20 oranında etkili olduğu kabulü yapılmıştır. Belirlenen ölçütlerde göre oluşturulan kontrol listeleri aracılığı ile seçilen binalar bu ağırlık dağılımına göre puanlanmıştır. Akıllı cephe sistemlerinin performansını etkileyen ölçütlerin yeraldığı kontrol listeleri, çizelge 5.8, 5.9, 5.10 'da gösterilmiştir.

Yüksek binalarda akıllı cephe sistemleri performansının enerji etkinliği ve kullanıcı memnuniyeti kapsamında değerlendirilmesi için İstanbul'da yer alan binalar arasından seçilen örnekler: Metrocity, Sabancı Center, İş Bankası Kuleleri, Kanyon ve Tefken binalarıdır. Seçilen yüksek binaların enerji etkiliğinin araştırılması için kullanılan sistemler ve ekipmanlar hazırlanmış kontrol listeleri üzerinden değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirmeler doğrultusunda enerji verimlilikleri değerlendirmelerinin aynı seviyede yapılabilmesi için enerji verimlilik değerlerine göre yeniden düzenlenmiştir. Bu değerlendirme Metrocity yüksek ofis binası için Teknik Bölümden sorumlu kişi, Sabancı Center Bina Yönetimi Teknik Müdürü, Kanyon Yönetim İşletim ve Pazarlama Ltd.Şti.'den İşletme Şefi, İş Merkezleri Yönetim ve İşletim A.Ş.' den Mühendislik Hizmetleri 2. Grup Proje Yöneticisi, Tekfen Tower Teknik Bölüm sorumlusu ile gerçekleştirilmiş, görüşmeler sonucunda binaların iklimlendirilmesinde kullanılan mekanik techizat konusunda bilgi edinilmiştir. Bununla birlikte yapılan görüşmeden, seçilen binaların yıllık enerji tüketimlerini gösteren veriler edinilmiştir. Ayrıca, kontrol listesinin ilk bölümünde; yüksek ofis binalarının  $m^2$  ve kişi başına düşen enerji tüketimlerini saptayabilmek için sorular sorulmuştur. Fakat bu sorulara eşit düzeyde cevapların alınamaması ve karşılıklı görüşmeler sonucunda oluşan yanılıgın payları olduğu düşünülerek aynı seviyede değerlendirmeye alınmamıştır. Sabancı Center ve İş Bankası Kullerinde tam değerler edinilememiş, fakat Metrocity ve Kanyon yüksek ofis binalarında ancak yaklaşık değerler belirtilebilmiştir, Tekfen ofis binası yönetimi ile görüşülememiştir. E-posta yolu ile kontrol listesi bilgileri alınmış, 2010 yılına ait enerji tüketim verileri bu sayede elde edilmiştir. Bu nedenle yenilenebilir enerji kullanımı ve enerji etkin ekipman kullanımı ile ilgili değerlendirme yapılırken bu veriler kullanılmamış olup sadece bilgi amaçlı olarak kontrol listesinde yer almaktadır.

Kontrol listesinin ikinci bölümünde; sürdürülebilir enerjinin yüksek ofis binalarının tasarım, uygulama ve işletme ölçeklerinde kullanımı araştırılmıştır.

Kontrol listesinin üçüncü ve son bölümünde enerji etkin mekanik sistemlerin ve yapay aydınlatma ekipmanların kullanılıp kullanılmadığı araştırılmıştır. Enerji konusundaki puanlama bu bölümde gerçekleştirilmiştir.

Aşağıda, seçilen yüksek binalarda enerji etkinliği kapsamında mekanik sistemlerin ve yapay aydınlatma ekipmanların değerlendirilmesinin puanları yer almaktadır.

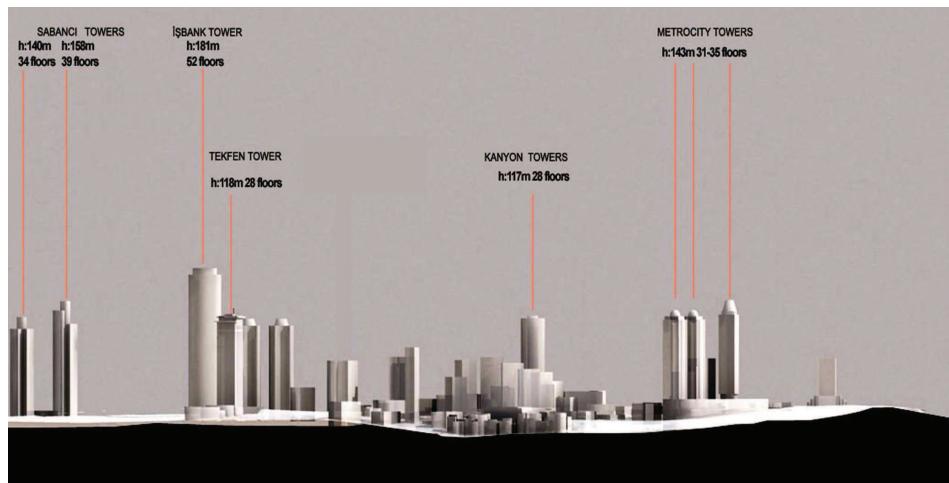
Enerji tüketimi ve ekiplamanlara bağlı olarak gerçekleştirilen kontrol listelerinin puanlaması olumludan olumsuza 5 dereceli bir skala üzerinden değerlendirilen 9 soru ile kullanılan sistemlerin ve ekipmanların enerji etkinliği sorgulanmıştır. Yapılan hesaplamalar çizelge 5.15 de verilmiştir.

Yüksek binaların enerji etkiliğinin bütün olarak değerlendirilmesi amacıyla seçilen yüksek binaların bina yönetimlerinden 2010 yılına ait elektrik ve doğalgaz tüketim verilenin aylık değerleri temin edilmiştir. Bu verilere bağlı olarak aylık tüketim değerlerinin gözüktüğü 2010 yılına ait grafikler oluşturulmuştur. Seçilen yüksek binalardan Kanyon ve Metrocity Bina Yönetimlerinden net veriler alınamaması nedeniyle yaklaşık veriler kullanılmıştır. Söz konusu veriler şekil 5.18 ve 5.23' te verilmiştir. Seçen yüksek ofis binalarında tasarım, uygulama, işletme, kullanılan mekanik sistem ve yapay aydınlatma ekipmanlarının, enerji tüketim değerleri kapsamında puanlamalarının oluşturulması aşamasından sonra yüksek binalar kendi içinde karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma özet bir biçimde çizelge 5.30' da bir araya getirilmiştir.

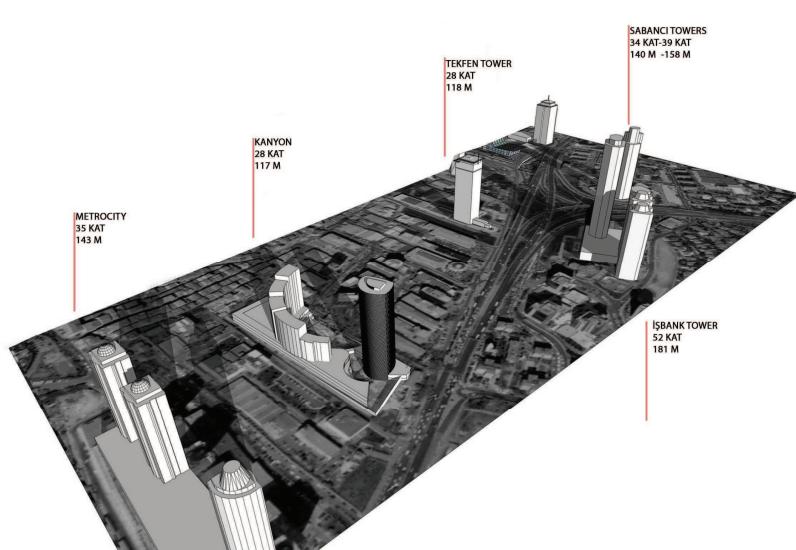
Son bölümde, akıllı cephe sistemleri kapsamında seçilen yüksek binalarda kullanıcı konforunu psikolojik ve fizyolojik açıdan değerlendirmek için, kullanıcı memnuniyeti anketi gerçekleştirilmiştir. Uygulanan bu anketler e-posta yoluyla ve karşılıklı görüşmeler ile yapılmıştır. Bu anketlerin sonucunda; akıllı cephe sistemlerinin psikolojik ve fizyolojik açıdan kullanıcı memnuniyetine olan etkileri ortaya konulmaya çalışılmıştır.

## 5.2 Akıllı Cephe Sistemlerinin Performansına Tasarım, Uygulama ve İşletme Ölçeğinde Etki Eden Ölçütler

Sürdürülebilirlik kapsamında yüksek binalarda enerji kullanımının azaltılmasında etkili olan tasarım, uygulama ve işletme ölçütlerini değerlendirmek amacıyla kontrol listesi düzenlendiği yukarıda belirtilmiştir. Bu bölümde seçilen yüksek binalarda gerçekleştirilen akıllı cephe sistemlerinin performansına tasarım ölçüğünde etki eden ölçütlerin belirlenmesine yönelik araştırmalar ortaya konmuş, söz konusu kontrol listelerinin nasıl elde edildiği açıklanmaya çalışılmıştır.



Şekil 5.1 Büyükdere üzerinde bulunan tasarım, uygulama ve işletim ölçütleri açısından incelenen yüksek binaların kesit üzerinden gösterilmesi



Şekil 5.2 Büyükdere üzerinde bulunan tasarım, uygulama ve işletim ölçütleri açısından incelenen yüksek binaların model üzerinden gösterilmesi

**Binanın yeri;** enerji tüketimi açısından önem taşımakta; güneşlenme, hava sıcaklığı ve hareketleri, nem koşulları gibi değişkenler üzerinde etkili olmaktadır. Bir binanın tasarımda yer seçimi farklı yönelsel koşulların varlığına bağlı olmasından dolayı arazi verileri topografik durum, enlem, eğim ve yön ölçütleri kapsamında ele alınabilir. Dolayısıyla bina yerleşimi ölçütleri aşağıdaki başlıklarda ele alınabilir.

- Binanın yeri iklimsel verilere ve insanın iklimsel ihtiyaçlarına bağlı olarak belirlenmelidir.
- Bina yeri mevsimsel dönemlere uygun olarak gereken miktarda güneş ışınımına izin verecek şekilde yön ve eğime uygun olarak seçilmelidir.
- Enerji sakınımı göz önüne alınarak uygun olan güneşlenme sağlanmalıdır.

Seçilen yüksek binalar İstanbul'un sahip olduğu ılıman nemli iklim bölgesi ölçütlerinde değerlendirilmiştir. Bu iklim koşullarına göre yer seçiminde; yaz döneminde hakim rüzgardan, kış döneminde de güneş ışımından yararlanacak şekilde tasarımın gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

Yer seçimi, güneş ışınımı ve rüzgar ölçütleri kapsamında değerlendirildiğinde cephe kabuğu ile doğrudan ilişki içerisinde olduğu görülmektedir. Yukarıda belirtilen veriler ışığında enerji etkinliği verileri göz önüne alınarak bu koşullara uygun cephe sistemi belirlenmelidir. Cephe sistemi tasarımı gün ışığı ve hava hareketleriyle ilişkilidir. Örneğin; binanın yer seçimi ölçütüne göre güneş ışınlarından yararlanmak isteniyorsa geniş açıklıklı doğrama ve cephe sistemleri kullanılabilir. İç mekanlarda güneş aydınlatması istenmiyorsa küçük açıklıklı doğrama ve cephe sistemleri, cephe sistemlerinde istege bağlı güneş kırıcılar, karartma perdeleri, menfez sistemleri gibi akıllı cephe sistemleri kullanılabilir. Sonuç olarak; yer seçimi ölçütlerini enlem, eğim, topografya verileri kapsamaktadır. Tasarım ve uygulama ölçütleri yer seçimi ve buna bağlı olarak uygulanan cephe sistemleri enerji etkinliği ve kullanıcı memnuniyeti kapsamında bütün olarak değerlendirilmelidir.

### Çizelge 5.1 Seçilen yüksek binaların yer seçim parametreleri

(Çizelge 3.1'de yer alan topografik yer seçim parametreleri için verilmiş uygun değere göre seçilen yüksek binaların değerlendirme çizelgesi aşağıda gösterilmiştir.)



### Çizelge 5.2 Seçilen yüksek binaların arazi eğimi ve yönü

(Çizelge 3.2'de yer alan bina optimum yönlenmelerine bağlı olarak seçilen binaların değerlendirilmesi.)



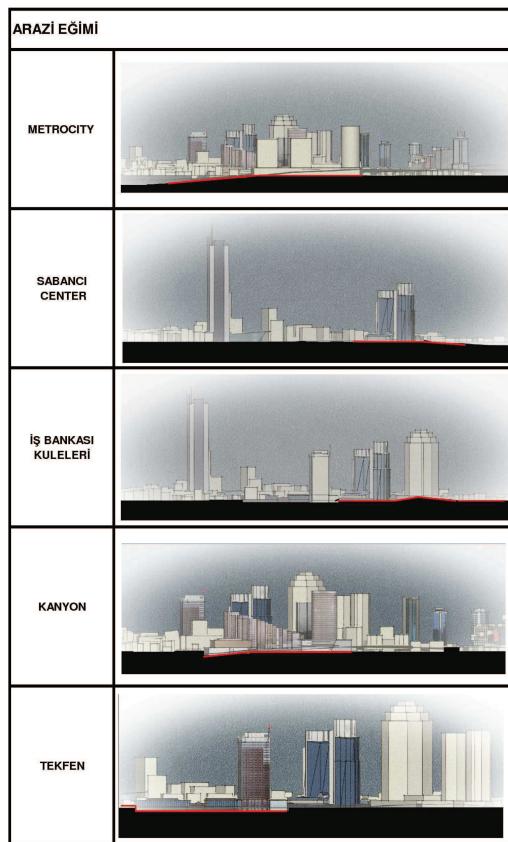
### Çizelge 5.3 Seçilen yüksek binaların bulunduğu enlemler ve boyamlar

(Seçilen yüksek binaların bulunduğu enlem ve boyamlar bulunmaktadır. Seçilen binaların enlem ve boyam değerleri birbirine yakın değerler aldığı için aynı enlem ve boyamda oldukları düşünülerek değerlendirilmeler yapılmıştır.)

İSTANBUL'UN BULUNDUĞU ENLEM : (28° 58') BOYAM : (41° 01')					
	METROCITY	SABANCI CENTER	İŞ BANKASI KULELERİ	KANYON	TEKFEN TOWER
ENLEM	41° 4'33" 85"	41° 5' 66"	41° 4'56" 52"	41° 4'41" 98"	41° 4'53" 96"
BOYAM	29° 0'42" 19"	29° 0'37" 15"	29° 0'42" 35"	29° 0'37" 84"	29° 0'31" 34"



Şekil 5.3 Seçilen binaların enlemleri-boyamları



Şekil 5.4 Seçilen binaların eğimleri

(Seçilen yüksek binaların bulundukları araziler üzerindeki eğimler gösterilmiştir. Bu şekilde göre binalarda eğim ölçütünden yararlanılmadığı görülmektedir.)

**Binanın yerleşimi**, diğer binalar ve engeller arasındaki mesafe, binanın aldığı güneş aydınlatma miktarını ve bina etrafında oluşan hava akımını etkilemektedir. Bundan dolayı, binanın yerleşim durumu güneş ve rüzgar gibi faktörlere uygun olarak belirlenmelidir. Bina aralıkları boyutlandırılırken güneş doğuş ve batış saatleri dışında kalan ara saatler, arazi eğimi, yönü, yerleşme yoğunluğu açısından da dikkate alınmalıdır. Bu ölçüt akıllı cephe sistemleri ile ilişkilendirilebilir. Örneğin; yüksek binalarda bir binanın gölgesi diğer binanın üzerine düşüyorsa güneş ışınımından maksimum oranda yararlanılamaz, bu nedenle şeffaf yüzey fazla olacak şekilde cephe tasarımı yapılabilir. Batı yönünden gelen olumsuz güneş ışığını günün belli saatlerinde diğer binanın gölge etkisi engelliyorsa akıllı cephe sistemlerinden biri olan güneş kırıcı elemanlara gereksinim duyulmayabilir ya da gelen güneş ışığı miktarına göre kontrol edilen sensörle çalışan güneş kontrol elemanları kullanılabilir. Yüksek binaların aralarındaki mesafenin az olmasından dolayı oluşan rüzgar etkisi açılır kanatların

açılımını etkiliyorsa havalandırma için akıllı cephe sistemlerinden başka bir uygulama olan menfez sistemleri kullanılabilir.



Şekil 5.5 Seçilen binaların birbirleri ve çevre binalar ile olan aralıkları

(Bu şekilde seçilen binaların birbirleri ve çevre binalar ile olan mesafeler çizelge 3.4'e göre değerlendirilmiştir.)

**Binanın yönü**, cephelerin doğrudan güneş ışınımından yararlanma oranını, buna bağlı olarak toplam güneş enerjisi kazancını etkileyen önemli tasarım ölçütlerindendir. Bu ölçüt rüzgar durumunu, dolayısıyla doğal havalandırma olanağını ve hava sızıntısı ile meydana gelen ısı kaybı miktarını da etkilemektedir. Bu nedenle binanın yönlendirilmesine iklimsel ölçütler doğrultusunda istenildiği zaman güneş ve rüzgardan yararlanılacak, istenilmediği zaman güneş ve rüzgarın olumsuz etkilerinden sakınılacak şekilde dikkat edilmelidir. Güneş ışınımından yaz döneminde minimum, kış döneminde maksimum yararlanılacak şekilde dikkat edilmelidir. Çeşitli kaynaklardan edinilen bilgiler, yüksek binaların bulunduğu yere göre geniş yüzey, güneyden  $\rightarrow 10^{\circ}$  doğu yönünde ve rüzgara geniş yüzey verecek şekilde yerleştirildiğinde güneş ve rüzgardan maksimum verim sağlanmış olacağını söylemektedir [245]. Binanın yönüne göre yapılan tasarım ölçütleri, akıllı cephe sistemleriyle doğrudan ilişkilidir. Cephe sistemleri tasarımında gözönüne alınması gereken ölçütlerden biri de yön ölçütüdür. Bu ölçüt ile ısı kaybı ve ısı kazancı doğrudan etkilenmektedir. Cephe ve yönlenme ölçütleri birlikte ele alındığında aşağıdaki değerlendirmeler ortaya çıkmıştır.

Tüm yönler için kabul edilebilir akıllı cephe kullanımı;

- Kuzey cephesinde dikkat edilmesi gereken hususlar; daha az cam yüzey kullanılması, daha fazla ısı yalıtımı sağlanması, detay çözümlerine dikkat edilmesi, cam seçimine dikkat edilmesi gerekmektedir.

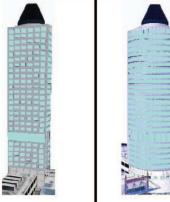
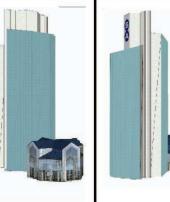
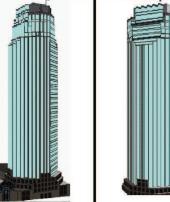
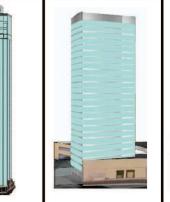
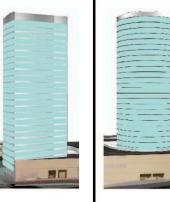
- Güney, batı ve doğu cephelerinde dikkat edilmesi gereken hususlar: cephe dış yüzeyinde güneş açılarına göre ayarlanabilen hareketli güneş kırıcılar kullanılması, cephe dış yüzeyinde sabit güneş kırıcılarının kullanılması, farklı özellikte cam seçilmesi, cephe iç yüzeyinde karartma perdelerinin kullanılabilmesi, ısıcım arasında karartma perdesi kullanılmasıdır.

Bu hususların dışında yönler ayrı olarak ele alınacak olursa aşağıda yönlenmeye bağlı akıllı cephe sistemleri kullanımlarını görmemiz mümkündür.

- Güneyde; çift cephe sistemi kullanılması, şeffaf alanın masif alana göre daha fazla kullanılması önerilmektedir.
- Batıda; gün içinde rahatsız edici güneş ışınınının engellenmesi için geniş yüzeyli cephe ve doğramaların kullanılması ya da önlem alınması gerekmektedir. Ayrıca; sera etkisi oluşturmazdan dolayı çift cephe sistemi kullanılması önerilmektedir.
- Doğuda; çift cephe sistemi kullanılması, güneydoğu cephesi istenilen bir cephe olduğu için güneş ışığından yararlanmak amacıyla geniş açıklıklı doğrama veya cephe sistemi kullanılması gerekmektedir.

Aşağıda yönlenmeye bağlı olarak kabuk sistemleri kapsamında değerlendirme yapılmıştır;

Camlarda yönlenmeye bağlı ışık kazancı, ısı kontrolü önlemlerinden hangisi alınması gerekiyorsa ona uygun Low-E kaplamalı, konfor cam, sinerji cam gibi seçimlerin yapılması, doluluk-boşluk oranlarına dikkat edilmesi (örneğin; kuzey cephelerde ısı kaybını önlemek için daha dolu yüzeylerin kullanılması, güney cephelerde güneş ışığının olumlu etkisinden yararlanmak için şeffaf yüzeylerin oranının fazla olması, istenmeyen güneş ışığının yansıtılması için açık renk cephe kaplama malzemesi kullanılması, kuzey cephesi gibi güneş ışığına gereksinim duyulan cephelerde koyu renk cephe malzemesinin kullanılması gibi nedenler yönlenme ve cephe sistemleri ilişkisi açısından örnek olarak verilebilir.

BİNA DOLU-BOŞ ORANLARI									
METROCITY		SABANCI CENTER		İŞ BANKASI KULELERİ		KANYON		TEKFEN TOWER	
									
Toplam Cam Alanı/Cam Alanı:1,9		Toplam Cam Alanı/Cam Alanı:1,44		Toplam Cam Alanı/Cam Alanı:2,3		Toplam Cam Alanı/Cam Alanı:1,06		Toplam Cam Alanı/Cam Alanı:2,5	

Şekil 5.6 Seçilen yüksek binaların doluluk-boşluk oranları

(Seçilen binaların güneşlenme ve ısı kontrollerinin değerlendirilmesi amacıyla oluşturulan şeffaf ve masif yüzeylerin oranları gösterilmiştir.)

Çizelge 5.4 Seçilen yüksek binaların güneş ve rüzgar açısından yönlendirilmesi

(Çizelge 3.2 ve 3.7'de görülen güneşlenme ve rüzgar için uygun olan değerlere göre seçilen yüksek binaların yönlendirilmesi bu çizelgede gösterilmiştir.)

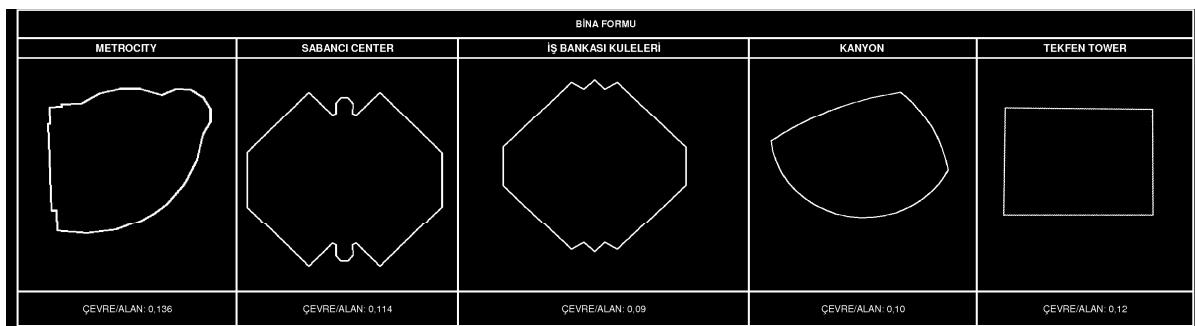


**Binanın formu**, çevresel koşulların binayı olumlu veya olumsuz biçimde etkilemesine neden olan önemli parametrelerden biridir. Seçilen binaların içinde bulunduğu ılıman nemli iklim bölgesinde yaz döneminde rüzgara geniş yüzeyli, dikdörtgen ya da serbest planlı form uygundur. Binanın çevre uzunluğunun az olması yüzey-hacim oranı ile ifade edilir. Bu oran arttıkça ısı kayıpları azalır. Dış yüzeylerin alanı ne kadar azalırsa ısı alış verisi de o kadar azalmaktadır. Bu duruma bağlı olarak bina formunun cephe ile ilişkisi değerlendirilirse; güneş ışınımından maksimum yararlanmak için geniş yüzey güney cephesine gelecek şekilde konumlandırılmalıdır. Yaz döneminde rüzgarın olumlu etkisinden yararlanarak cephe sistemiyle bütün bir tasarım gerçekleştirilirse geniş yüzey en fazla rüzgar etkisinden yararlanacak şekilde yerleştirilmelidir. Yumuşatılmış

esnek formlarda rüzgar yükü daha az etki edecekinden ısı kaybı oranı daha az olmaktadır. Bu duruma bağlı olarak bina formunun yönlenme ile doğrudan ilişkili olduğu söylenebilmektedir.

#### Çizelge 5.5 Seçilen yüksek binaların formları ve oranları

(Çizelge 3.8'de iklim bölgelerine göre verilen bina form önerilerine göre seçilen yüksek binaların form açısından uygunluğunun sorgulanması için bina formları bu çizelgede gösterilmiştir.)



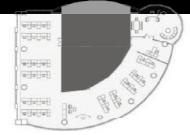
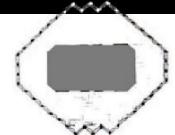
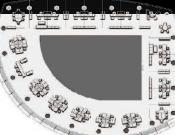
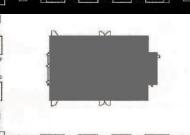
**Mekan organizasyonu**, doğru şekilde düzenlenmesi ısı kayıplarının azalmasını ve mekanların rasyonel tasarımını sağlayabilmektedir. Örneğin ısı ihtiyacı olan mekanlar güneşe, diğer mekanlar kuzeye ya da çekirdek merkeze gelecek şekilde planlama yapılmalıdır.

Mekan organizasyonu yapı kullanım aşamasında ihtiyaç duyulacak enerji tüketimi ısıtma, soğutma, havalandırma, aydınlatma yüklerini azaltacak şekilde planlanmalıdır.

Mekan organizasyonu ve akıllı cephe sistemleri arasındaki ilişki yönlenmeye bağlıdır. Tasarım kapsamında düşünüldüğünde çekirdeğin yeri, gölgeleme ve ısı kontrolünde kullanılır. Örneğin; soğuk bölgelerde güneş işinlarından yararlanmak için cephe sistemi geniş açıklıklı olarak kullanılabilir. Bu durumda çekirdeğin cepheyi etkilememesi gerekmektedir. İlman iklimde göre ısı kaybı fazla olan yön kuzey olduğu için çekirdek ortada planlanmalıdır. Bu durumda güney cephesi ısını ve güneş ışığını verimli bir şekilde kullanmış olmaktadır. Kurak bölgeler için çekirdek, gölgeleme yazın gerekli olduğu için güneybatı ve güneydoğu köşelerinde planlanmalıdır. Son olarak da tropikal bölgelerde dik açılarla gelen güneş işinlarından korunmak için çekirdek doğu ve batıda planlanmalıdır.

### Çizelge 5.6 Seçilen yüksek binaların çekirdek yerleşimleri

(Şekil 3.8'de iklimin mekan organizasyonuna etkisini değerlendirmek amacıyla seçilen yüksek binaların mekan organizasyonları gösterilmiştir.)

MEKAN ORGANİZASYONUNDA ÇEKİRDEK YERLEŞİMİ				
METROCITY	SABANCI CENTER	İŞ BANKASI KULELERİ	KANYON	TEKFEN TOWER
				
ÇEKİRDEK KUZEY CEPHESİ+ ORTA	KUZEY BATI-GÜNEY DOĞU-ORTA	ORTA	ORTA	ORTA

Ekipmanlarda, kullanılan malzemelerde, yapının kendisinde malzeme açısından aranan temel özellikler; geri dönüştürülebilir olması, dayanıklı ve bakım maliyeti düşük olması, hızlı yenilenebilir kaynaktan elde edilmesi, enerjiyi etkin kullanması, doğal ve basit işlemler ile üretilenbilir olması, uzun ömürlü olmasıdır; yerel malzeme kullanımına dikkat edilmelidir.

Malzemenin üretilmesi için ihtiyaç duyulan enerjinin yüksek olması, çevreye zarar verdiği gösterir. Akıllı cephe sistemlerinde alüminyum, cam ve çelik büyük oranda kullanılmaktadır. Bu malzemelerin kapsadığı enerji miktarı yüksektir. Bu malzemeler akıllı cephe sistemlerinde kullanıldığında yalıtım değeri artırıp, uygun sistemler seçildiğinde ve detaylarda uygun malzemelerin kullanılmasıyla enerji kullanımının azaltılabilenliği görülmektedir. Bu durumda da malzemelerin üretilmesi için gerekli olan enerjileri gözardı edilebilir. Bu malzemeler ayrıca geri dönüştürülebilir olmaları açısından çevreye duyarlıdır.

Akıllı giydirmeye cephelerin en önemli elemanlarından olan cam kullanımını çok önemlidir. Enerji kullanımı açısından uygun bölgeye, uygun iklim koşullarına ve kullanıcı konforu sağlama için yeni nesil cam teknolojisi kullanılarak uygun camlar seçilmesi gerekmektedir. Camların gün ışığı geçirgenliğine, gölgeleme katsayısına, ısı geçirgenlik katsayısına, yüzey rengine, güneş ışınlarını geçirme, yutma, yatsıtma katsayılarına dikkat edilmesi gerekmektedir. Ayrıca bu malzemeler daha az temizlik, bakım ve işçilik gerektirdiği için enerji etkindir ve kimyasalların solunma miktarını azaltmaktadır.

Isı kayıplarını önlemek için detay çözümlerinde kullanılan taşıyünü, silikon gibi yan bitiş elemanları yenilenebilir, çevreye duyarlı malzemelerden seçilmelidir.

Akıllı cephe sistemlerinde yalıtım değeri yüksek malzemeler seçilirse enerji kullanımında tasarruf sağlanmış olur.

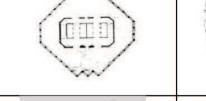
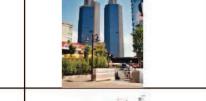
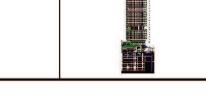
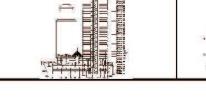
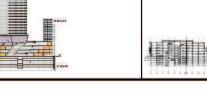
Yukarıda tasarıma yön veren verilerin cephe ile olan ilişkilerine yer verilmiştir. Aşağıda bulunan çizelge 5.7, çizelge 5.8, çizelge 5.9 ve 5.10'da seçilen yüksek ofis binlarına uygulanan kontrol listelerinden elde edilen verileri göstermektedir. Sorulan sorularda ofis mekanları değerlendirilmiştir.

İncelenen konu başlıkları;

- Yüksek binalara ait genel bilgiler
- Yüksek binaların tasarım ölçütleri
- Yüksek binaların uygulama ölçütleri
- Yüksek binaların işletme ölçütleridir.

## 5.3 Seçilen Yüksek Ofis Binalarında Akıllı Cephe Niteliğinin Değerlendirilmesi İçin Oluşturulan Kontrol Listesi

Çizelge 5.7 Yüksek binalara ait genel özellikler

[ISTANBUL'DAKİ YÜKSEK BİNALARDA AKILLI CEPHE SİSTEMLERİ PERFORMANSININ ENERJİ ETKİNLİĞİ VÜ KULLANICI MEMNUNİYETİ KAPSAMINDA DEĞERLENDİRİLMESİ] SEÇİLEN YÜKSEK BİNALARIN TASARIM-UYGULAMA-ISLETME ÖLÇÜTLERİ İÇERİSİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ						
SEÇİLEN YÜKSEK BİNALARIN TASARIM-UYGULAMA-ISLETME ÖLÇÜTLERİNİN AKILLI CEPHE NİTELİĞİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ						
KONU	NUMBER	DEĞERLENDİRME SORULARI (BİNA KABUĞU-MİMAR TASARIM GRUBU)	METROCITY	SABANCI CENTER	İŞ BANKASI KULELERİ	KANYON
YÜKSEK BİNALARA AİT GENEL BİLGİLER	1	Yeri Sahibi	Metrotitle İng. Müşavirlik Hizmetleri Tic. A.Ş.	Sabancı Center A.Ş.	Türkçe İş Bankası A.Ş.	Eduatiblaz - İş GYO
	2	Proje Mimarı	Doğan Tekeli, Sami Sısa	Haluk Tunçay & Ayhan Böke	Seyhan Architects Engineering (Doğan Tekeli, Sami Sısa) Amerikan Swanke Hayken Sonnen International	Tabanlıoğlu - Jerde Partnership, Murat Tabanlıoğlu, John Jerde, Mekanik Gürsel Tabanlıoğlu, John Simones, Eduardo Lopez Swanke Hayden Connell Architects
	3	Struktur Projesi	Baker Mühendislik	Sedat Çataloğlu	Baker İnşaat Mühendislik ve Müşavirlik Ltd. Şti	
	4	Mekanik Projesi	Birlik Mühendislik Bürosu	Kavaklı Çelengioglu Müh Müş. Ltd. Şti	Yatızır Mühendislik	Anup-Türkyci - Ova Anup Ingiliz & Los Angeles Ersoy Mühendislik
	5	Elektrik Projesi	Besik Borsası	Erdem Elektrik	Erdem Mühendislik	Enerjisiz Mühendislik
	6	Yüklenici Firma	Yüksele İnşaat A.Ş.	Koray İnşaat	Tepe İnşaat	Demsar İnşaat ve Ticaret Ltd.Şti
	7	Bina Yeri	Levent, Büyükdere Caddesi	4 Levent/Büyükdere Caddesi	4 Levent/Büyükdere Caddesi	Levent/Büyükdere Caddesi
	8	Binanın Yapım Yılı	1997 - 2003	1988-1993	1996-2000	2002-2006
	9	Binanın kat adedi	35-37(27- Korut)(23-ofis)	1 Kule Akbank Tower 39 2 Kule Sabancı Center 34	1. kütle 52 katlı 2. kütle 36 katlı 3. Kütle 36 katlı	26 katlı
	10	Binanın Yüksekliği	140-128	1 Kule Akbank Tower 158 2 Kule Sabancı Center 140	1. kütle 181 m. 2. kütle 118 m. 3. Kütle 118 m	117 m
	11	Toplam İnşaat Alanı	206.193 m <sup>2</sup>	108.000 m <sup>2</sup>	224.000 m <sup>2</sup>	250.000 m <sup>2</sup>
	12	Kullanım Amacı	Konut-Ofis-Carşı (Karma Farklılığı)	Ofis	Ofis	Konut-Ofis-Carşı (Karma Farklılığı)
	13	İklim	İlman iklim	İlman iklim	İlman iklim	İlman iklim
	14	Tayyip Sistemi	Betonarme	Betonarme	Betonarme	Betonarme
	15	Normal Kat Planının Taban Alanı Kaç m <sup>2</sup> ?	750 m <sup>2</sup>	670 m <sup>2</sup>	1407 m <sup>2</sup>	1167 m <sup>2</sup>
	16	Binanın Bir Katında Kaç Kişi Çalışıyor?	30-35 kişi	40-50 kişi	65-75 kişi	70-75 kişi
	17	Kişi Başına Düşen m <sup>2</sup> Ne Kadar?	15-20 m <sup>2</sup>	6 m <sup>2</sup>	10-12 m <sup>2</sup>	18-17 m <sup>2</sup>
	Model					
	Vaziyet Planı					
	Standart Kat Planı					
	Görünüş					
	Kesit					

Çizelge 5.8 Yüksek ofis binalarının mimari tasarım ölçütlerinin karşılaştırılması

18	Yer Seçimi					
Erken Gün (19.00-11.00) K (erken) M=0.7±1.9	41°4'33.0" N (erken) 50°54.90' E (erken)	41°5'58.0" K (erken) 50°54.95' E (erken)	41°4'36.0" K (erken) 50°54.95' E (erken)	41°4'41.0" K (erken) 50°54.95' E (erken)	41°4'34.0" K (erken) 50°54.95' E (erken)	
Erken Sıcaklar Sıcaklar aygın olan aralıka bulunmaktadır 25.00±0.50. Anar (19.00 max 24.0)	Eğim yok	Eğim yok	Eğim yok	Eğim yok	Eğim yok	
	Topografik Konum Topografik yerleşme doğru anılsaklarda	Topografik yerleşme doğru anılsaklarda	Topografik yerleşme doğru anılsaklarda	Topografik yerleşme doğru anılsaklarda	Topografik yerleşme doğru anılsaklarda	
19	Binanın dibe binalarla olan mesafesi ve komplemden mesafesi					
Gölgelene	Levent İsviçre Başkonsolosluğu (Binası gölgesi dışına) Kuruy ve Bütçeli gümüş (max yararlanınamıyor)	Kurdı (binanın gölgesi dışına) Gümüş ve Küçük kıraklı (genel cepheler gölgelerinden max yararlanıncı)	Yapı Kred (plazalar ve yapılar) (binanın gölgesi bulaşıcı dışına) Güm (gölgelerinden max yararlanıncı)	Güm (gölgelerinden max yararlanıncı)	Güm (gölgelerinden max yararlanıncı)	
Bina anırlığı	-10m	-14m	-17-22m			
20	Binanın yükseli	GD(10-15)	Hanya Orta	Hanya Orta	Hanya Orta	KD(10)
Güneşgörmeli	-	±	±	±	±	-
Rüzgar (Optimum yön 105, 135, 225,Dolu)	+	-	-	-	-	-
21	Binanın formu (Cevre Alan)	102/750=0,139(Çoynuk daire prizma)	102/750=0,139(Baskılı altıgen prizma)	99,670=0,114(Kenarları kırık dörtgen prizma)	102/750=0,139(Eğrişli Uçgen Form)	102/750=0,139(Kare Prizma)
İns/Kaym/Çıktılar/Toplam alıryz)	0,63	0,6	0,49	0,49	0,71	
22	Bina cevherinin kabul edilebilirinin % si geçmiş eylemlerin fizikalik özellikleri					
Gün (ışığı) georgelik	12%	48%	68%			%10-12
Gölgelene Katısayısı	0,20		0,51			
İsl.geçgenlik Katısayısı	Kıg 2,61,Yaz 3,12	1,8 W/m <sup>2</sup> K	1,4 W/m <sup>2</sup> K			
Güneş ışıklarının geçişinde yutma yüzdesi						
Yüzey reaksi	Açık reaksi	Açık reaksi	Açık reaksi	Açık reaksi	Kapı reaksi	
23	Bina cevherinin kabul edilebilirinin bina sürekliliği					
Üçgen (çift çaplı) (çapları) (çapları) (çapları) san alırmı	1,9	1,44	1,44	1,06	2,5	
Yukarıda gelen boyutları da (cm) (Toplam Alan) (Toplam cam alan)	GD (1,60) K (2,56) B (2,42)	K (1,5) G (1,4)	Her cephede aynı	GD (1) B (2,1) D (1,0)	Gü-Kuzey(0,8) B (2,1) D (1,0)	
24	Mekan Organizasyonu	Heyponde ofis bolumleri mevcutuz.	Heyponde ofis bolumleri mevcutuz.	Heyponde ofis bolumleri mevcutuz.	Heyponde ofis bolumleri mevcutuz.	Heyponde ofis bolumleri mevcutuz.
Çekirdek	Ortada	GD-KD 2 adet çekirdek	Ortada	Ortada	Ortada	Ortada
Açık planlı yakıtla m	Açık ve kapalı forma imkanı verek şekilde planlanmıştır	Açık ve kapalı forma imkanı verek şekilde planlanmıştır	Açık ve kapalı forma imkanı verek şekilde planlanmıştır	Açık ve kapalı forma imkanı verek şekilde planlanmıştır	Açık ve kapalı forma imkanı verek şekilde planlanmıştır	
25	Malzeme					
Düyük enjel kapasitasyon malzeme	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	
Yerlenenlerde malzeme kullanımı	Yok	Yok	Evet	Yok	Yok	

Çizelge 5.9 Yüksek ofis binalarının uygulama ölçütlerinin karşılaştırılması

Cizelge 5.10 Yüksek ofis binalarının işletme ölçütlerinin karşılaştırılması

Akıllı cephe sistemlerinin en önemli amaçları binalarda enerji verimliliğini artırmak ve mümkün olan en az enerji harcamasıyla en üst düzeyde yarar sağlamaktır. Bu amaç doğrultusunda yenilenebilir enerji kaynaklarından maksimum düzeyde yararlanmak gereği, sadece otomasyon sistemlerine sahip bir yapının enerji etkin olamayacağının altını çizmek gerekmektedir.

Mimari tasarımın ilk aşamasından itibaren enerji konusu dikkate alınmalı, doğru tasarılanmış akıllı cephe sistemleri ve doğru seçilmiş mekanik sistemler- yapay aydınlatma ekipmanları ile bir bütün olması gerekmektedir. Bu koşulların sağlanması durumunda tasarıma bağlı olarak kullanılacak sistemlerin sayısında azalma sağlanacak, bu durum da binanın ilk yatırım aşamasında ciddi tasarruflar sağlayacaktır.

Sürdürülebilir mimarlık, yüksek binaların akıllı cephe sistemi tasarımının, yapım teknolojisi ve kullanıcı dostu mimarlık ilkeleriyle bir arada düşünülmesi gerekmektiğini savunmaktadır.

Akıllı cephe sistemi tasarımı kentsel ölçekten başlayarak mimari tasarım, uygulama ve işletme ölçeklerini de kapsayan bir tasarım anlayışı ile gerçekleşebilir. Ayrıca kullanıcı gereksinmelerinin iyi analiz edilmesi gerekmektedir ve bu duruma bağlı olarak uygulanacak cephe sistemlerine doğru karar verilmelidir. Bu aşama en az tasarım aşaması kadar önemlidir.

Mimari tasarımın kullanıcıların konforlarını, mekânların esnek kullanım olanaklarını, ekonomilerini, enerji tüketiminin azaltılmasını, bina kalitesinin artırmasını sağlamak gibi görevleri vardır.

Yapılan literatür taramalarına göre tasarım, uygulama ve işletme ölçütleri ayrı ayrı değerlendirilmelidir. Bu değerlendirmede de bir önem sıralaması söz konusudur. Akıllı cephe sistemlerinin geliştirilmesinde tasarım ölçüğündeki hususların %50, uygulama ölçüğündekilerin %30, işletme aşamasındaki girdilerin %20 etkili olduğu kabulü yapılmıştır.

Bu oranlara bağlı olarak İstanbul Büyükdere Caddesindeki yüksek ofis binalarının cephe sistemlerine etki edecek Çizelge 5.8 de görülen mimari tasarım ölçüğündeki ölçütler değerlendirildiğinde aşağıdaki bulgular elde edilmiştir.

- Metrocity, Sabancı Center, İş Bankası Kuleleri, Kanyon ve Tekfen yüksek binalarında yer seçimi ölçütlerinden enlem, eğim ve topografik konuma dikkat edilmiştir. Söz konusu binaların eğimine çizelge 5.1'de, arazi eğimi ve yönüne çizelge 5.2'de ve enlem-boylam değerlerine şekil 5.3'te yer verilmiştir. Bu çizelgelere ve şekle bağlı olarak binalar aynı bölgede bulunduğu için enlem ve boylam değerleri birbirine yakındır. Arazi eğimi ve topoğrafik konuma göre değerlendirmelerin de aynı olduğunu yukarıda bahsedilen çizelge ve şekillerde açıkça görülmektedir. Bu açıklamaya bağlı olarak puanlamaya dahil edilmemiştir.
- Seçilen yüksek binalardan Metrocity, Sabancı Center, İş Bankası Kuleleri'ne binaların kendi gölgesi ya da çevre binaların gölgesi düşmekte olduğu şekil 5.5' te gözlenmektedir. Bu nedenden dolayı güneş ışığından maksimum oranda yararlanılamıyor. Diğer binalar güneş ışığından maksimum yararlanılmaktadır.
- Seçilen yüksek binalarda yönlenme ölçütü değerlendirilirken Metrocity'nin İstanbul kentinin bulunduğu coğrafi konum dikkate alındığında doğru yön aralığı kabul edilen güneyden  $10^{\circ}$  doğu yönünde yönlenildiği gözlemlenmiştir. Bunun dışında kalan binaların Büyükdere Caddesi'nde bulunmasından dolayı söz konusu yönlenme aralığında konumlanmadığı saptanmış; bu binaların yönlenmesi konusuna manzara, ana arterlerin kent içindeki konumlanışı gibi hususların göz önünde bulunduğu saptanmıştır.
- Sabancı Center, İş Bankası Kuleleri, Kanyon yüksek binaları çizelge 5.4'te de görüldüğü gibi güneşten maksimum yararlanılacak şekilde yönlendirildiği görülmektedir.
- Sabancı Center, İş Bankası Kuleleri, Kanyon yüksek binaları çizelge 5.4'te de görüldüğü gibi rüzgardan maksimum yararlanılacak şekilde yönlendirildiği görülmektedir.
- Çizelge 5.5 görüldüğü gibi seçilen yüksek binaların çevre/alan oranları birbirine yakındır. 5.2.4 Binanın biçimi konu anlatımı bölümünde de belirtildiği gibi Metrocity, Sabancı Center ve Kanyon yüksek binaları bulundukları iklim bölgesi göz önüne alındığında doğru formlarda olduğu görülmektedir.
- Seçilen yüksek binaların ısı kayipları değerlendirildiğinde Sabancı Center, İş Bankası Kuleleri, Kanyon'un ısı kaybı oranı %50 nin altında olduğu söylenebilmektedir.

- Seçilen binalardan Sabancı Center, İş Bankası Kuleleri ve Kanyon binalarında; kabuk elemanı ısı geçişini etkileyen ölçülebilir fiziksel özellikleri değerlendirildiğinde bu özelliklere dikkat edildiği gözlenmiştir. Bu özellik binanın soğutulması için kullanılacak enerji miktarını azaltmaktadır.
  - Metrocity, Sabancı Center, İş Bankası Kuleleri, Kanyon seçilen yüksek binaları değerlendirildiğinde şeffaf yüzey oranı fazla olan yüksek binalar; Kanyon'dur. Bu özellik söz konusu binaların gün ışığından yararlanma oranının fazla olduğunu göstermektedir.
  - Şekil 5.6 da görülen söz konusu binaların yönlerine göre doluluk boşluk oranları incelendiğinde Metrocity, Sabancı Center, İş bankası Kuleleri 'nin oranlarının doğru olduğu görülmektedir. Tekfen Tower'ın geçirgen yüzey oranı diğer yüksek binalar ile karşılaşıldığında daha az, Kanyon'un şeffaf yüzey oranının diğerlerine göre daha fazla olduğu görülmektedir.
  - Çizelge 5.6'da da görüldüğü gibi Seçilen yüksek binalardan Metrocity, İş Bankası Kuleleri, Kanyon ve Tekfen Tower binalarında açık ve kapalı mekan oluşumuna olanak sağlamak amacıyla çekirdek ortada tasarlanmıştır. Bu durumda cephe yüzeyi ve güneş ışığı kullanımının arttığı gözlenmiştir.
  - Seçilen yüksek binaların malzeme kullanımı incelendiğinde, malzemeler düşük enerji içermemektedir ve yenilenebilir malzeme kullanımının kısıtlı düzeyde kaldığı saptanmıştır.
- İstanbul Büyükdere Caddesinde yüksek ofis binalarının cephe sistemlerine etki edecek mimari uygulama ölçüğündeki ölçütler değerlendirildiğinde aşağıdaki bulgular elde edilmiştir.
- Seçilen yüksek binalarda fotovoltaik paneller kullanılmamaktadır ve gelecekte de kullanılmak üzere bir yer ayrılmasının söz konusu olmadığı görülmektedir.
  - Seçilen yüksek binalardan Tekfen Tower dışındaki yüksek binalarda açık renk kullanılmıştır.
  - Seçilen yüksek binaların camlarında yansıtıcılık özelliği kullanılmıştır.
  - Seçilen yüksek binaların camlarında Low-E kaplama kullanılmıştır.

- İncelenen yüksek binalardan Kanyon dışında dış yüzeylerde gölgeleme elemanı kullanılmamıştır.
  - Seçilen yüksek binaların göz hizasının üstünde emaye boyalı cam kullanılmamıştır.
  - Seçilen yüksek binalarda çift cephe sistemi kullanılmamıştır.
  - Seçilen yüksek binalarda cephe ve çekirdek arasında mesafe bulunmaktadır. Bu nedenle çekirdekler doğal aydınlatma ve havalandırmadan maksimum yarar sağlayamamaktadır.
  - Seçilen yüksek binalarda doğal aydınlatma kullanılmaktadır.
  - Seçilen yüksek binalarda düşey peyzaj elemanı kullanılmamıştır.
  - Seçilen yüksek binalardan Kanyon'da doğal havalandırma sağlayan menfezler kullanılmamıştır.
  - Seçilen yüksek binaların hiçbirinde rüzgar enerjisi kullanılmamıştır.
  - Kanyon dışında seçilen yüksek binalarda günüşiği kullanımını artıran ışıklık sistemleri kullanılmıştır.
  - Seçilen yüksek ofis binalarından Metrocity, Kanyon ve Tekfen Tower'da cephe içi açılır kanatlar bulunmaktadır.
- İstanbul Büyükdere Caddesinde yüksek ofis binalarının cephe sistemlerine etki edecek mimari işletme ölçüngindeki ölçütler değerlendirildiğinde aşağıdaki bulgular elde edilmiştir.
- Seçilen İş Bankası Kuleleri ve Kanyon'da panel sistem, Metrocity ve Tekfen Tower yüksek binalarında çubuk sistem, Sabancı Center yüksek binasında da yarı panel sistem kullanılmıştır. Kullanılan cephe sistemleri cephe geçirimsizliği ve dış koşullar açısından olumludur. Fakat panel sistemin fabrikada hazırlandığı için monaj kolaylığı ve zaman açısından tasarruf sağlamaktadır. Ayrıca söz konusu panel sistemler, üretim aşaması fabrikada yapıldığı için çevreye bıraktığı atığın az olması açısından önem kazanmaktadır.
  - Seçilen yüksek binalarda cam ve alüminyum malzeme kullanımının büyük oranda olduğu görülmektedir. Bu malzemeler, montaj yapıldıktan sonra bakım istemeyen,

uzun ömürlü ve geri dönüştürülebilirlik niteliği açısından doğru malzeme seçimi yapıldığı söylenebilir.

•Binalarda kullanılan cephe sistemlerinde bulunan kayıtlar bakım ve temizlik konusunu etkiyen bir ölçütür. Seçilen yüksek binalarda kullanılan yatay ve düşey doğramaların sıklığı da işletme ve bakım maliyetlerine etki eden bir unsur olarak göz önünde bulundurulmalıdır.

•Seçilen yüksek binalarda teraslara kurulan cephe temizlik sistemi mevcuttur. Bu sistemleri üreten firmalar ve bina yönetimi ile yapılmış olan görüşmelerde, cephe temizlik sistemlerinin devamlı çalışması ve periyodik bakımlarının yapılmasının enerji kullanımını ihmali edilebilecek düzeyde az etkilediği belirtilmiştir.

Yukarıda ele alınan tasarım, uygulama ve işletme ölçüngindeki ölçütlerden tasarıma, uygulama ve işletme ölçüngindeki ölçütlere oranla daha fazla dikkat edildiği görülmektedir. Yatırım maliyetinin yüksek olması ve yapıldığı dönem dikkate alındığında; fotovoltaik paneller, güneş kırıcı gibi akıllı cephe sistemlerinin kullanılmadığı gözlenmektedir.

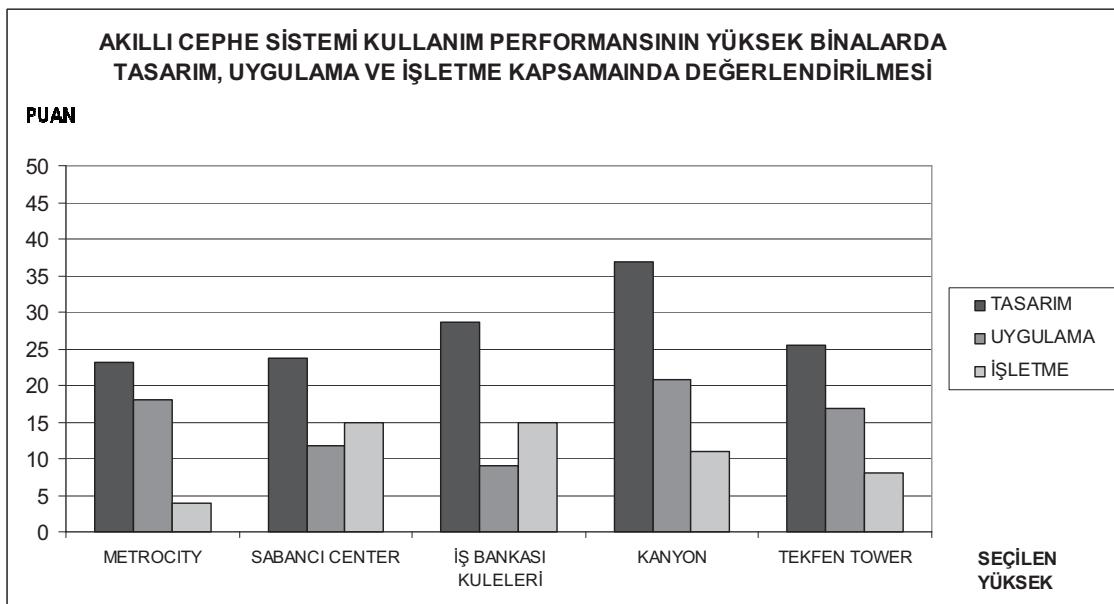
Seçilen yüksek binalarda tasarım, uygulama ve işletme ölçütlerinin olumludan olumsuza 10 kademeli bir puanlama ile gerçekleştirildiği 5.1 çalışma yöntemi başlığı altında belirtilmiştir. Puanlananın hassasiyeti açısından olumlu olan ölçüt 10 puan, diğerlerine göre olumsuz olan 1 puan aralığında değerlendirilmiştir. Aşağıda bulunan çizelgede bu puanlamalar detaylı olarak görülmektedir.

**Çizelge 5.11 Yüksek ofis binalarının mimari tasarım, uygulama ve işletme ölçütlerinin puanlandırılması**

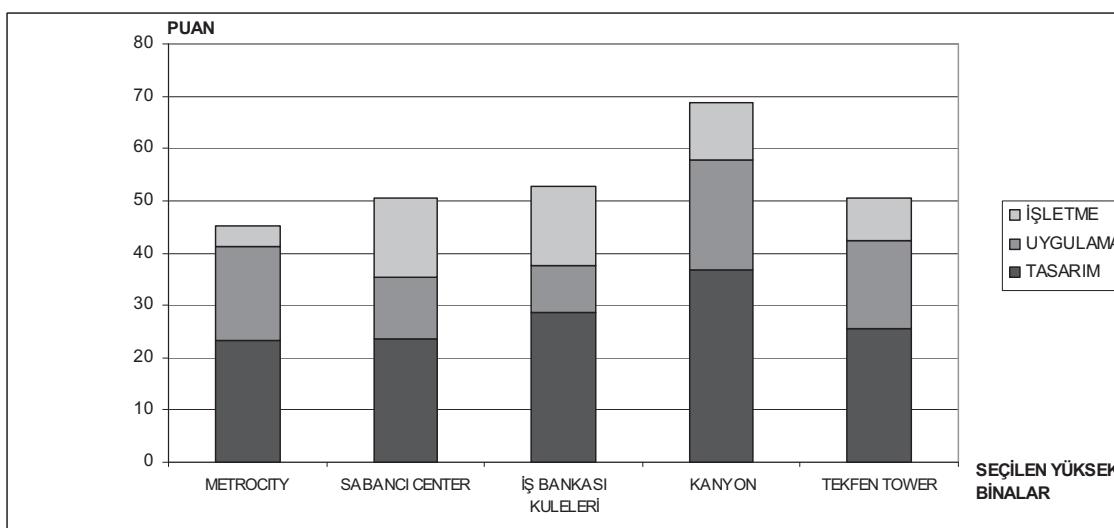
SEÇİLEN YÜKSEK BİNALARIN TASARIM-UYGULAMA-İŞLETME ÖLÇÜTLERİNİN AKILLI CEPHE NİTELİĞİNDE PUANLANDIRILMASI		METROCITY	SABANCI CENTER	İŞ BANKASI KULELERİ	KANYON	TEKFEN	
KONU	NUMBER	DEĞERLENDİRME SCRÜLARI MİMARLI TASARIM-UYGULAMA-İŞLETME	PUANLAMA	PUANLAMA	PUANLAMA	PUANLAMA	PUANLAMA
MİMARLI TASARIM ÖLÇÜTLERİ (50 PÜAN)	18	Yer Seçimi	AYNI YER SEÇİMİNE SAHİP OLDUKLARI İÇİN PUANLAMAYA ALINMAMŞTIR				
		Erhan					
		Eğim					
		Topografik Konum					
20	19	Binanın diğer binalara olan mesafesi ve konumlandırılmasına dair					
		Bina Arealarına Bağlı Gölgelene	7	4	2	10	10
		Bina Arealarları	4	6	8	10	10
		Açık planlı yaklaşım					
21		Güneşlenme	7	5	1	10	3
		Rüzgar	7	5	1	10	3
		Binanın formu oranı (Çevre/Alan)	1	5	10	7	3
		İş Kapıları/Cam yüzeyleri/Toplam yüzey)	4	7	10	10	1
22		Göz yarıştıran kabuk elementlerinin ısı geçişini etkileyen fiziksel özellikler	BÜTÜN YÜKSEK BİNALARIN DEĞERLERİNE ULAŞILAMASINDAN DOLAYI PUANLAMAYA ALINMAMŞTIR				
		Gün ışığı geçişlerini					
		Gölgelene Katısayısı					
		İş geçişenlik Katısayısı					
23		Güneş ışıklarının geçirmeye yarışma katısayısı					
		Yüzey/engi	3	5	7	10	1
		Binayı çevreleyen kabuk elementlerinin bina içindeki dağılımı					
		Doluluk-Boşlukları/Toplam Alan/Toplam cam alanı)	7	3	3	1	10
24		Yönlere göre boşlukları dağılımı/Toplam Alan/Toplam cam alanı)	10	7	1	3	5
		Mekan Organizasyonu					
		Çekirdek	1	5	10	10	10
		Malzeme					
TASARIM ÖLÇÜTLERİNİN TOPLAM PUANLARI		Düşük enerji kapsayan malzeme	DÜŞÜK ENERJİ KAPSAYAN MALZEME KULLANIMINA DİKKAT EDİLMESİNDEN DOLAYI PUANLAMAYA ALINMAMŞTIR.				
		Yenilebilir malzeme kullanımı		0	0	10	0
				0	0	0	0
				61	52	63	81
TASARIM ÖLÇÜTLERİNİN KATSAYILARA BAĞLI TOPLAM PUANLARI		23,205	23,66	26,695	36,855	25,48	
UYGULAMA ÖLÇÜTLERİ (AKILLI BİNA KABİGÜ) (30 PÜAN)	26	Kapıya bina kabuğuunda bir örenin alındı mı?	4	1	1	1	10
		-Şeffaf yüzey kuantumları azaltmak -Hava boşlukları malzeme kullanmak -Yalınlım artırmak... vb)					
	27	Göz yarıştıran bina kabuğuunda bir örenin alındı mı?	0	0	0	10	0
		-Çephede iğ-İğ yada orta çatı gölgelene elementleri kullanmak -Çatı gölgelene elementleri kullanmak -Cam元件i deşenmek -Çift cephe sistemleri kullanmak -Sistem keşfetme örenin almak... vb)					
30	28	Doguda bina kabuğuunda bir örenin alındı mı?	0	0	0	0	0
		-Çephede iğ-İğ yada orta çatı gölgelene elementleri kullanmak -Çatı gölgelene elementleri kullanmak -Çift cephe sistemleri kullanmak -Sistem keşfetme örenin almak... vb)					
	29	Batıda bina kabuğuunda bir örenin alındı mı?	10	0	0	0	0
		-Çephede iğ-İğ yada orta çatı gölgelene elementleri kullanmak -Çatı gölgelene elementleri kullanmak -Çift cephe sistemleri kullanmak -Sistem keşfetme örenin almak... vb)					
31	30	Batıda suan fotovoltaik paneller kullanılmıyor fakat gelecekle kullanılmak üzere ayrılmış bir alan var mı?	FOTOVOLTAİK PANEL KULLANIMINA DİKKAT EDİLMESİNDEN DOLAYI PUANLAMAYA ALINMAMŞTIR.				
		Dış cephe kaplamalarında açık renkler mi tercih edildi?	3	5	7	10	1
	32	Camlıarda yanetiklik özgürlüğü kullanıldı mı?	10	10	10	10	10
33	34	Low-E kaplamalı camlar kullanıldı mı?	10	10	10	10	10
		Dış yüzeylerde gölgelene elementleri kullanıldı mı?	0	0	0	10	0
	35	İç yüzeylerde gölgelene elementleri kullanıldı mı?	5	0	0	10	0
36	37	Göz hızının döndürme emaye boyası cam kullanıldı mı?	0	0	0	0	0
		Çift cephe sistemi kullanıldı mı?	0	0	0	0	0
	38	Cephe ve çekirdek arasında mesafe var mı?	10	10	1	7	4
39	40	Çekirdekde doğal havalandırma sağlandı mı?	0	0	0	0	0
	41	Kabukta dışsý peyzaj elementleri kullanıldı mı?	0	0	0	0	0
42	43	Kabukta doğal havalandırma sağlandı mı?	0	0	0	10	0
		Kabukta pencere düzeni ve iþk dağılımı na dikkat edildi mi?	10	7	1	3	5
	44	Dış cephe sistemlerinde yarınlarla ala sayısı oranı nedir?	9	10	8	10	10
45	46	Havalandırılmadan yarınlarla ala sayısı oranı nedir?	10	10	10	10	10
	47	Cephede ışıklaşımlı kuanımları arıhan ışıklık/şky/ght/sistemi kullanıldı mı?	5	0	0	0	10
48	49	Cephede spirin kanatları bulunuyor mu?	10	0	0	10	10
		Yalınlım, ari kayaları, lez kazançları... vb gözden geçirilecek alanlar var mı?	0	0	0	0	0
UYGULAMA ÖLÇÜTLERİ TOPLAM PUANLARI		98	63	48	111	90	
UYGULAMA ÖLÇÜTLERİNİN KATSAYILARA BAĞLI TOPLAM PUANLARI		18,048	11,844	9,024	20,868	16,92	
İŞLETME ÖLÇÜTLERİ	50	Cephe de hangi alımının cephe sistemi kullanıldı?	1	5	10	10	1
	51	Cephede poşulukta hangi malzeme kullanıldı?	0	0	0	0	0
	52	Cephede kulanılan kayıtların cephe temizlik ve bakımı etkisi nedir?	3	10	5	1	7
	53	(En az kayıt... en çok kayıt (Sv-Tk-kk-M))	0	0	0	0	0
İŞLETMEÖLÇÜTLERİ TOPLAM PUANLARI		4	15	15	11	8	
İŞLETMEÖLÇÜTLERİNİN KATSAYILARA BAĞLI TOPLAM PUANLARI		4	15	15	11	8	
TASARIM (50%)		11 SORU	16X10.110 50110.0.455	KAT SAYI1,0455 PUAN			
UYGULAMA (30%)		16 SORU	16X10.160 30/160.0.188	KAT SAYI1,0188 PUAN			
İŞLETME (20%)		2 SORU VAR	2X10.20 20/20.1	KAT SAYI1 PUAN			

Tasarım, uygulama ve işletme ölçütleri içerisinde kontrol listeleri incelenmesi sonucunda Çizelge 5.11'de görüldüğü gibi puanlandırılmıştır. Bu üç ölçüt kapsamında puanlama Çizelge 5.12 ve Çizelge 5.13' te görülmektedir.

Çizelge 5.12 Yüksek ofis binalarının kontrol listelerinin karşılaştırılması ve değerlendirilmesi sonucunda ortaya çıkan özet tablo 1



Çizelge 5.13 Yüksek ofis binalarının kontrol listelerinin karşılaştırılması ve değerlendirilmesi sonucunda ortaya çıkan özet tablo 2



#### **5.4 Enerji Etkinliği Kapsamında Seçilen Yüksek Binaların Mekanik Sistemlerinin ve Yapay Aydınlatma Ekipmanlarının Değerlendirilmesi**

Sürdürülebilir mimarlığın en önemli ölçütlerinden biri enerji korunumudur. Standart bir yüksek ofis binası ile enerji etkin yüksek ofis binası arasında %40 oranında enerji tasarrufu farkı vardır. İlk yalitim maliyeti standart ofis yapılarına göre fazla olan enerji etkin binalar en fazla birkaç yıl sonra yatırımcıya geri döner.

Açılabilir pencereler, low-E cam kullanımı, doğal havalandırma, doğal aydınlatma gibi pasif sistemlerin tasarlanması enerji tasarrufu sağlamaktadır. Ayrıca alınan bu önlemler hem çevreye duyarlıdır, hem de ekonomiktir.

Enerji etkinliğinin temel kavramlarından biri akıllı cephe sistemlerinin doğru kullanılmasıdır. Akıllı cephe sistemi kullanımına batıda güneş kırıcılarının kullanılması, açılamayan kanatlarda uygulanan havalandırma sistemi, güneş panelleri, çift cephe sistemi gibi örnekler verilebilir. Bu sistemler ilk yatırım maliyetleri açısından uygun olmasa da uygulama aşaması tamamlandıktan sonra enerji etkinliği açısından tasarruf sağlamaktadır.

Diğer bir kavram da enerji etkin yapay aydınlatma ekipmanı ve mekanik sistem seçimidir. Bu kavramlar; enerji verimli kompakt fluoresan ampul seçilmesi, ekonomizer sistemlerin (serbest soğutma, atık ısısının tekrar kullanılması, değişken debili sistemler gibi) kullanılmasını, doğal havalandırma sağlamak için açılabilir pencereler veya çift cephe sistemlerini, temiz hava ve içerisindeki kirli havanın değişimini sağlayan havalandırma sistemlerinin kullanılmasını örnek verebiliriz.

Genel olarak; ısıtma, soğutma, iklimlendirme, aydınlatma, yangın güvenlik ve enformasyon sistemlerinin maksimum etkinlik ve verim sağlayacak şekilde merkezi bir sistemden yönetildiği sistemler binanın bütünlüklü sistem kontrolü ve sürdürülebilirliğe katkı sağlama açısından önemlidir.

Tez çalışmasına örnek teşkil eden ve İstanbul Büyükdere Caddesi üzerinde seçilen yüksek ofis binalarında fotovoltaik paneller, solar paneller, rüzgar paneli gibi sistemlerin kullanılmadığı gözlemlenmiştir. Yapılan görüşmelerde bu eksikliğin nedeni olarak fizibilite çalışmalarının doğrultusunda yukarıda sayılan yapay aydınlatma

ekipmanların ve mekanik sistemlerin ilk yatırım maliyetlerinin yüksek ve enerjinin geri dönüşüm süresinin çok uzun olduğu belirtilmiştir.

Yüksek binalarda tasarım, uygulama ve işletme ölçütlerini içeren kontrol listesi yukarıdaki çizelgelerde hazırlanmıştır. Seçilen yüksek ofis binalarının enerji performansı açısından bütünsel bir karşılaştırmanın yapılabilmesi için 2. aşama olarak kullanılan mekanik sistemler ve yapay aydınlatma ekipmanlarının değerlendirilmesini içeren bir kontrol listesi hazırlanmıştır. Bu kontrol listesi çalışması bina yönetimleri ile karşılıklı görüşme neticesinde oluşturulmuştur. Ayrıca bu görüşmeler sonucunda seçilen yüksek binaların 2010 yılına ait aylık enerji tüketimlerini gösteren veriler edinilmiş; bu veriler çizelgelere ve grafiklere dönüştürülmüştür.

Söz konusu kontrol listesi çalışmasında enerji tüketimi kapsamında araştırılan ana konular;

- Seçilen yüksek ofis binalarında kullanılan sistemlerin enerji etkinliği açısından araştırılması,
- Seçilen yüksek ofis binalarının mevsimsel dönemlere göre enerji tüketimlerinin enerji etkin binalar için uygunluğunun araştırılması,
- Sürdürülebilir mimarlık kapsamında seçilen yüksek ofis binalarında yenilenebilir enerji kullanımlarının araştırılmasıdır.

Seçilen yüksek ofis binalarında bina yönetimleri ile görüşmeler sonucunda eşit standartlarda veri alınamamasından dolayı ve oluşan hata payları dikkate alınarak puanlama işlemlerine 10. sorudan itibaren başlanmıştır.

**Çizelge 5.14 Seçilen yüksek binalarda enerji etkinliği kapsamaında mekanik sistemlerin ve yapay aydınlatma ekipmanlarının değerlendirilmesi**

SEÇİLEN YÜKSEK OFİS BİNALARI		METROCITY	SABANCI CENTER	İŞ BANKASI KULELERİ	KANYON	TEKFEN	
KONU	NUMBER	ENERJİ ETKİNLİĞİ DEĞERLENDİRME SORULARI-BİNA YÖNETİMİ	CEVAPLAR	CEVAPLAR	CEVAPLAR	CEVAPLAR	
1		Binada en çok harcanan enerji kaynağı hangisidir? (Elektrik, doğalgaz, vb.)	Elektrik	Elektrik	Elektrik	Elektrik	
2		Bina soğutma, aydınlatma, havalandırma, vb. sistemlerin hangisinde en fazla enerji话nesi düşüyor?	İsteme-Soğutma	Havalandırma	Soğutma	Soğutma	
3		Yılık harcanan冷却 enerjisi miktardır?	***	Elektrik:3000 ton doğalgaz:300 ton	EKLER bölümünde: takvim maliyeti ve emisyon grafiklerin yüzdeki payları görülebilir.	13000 ton 12000 ton	
4		Kişi başına harcanan yıllık enerji ne kadar?	5840 kWh	6053 kWh	4147 kWh	1811 kWh 6.750 kWh	
5		Yapay soğutma ve soğutma için tüketilen enerji miktari yıllık ne kadar?	***	Free Cooling seviyelığı olduğunda tüketiciler (4 aylık): 7200 kWh	Yapay istihmal%, soğutma %14 603 642 kWh	*** ***	
6		m² başına düşen yıllık enerji tüketimi kaç kWh/m²	117 kWh	225,79 kWh	115 kWh	90 kWh/m² 115 kWh/m²	
7		Statik ve mekanik olarak temiz hava deðimi ne kadar?	***	4 yada 5	4	6 ***	
8		İç mekanikde oþ soðutma sonucu nedir? (Oþ hava yakasýk 450ppm) (ASHRAE standartlarında 1000 ppm)	***	500-650ppm	450ppm	400-600ppm ***	
9		İç mekanikde iç hava kalitesi ölçümü ne sonucu nedir?	***	Partikül ölçümü ASHRAE kabul edilebilir değerlerinin çok altında bir değer ortaya çıkırmıştır.	450ppm	400-600ppm ***	
10		Binalarda yenilenebilir enerji kaynakları kullanılıyor mu?	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır	
11		Yenilebilir enerji kaynakları tasarım - uygulama ve kullanım aşamaları doğrulandı mı?	Hayır	Evet, 2009 Yılında Photovoltaik pil (Solar Panel) geliştirme YTÜ ile birlikte yapıldı. Çevre ve enerji konusuna göre üretim için ekonomik olmamış Anlaşıldı. Genel öðeme 14 yıl, (bir yılık öðretim bir günlik tüketim beddi) 2010 yılında Sicak su üretiminde takviye olması gerekiyordu. Güneþ Enerjisi, 1000 Wapiti, 7 gördürdü. Ciddi bir bütçe ile karşılıklı olarak yönetimin talebi ile proje su anda doldurulmuş durmuyordu.	Evet, Kjenerasyondanoldu. Fakat ilk yatırımlar yüksek deðiþti (gen ekonomik olmamış duyuldu). Anlaşıldı. Genel öðeme 14 yıl, (bir yılık öðretim bir günlik tüketim beddi) 2010 yılında Sicak su üretiminde takviye olması gerekiyordu. Güneþ Enerjisi, 1000 Wapiti, 7 gördürdü. Ciddi bir bütçe ile karşılıklı olarak yönetimin talebi ile proje su anda doldurulmuş durmuyordu.	Evet, Fotovoltaik paneller düşünülmüşdür. Yatırım maliyeti ve gen dönüşüm süresi fazla olduğu için düşünülmeli.	
12		Yenilebilir enerji kaynakları tasarım - uygulama ve kullanım aşamaları doğrulandı mı?	Düðünmedi	Proje aşamasında PV 14 yıl Sicak su paneli ise 7 yıl	Düðünmedi	Düðünmedi ***	
13		Bina cephelerinde rüzgar paneleri kullanıldıysa saðlanan yıllık enerji kazancı ne kadar?	Kullanımda	Kullanımda	Kullanımda	Kullanımda	
14		Cephelerde saðakatda güneþ kırıltıda Kullanılan fotovoltaik paneller ile yilda ne kadar enerji kazancı saðlanır?	Kullanımda	Kullanımda	Kullanımda	Kullanımda	
15		Bu binada toplu aydınlatma m yaða enerji tüketimini azaltmak için lüleþme özel aydınlatma elementi mi kullanılmış?	Toplu aydınlatma	Toplu aydınlatma	Toplu aydınlatma	Toplu aydınlatma	
16		Bu binada toplu aydınlatma m yaða enerji tüketimini azaltmak için lüleþme özel aydınlatma elementi mi kullanılmış?	Toplu aydınlatma	Toplu aydınlatma	Toplu aydınlatma	Toplu aydınlatma	
17		Bina kullanılan aydınlatma elementi enerji verimi midir? Hangi aydınlatma türkleri kullanılmış?	Evet / Floraßen TS	Evet / İsyanfırı ampul, ılım armatürlerine elektronik balast uygulanması ve Led armatır	Evet / TS ampuller, elektronik balast uygulanması ve Led armatır	Evet / A2 Smf elektronik balanstı, kompakt aydınlatma	Evet / Elektronik balanslı floresan kompakt floresan
18		Bina kullanılan isteme sistemi kriterde farklı kullanıcılara göre mi yoksa tüm bina için mi yorumlanır?	Tüm Bina	Tüm Bina	Tüm Bina	Tüm Bina	
19		Enerji veren sistemlerden binada hangisi kullanılmıştır? (İlsen gerdönüşümü mi? -Free cooling mi? -Ekonominiz mi?)	Hayır	İlsen gerdönüşümü Free cooling	İlsen gerdönüşümü Free cooling Ekonominiz	İlsen gerdönüşümü Free cooling Ekonominiz	Free cooling var
20		Degisken debili donanım (frequency converter) kullanılmış mı?	Evet	Evet	Evet	Evet	
21		Üç borulu fan coil/4 borulu fan coil/VAV/VRF den hangisi kullanılmıştır?	VRV,HRV	VAV- parçalı öndü radyatör, VRF	4F, VAV	Fan coil HVAC	VAV
22		Sistemlerde enerjinin geri döndürülüp tekrar kullanılmış mı?	Hayır	Evet	Evet	Evet	Hayır
23		Mekanik havalandırma sistemi kullanılıyor mu?	Çift filtreli merkezi havalandırma sistemi kullanılıyor.	Evet	Evet	Evet	Evet
24		Bina otomatik sistemi var (se ñe hangi) sensörler kullanılmıştır? (Gün ışığı sensörü, doðal havalandırma sensörü, nem sensörü, iç mekanik ıç-hava sensörü... vb.)	İç hava kalitesi sensörlü var; sensör var	İç sensörlü var; Gün ışığı sensörlü var; Doðal havalandırma sensörlü var; nem sensörlü var; Çift sensörlü var	İç sensörlü var; Gün ışığı sensörlü var; İç hava kalitesi sensörlü var; Doðal havalandırma sensörlü var; nem sensörlü var; Basing sensörlü var; Kat debisi sensörlü	İç sensörlü var nem sensörlü var	İç sensörlü var hava kalite sensörlü var; hava sensörlü var

Bu değerlendirme Metrocity yüksek ofis binası için Teknik Bölümden sorumlu kişi, Sabancı Center Bina Yönetimi Teknik Müdürü, Kanyon Yönetim İşletim ve Pazarlama Ltd.Şti.'den İşletme Şefi, İş Merkezleri Yönetim ve İşletim A.Ş.' den Mühendislik Hizmetleri 2. Grup Proje Yöneticisi, Tekfen Tower Teknik Bölüm sorumlusu ile gerçekleştirilmiş, görüşmeler sonucunda binaların iklimlendirilmesinde kullanılan mekanik techizat konusunda bilgi edinilmiştir.

Kontrol listesinin ilk bölümünde; yüksek ofis binalarının  $m^2$  başına ve kişi başına düşen enerji tüketimlerini araştırmak için sorular sorulmuştur. Fakat bu sorulara eşit düzeyde cevapların alınamaması ve karşılıklı görüşmeler sonucunda oluşan yanılıgın payları olduğu düşünülerek değerlendirmeye alınmamıştır. Sabancı Center, İş Bankası ve Tekfen Kullerinde tam değerler hesaplanıp söylenmiştir, fakat Metrocity ve Kanyon yüksek ofis binalarında yaklaşık değerler söylenmiştir. Bu nedenle yenilenebilir enerji kullanımı ve enerji etkin mekanik sistemler ve yapay aydınlatma ekipmanı kullanımı ile ilgili değerlendirme yapılırken bu veriler kullanılmamış olup sadece bilgi amaçlı olarak kontrol listesinde yer almaktadır.

İkinci bölümde; sürdürülebilir enerji kullanımının yüksek ofis binalarının tasarım, uygulama ve işletme aşamasında kullanımı araştırılmıştır. Yüksek ofis binalarında yenilenebilir enerjinin kullanılmadığı gözlemlenmiştir.

Üçüncü ve son bölümde enerji etkin mekanik sistemlerin ve ekipmanların kullanılıp kullanılmadığı araştırılmıştır. Enerji konusundaki puanlama bu bölümde gerçekleştirilmiştir.

Aşağıda seçilen yüksek binalarda enerji etkinliği kapsamında mekanik sistemlerin ve yapay aydınlatma ekipmanlarının değerlendirilmesinin puanlamaları yer almaktadır.

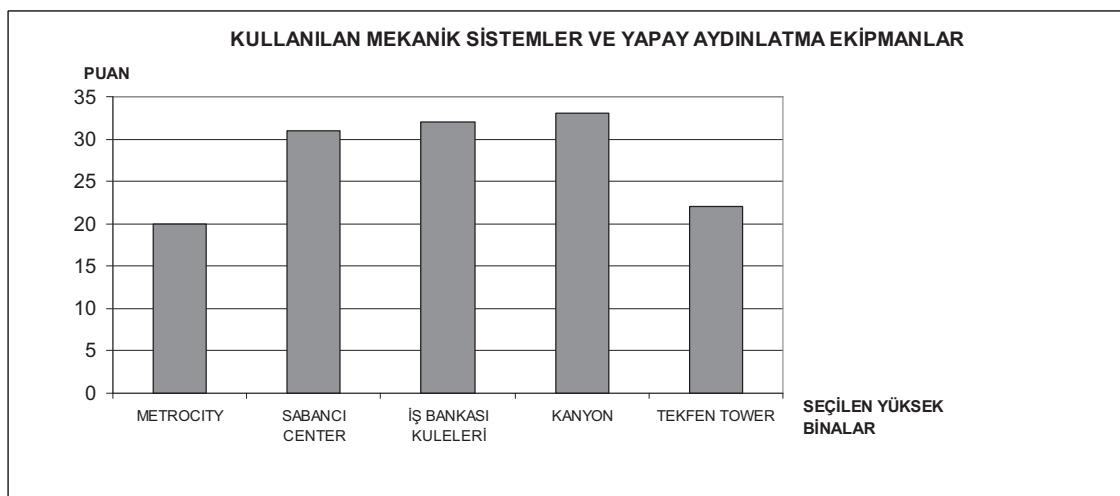
**Çizelge 5.15 Seçilen yüksek binaların enerji etkinliği kapsamında mekanik sistemlerin ve yapay adınlatma ekipmanlarının puanlandırılması**

SEÇİLEN YÜKSEK BİNALARIN ENERJİ ETKİNLİĞİ PERFORMANSINI KULLANILAN ÖKEANİK SİSTEMLER VE YAPAY AYDINLATMA EKİPMANLARI KAPSAMINDA PUANLANDIRILMASI						
SEÇİLEN YÜKSEK OFİS BİNALARI		METROCITY	SABANCI CENTER	İŞ BANKASI KULELERİ	KANYON	TEKFEN
KONU	NUMBER	DEĞERLENDİRME SORULARI(ENERJİ)-BİNA YÖNETİMİ	CEVAPLAR	CEVAPLAR	CEVAPLAR	CEVAPLAR
ENERJİ KULLANIMI VE EKİPMANLAR	1	Binada en çok harcanan enerji kaynağı hangisidir? (Elektrik,doğa gazı...vb)	YÜKSEK OFİS BİNALARININ BİNA YÖNETİMİNDEN EŞİT DÜZEYDE VERİ ALINAMAMASINDAN DOLAYI PUANLAMAYA KATILMAMİŞTIR.			
	2	İşitme, soğutma, aydınlatma, havalandırma...vb alanlarından hangisinde en fazla enerjiye ihtiyac duyuluyor?				
	3	Yıllık harcanan $CO_2$ emisyonu milyar ne kadardır?				
	4	Kişi başına harcanan yıllık enerji ne kadardır?				
	5	Yapay işitme ve soğutma için tüketilen enerji miktarı yıllık ne kadardır.?				
	6	$m^2$ başına düşen yıllık enerji tüketimi kaç $kwh/m^2$ ?				
	7	Sazatte iç mekanda olan temiz hava değimi ne kadardır?				
	8	İç mekandaki $CO_2$ ölçümü sonucu nedir. (Dış hava yaklaşık 450ppm) (ASHRAE standartlarında 1000 ppm)				
	9	İç mekandaki iç hava kalitesi ölçümü ne sonucu nedir.?				
	10	Binalarda yenilebilir enerji kaynakları kullanılıyor mu?				
	11	Yenilebilir enerji kaynakları tasarım -uygulama ve kullanım aşamaları düşünüldü mü?				
	12	Yenilebilir enerji kaynakları tasarım -uygulama ve kullanım aşamaları gözönüne alınarak malzeyet açısından tasarım sağılmak için kaç yıllık bir süre düşünüldü?				
	13	Bina cephelerinde rüzgar panelleri kullanıldığıda sağlanan yıllık enerji kazancı ne kadardır.?				
	14	Cephelerde saçaklarda güneş kırınlarda kullanılan fotovoltaik paneller ile yılda ne kadar enerji kazancı sağlanmıştır?				
	15	Bu binada ısınma aydınlatma mi yada enerji tüketimini azaltmak için kişiye özel aydınlatma elemanı mı kullanılmıştır.?	1	1	1	1
	17	Binada kullanılan aydınlatma elemanı enerji verimli midir? Hangi aydınlatma türü kullanılmıştır.?	5	5	5	5
	18	Binada kullanılan ısıtma sistemi kârlarda farklı kullanıcılara göre mi yoksa tüm bina için mi yapılmıştır?	1	1	1	5
	19	Enerji verimli sistemlerden binada hangisi kullanılmıştır? (-İslı geri dönüşümü mü? -Free cooling mi? -Ekonomizer mi?)		4	5	5
	20	Değişken debili donanım (frekans converter) kullanılmış mı?	5	5	5	5
	21	İki borulu fan coil/4 borulu fan coil/VAV/VRV den hangisi kullanılmıştır?	5	5	4	4
	22	Sistemlerde enerjinin geri döndürüp tekrar kullanılmış mıdır?		5	5	5
	23	Mekanik havalandırma sistemi kullanılıyor mu?	1	1	1	1
	24	Bina otomasyon sistemi var ise hangi sensörler kullanılmıştır.?(Gün ışığı sensörü,doğal havalandırma sensörü,nem sensörü, iç mekanda ıslı-nem-hava sensörü...vb)	2	4	5	2
ENERJİ ETKİNLİĞİ PUANLARI		20	31	32	33	22

Enerji tüketimi ve ekiplamanlara bağlı olarak gerçekleştirilen anketin puanlaması çizelge 5.15 da gösterilmiştir. Bu çizelgede gerçekleştirilen puanlama 100 puan üzerinden değerlendirilmiştir. Karşılaştırma yapılan 9 soru bina sayısının etkili olduğu 5 derece üzerinden değerlendirilmiştir. Bu puanlamayı kullanılan mekanik sistemler ve yapay aydınlatma sistemleri açısından aynı seviyede değerlendirebilmek amacıyla yapılan puanların ortalaması bulunmuştur. Ortalama değer: 27,5 tir. Bu ortalama değere göre kullanılan mekanik sistem ve ekipmanların etkinliği Metrocity (-7,6) değerinde ortalamanın altında kalmıştır. Sabancı Center binası (+3,4) değerinde ortalamanın üzerine çıkmıştır. İş Bankası Kuleleri (+4,4) değerinde ortalamanın üzerine çıkmıştır. Kanyon (+5,4) değerinde ortalamanın üzerine çıkmıştır. Tefken (-5,6) değerinde ortalamanın altında kalmıştır. Bu değerlere göre Metrocity ve Tefken binaları için kullanılan mekanik sistemler açısından ve yapay aydınlatma ekipmanlarının verimliliği negatif ve pozitif değerler arasındaki 13 birimlik aralığa bölünerek çıkan değerler yüksek binaların enerji etkinliğinin sorgulanması için analiz edilen enerji faturalarına dahil edilmiştir.

Çizelge 5.16 Yüksek ofis binalarının anketlerinin karşılaştırılması ve değerlendirilmesi sonucunda ortaya çıkan özet tablo

SEÇİLEN YÜKSEK BİNALAR	METROCITY	SABANCI CENTER	İŞ BANKASI KULELERİ	KANYON	TEKFEN TOWER
KULLANILAN SİSTEM VE YAPAY AYDINLATMA EKİPMANLARI	20	31,00	32,00	33,00	22,00
ENERJİ VERİMLİLİĞİ	-7,6	3,40	4,40	5,40	-5,60
ENERJİ VERİMLİLİĞİ ORANLARI	-0,58	0,26	0,34	0,42	-0,43



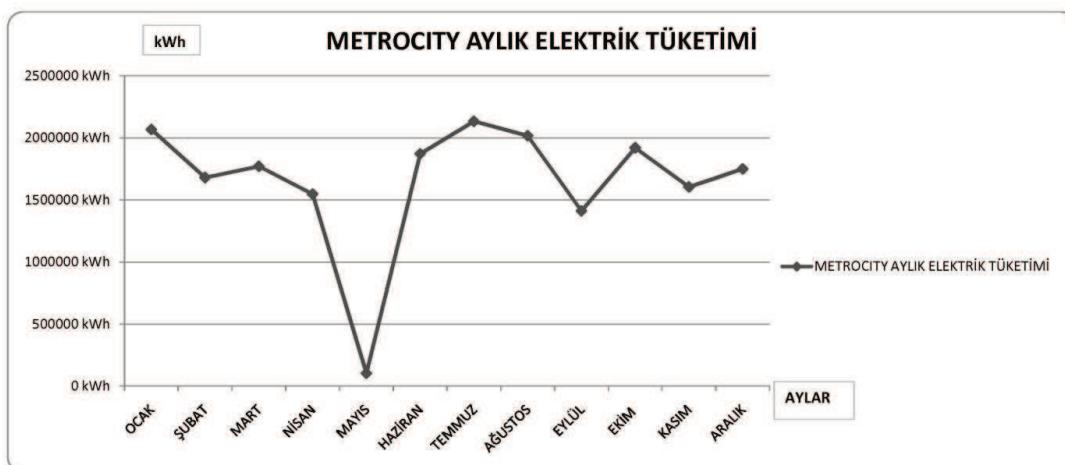
Yukarıda enerji performansı kapsamında incelenen yüksek ofis binalarında kullanılan sistemleri ve ekipmanları, bu sistemler ve ekipmanlar sonucunda tüketilen enerji miktarları aşağıda özetlenmiştir;

İlk olarak olarak enerji performansı kapsamında değerlendirilen yüksek ofis binası Metrocity'dir. Metrocity yüksek ofis binasının dış cephe ile bağlantısı olmayan bölümlerde kışın dış yüzeyde ısı kaybı, yazın ise herhangi bir ısı kazancı söz konusu değildir. Mevsimlere ve tasarım etkilerinin en etkili unsurlarından biri olan yönlenmeye göre güneş ışınlarına bağlı olarak binada bazı bölümlerde ısıtma, bazı bölümlerde ise soğutmaya gereksinim duyulmaktadır. Ofis binalarındaki hesaplamalarda baz alınan sıcaklık değerleri yazın 24 C°, kışın 22 C° dir. Ofis katlarında ısıtma, soğutma, havalandırma, aydınlatma alanları için yapılan fizibilite çalışmalarında bu değerler kullanılmıştır. Dış ve iç bölümler arasında geçen bakır boru bağlantılar mevcuttur. Metrocity 'de kullanılan bu HVAC sistemleri gereksinim duyulduğu zaman aktif hale gelmektedir.

Aşağıda verilen çizelgede Metrocity ofis binasının toplam elektrik tüketiminin aylara göre dağılımı ortalama değerleri belirtilmiştir.

Çizelge 5.17 Çizelge verileri Metrocity teknik yönetiminden Sn.Şevket Ertuğrul 'dan temin edilmiştir.

( 2010 Yılına ait elektrik tüketim değerleri ile hazırlanan çizelge yaklaşık verilerdir.)



Yukarıda bulunan grafikte; elektrik tüketiminin en fazla olduğu dönem yaz dönemidir. Bu verilere dayanarak Metrocity'nin en fazla enerji tüketimi yaz döneminde olmaktadır. Bu durum soğutma için en fazla enerji harcandığını göstermektedir. İkinci

sıralamayı kiş dönemindeki ısıtma için harcanan enerji almaktadır. Üçüncü sıralamada, son bahar döneminde gerçekleşmektedir. Dördüncü ve son olarak bahar döneminde, elektrik enerjisi tüketiminde bir azalma gözlemlenmektedir. Bu grafiğe göre mevsimsel olarak gerçekleşen enerji harcaması incelendiğinde kendi içinde tutarlı olduğu görülmektedir. Kullanılan mekanik sistemler ile enerji tasarrufuna katkı sağlanmaya çalışıldığını söylemek doğru bir yaklaşımındır.

Genel olarak; toplamda yaklaşık  $96.000 \text{ m}^3$  bina hacmine sahip Metrocity ofis binasında  $19.883.727 \text{ kWh}$  toplamda elektrik enerjisi tüketilmektedir. Sonuç olarak  $\text{m}^3$  başına  $207 \text{ kWh/ m}^3$  enerji harcanmaktadır.

İkinci olarak enerji performansı kapsamında değerlendirilen yüksek ofis binası Sabancı Center yüksek ofis binasıdır.

Sabancı Center'in iç hava kalitesi, ideal hava şartları mekanik sistemler desteği ile ofis birimlerinin ısisal değerleri devamlı kontrol altında tutulmaktadır. Dış çevreden gelen her türlü etmene karşı ortam her zaman aynı değerde tutulur. Bu değerler elektronik bir havalandırma sonucunda sağlanmaktadır.

Sabancı Center binasında yapı dış kabuğunda ısı yalıtımları iyi yapılmıştır. Isı geçirimsiz kaplama malzemesi kullanılmıştır. Bu durum mekanik sistemi olumlu yönde etkilemektedir. Sabancı Center'da VAV havalandırma sistemine yer verilmiştir. Kişi aylarında ısıtma sistemine yardımcı olmak için pencerelerin ön taraflarına radyatörler yerleştirilmiştir.

VAV sisteminin çalışma prensibine kısaca değinecek olursak, bu sistem yüksek basınçlıdır. VAV sistemi, merkezi hava santrali ve bu santraldeki kanallar yardımıyla ofis katlarına yayılması sağlanır. Her bir ofis hacmine gelen hava hacme girmeden önce bir kontrol kutusuna gelir ve buradan hacmin ihtiyacı doğrultusunda ısı artarak veya azalarak ofis hacimlerine verilir. Böylece her birinin kendi içinde ısisal konforu bağımsız olarak sağlanmış olmaktadır. Bu durum enerji tasarrufu açısından çok önemli yere sahiptir denilebilir.

Ofis katlarında kullanılan hava yeniden kullanılmaktadır. Bu ofislerden geri gelen hava garajlardan geçirilmektedir. Bu yöntemle mekanlarda ısıtma ve havalandırmadan tasarruf sağlanmış olmaktadır.

Ofis ortamı, kışın 18 °C'ye kadar ısıtılmaktadır. Kışın ihtiyaç duyulan ısıtma cam önlerinden, kat altında bulunan radyatörler ile yapılmaktadır. Yazın ise, üfleme sıcaklığı 15 -16 °C arasında yapılmaktadır. Holding ve Akbank kulelerinde kullanılan Klima santralları Frekans Konvertörlü cihazlardır.

Soğutma sisteminde, gündüz çalışmaları için 3500 kW kapasiteli 2 adet Santrifüj soğutma grubu ile yapılmaktadır. Yazın geceleri ve geçiş mevsimlerinde ise 24 saat çalışmak üzere, Akbank Bilgi Teknolojileri ile Sabancı Telekom Sistem odalarını soğutan 2 adet, ısı kazanımlı hermetik kompresörlü, 600 kW kapasiteli soğutma grubu bulunmaktadır.

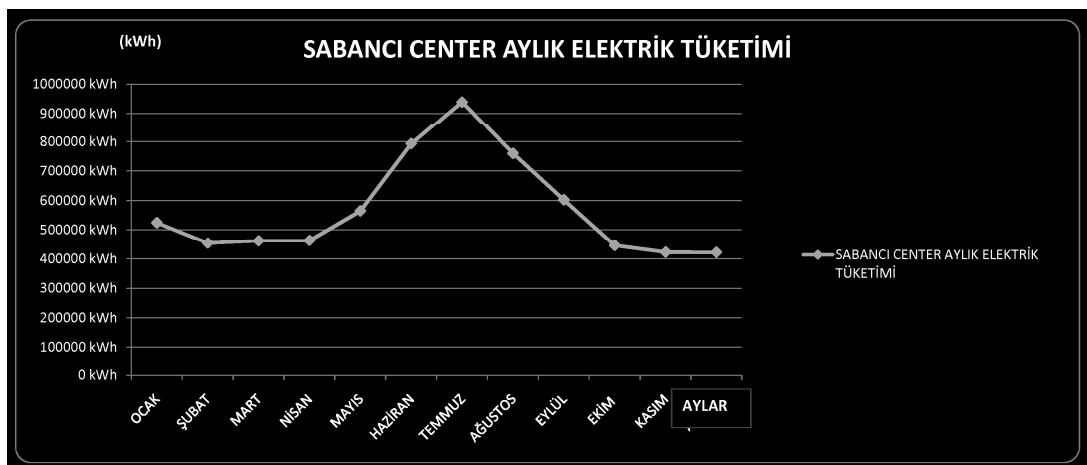
Soğutma Sistemi Projesinde serbest soğutma ( Free Cooling ) özelliği bulunmaktadır. Ancak geçmişte Akbank Bilgi İşlem merkezindeki bilgisayarların su soğutmalı olması nedeniyle, geçişte içerdiği riskten dolayı 1999 yılına kadar bu sistem devreye alınamamıştır. Teknoloji değişimiyle bilgisayarların hava soğutmalı sisteme geçmesi nedeniyle, 2000 yılından itibaren kışın, tahminen 15 Ekim ile 15 Mart tarihleri arasında serbest soğutma sistemi devreye alınabilmektedir [246].

Otopark katlarında iç ortam kalitesi sağlanmaya yönelik karbonmonoksit ölçümleri yapılmaktadır. İç ortam kalitesi bu şekilde dengelenebilmektedir.

Farklı fonksiyonlara sahip mekânlarda farklı sistemler kullanılarak ihtiyaca göre havalandırma sağlanmaktadır. Bu durum mekânlarda gereksiz enerji tüketimini engellemiştir.

Sabancı Center yüksek ofis binasında konfor sağlamak ve enerji tüketimini azaltmak amacıyla kullanılan sistemler; havalandırma merkezi, kazanlar, soğutma kuleleri, klima santralleri, kanallar, egzost sistemleri, basınçlandırma vantilatörleri, aspiratörler, kontrol kutuları, soğuma sepantinleri, tevzi kolektörleri, primer hava devreleri, eşanjörler, ısı pompaları, kanal içi damperler ve menfezlerden oluşmaktadır.

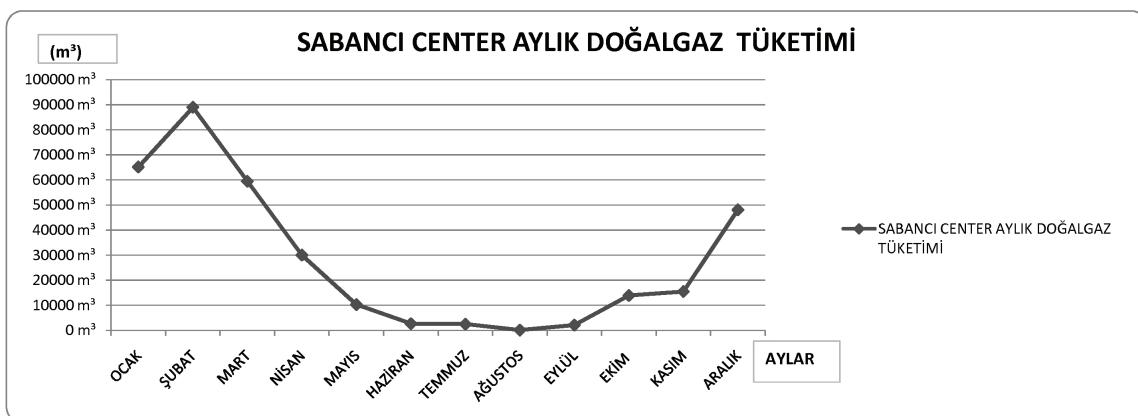
Çizelge 5.18 Sabancı Center 2010 Yılına ait elektrik tüketim değerleri



Yukarıda bulunan grafikte; elektrik tüketiminin en fazla olduğu dönem yaz dönemidir. Bu verilere dayanarak Sabancı Center ofis binasının en fazla enerji tüketimi yaz döneminde olduğu görülmektedir. Bu durum soğutma için en fazla enerji harcandığını göstermektedir. İkinci sıralamayı kış dönemindeki ısıtma için harcanan enerji almaktadır. Üçüncü sıralama sonbahar döneminde enerji tüketiminde artış gözlenmektedir. Dördüncü ve son olarak bahar döneminde elektrik enerjisi tüketiminde bir azalma gözlemlenmektedir. Bu grafiğe göre mevsimsel olarak gerçekleşen enerji harcaması incelendiğinde kendi içinde tutarlı olduğu görülmektedir. Kullanılan mekanik sistemlerin enerji tasarrufuna katkı sağladığı görülmektedir.

Genel olarak; toplamda yaklaşık  $121\ 800\ m^3$  bina hacmine sahip Sabancı Center ofis binasında 6.852.000 kWh toplamda elektrik enerjisi tüketilmektedir. Sonuç olarak  $m^3$  başına 56 kWh/  $m^3$  enerji harcandığı hesaplamalar sonucunda ortaya çıkmıştır.

Çizelge 5.19 Sabancı Center 2010 Yılına ait doğalgaz tüketim değerleri



Sabancı Center binası için doğalgaz tüketimini yukarıda bulunan çizelgede, kış aylarında doğalgaz enerjisi tüketimi maksimum noktaya ulaştığı görülmektedir. Bu durum binanın ısıtması için doğalgaz, soğutması için elektrik enerjisi harcandığını açıkça göstermektedir. Bunun dışında İlkbahar mevsiminde hızla azalmıştır, yaz mevsiminde en düşük seviyeye ulaşmıştır. Son olarak sonbahar döneminde ivmede artış gözlenmektedir. Bu duruma göre doğalgaz enerji tüketiminin mevsimlere göre tutarlı olduğu söylenebilmektedir.

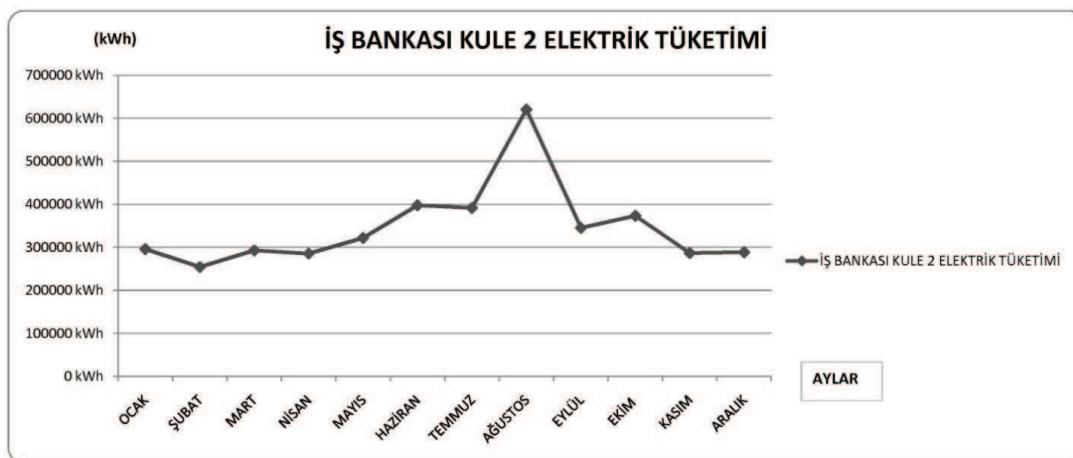
Toplamda yaklaşık 121 800 m<sup>3</sup> bina hacmine sahip Sabancı Center ofis binasında 338 786 m<sup>3</sup> toplamda doğalgaz enerjisi tüketilmektedir. Sonuç olarak m<sup>3</sup> başına 2,78 m<sup>3</sup> doğalgaz enerjisi harcanıldığı hesaplamalar sonucunda ortaya çıkmıştır.

Üçüncü olarak enerji performansı açısından değerlendirilen yüksek ofis binası İş Bankası yüksek ofis binasıdır.

Binada kullanılan tüm inşaat, elektrik ve mekanik malzeme ile birlikte otomasyon, yanın sistemi ve güvenlik sisteminde en yüksek kalitedeki ASTM standartları kullanılmıştır. Isıtma, havalandırma, klima sistemlerinde minimum enerji harcaması ile maksimum konfor sağlayan fan-coil ve VAV (değişebilir hava ayarı) aygıtları birlikte kullanılmıştır. Isı konvektörleri (fin-tubes) ve plakalı eşanjörler kullanımı; kuru tip trafoların yüksek katlara yerleştirilmesi EMT kondütler ile (kapalı sistem) elektrik tesisatı yapımı gibi teknolojilerle bina donatılmıştır. Yangına karşı önlem olarak, yanına dayanıklı ve/veya yanmaz tipte kablo ve malzeme kullanımı; otomasyon ile bağlantılı yanın algılama sistemleri ve buna bağlı duman detektörleri kullanılmıştır. Yapının mekanik tesisatının temel tasarımları ABD' de yerleşik JB & B firması tarafından yapılmıştır. Bu temel tasarımdan hareketle yapılan uygulama projeleri Genel Mühendislik Ltd. tarafından yapılmıştır. Kompleksin klima sisteminin tasarımda seçilen ortam koşulları kış mevsimi için 22 °C, yaz mensimi için ise 26 °C' dir. Ofis katlarının klima tesisatı iç ve dış zon olarak tasarlanmıştır. İç zon (kışın sabah ısıtması haricinde) klima santralleri ve VAV 'lı havalandırma sistemi ile sürekli olarak soğutulmaktadır. Dış zon dış hava ihtiyacı ise CAV (Constant Air Volume) kutuları ile karşılanmaktadır. Yapıda dış hava santrali (Primer Hava Santrali) kullanılmış olup tüm

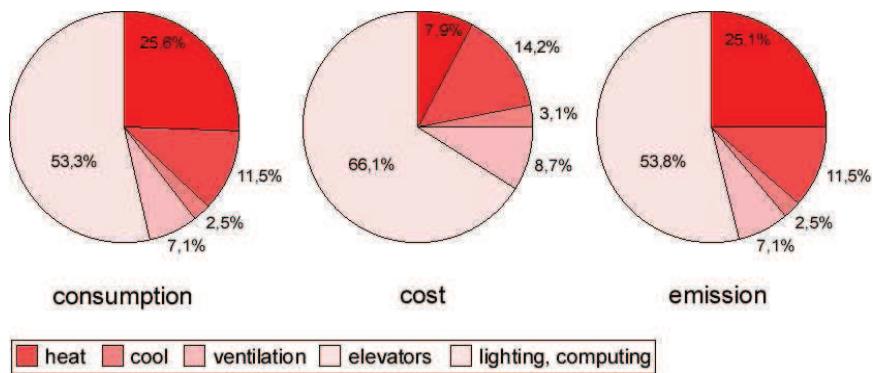
santraller yaklaşık olarak % 50 dış hava ile çalışmaktadır. Dış zon dış havası iç zonu soğutan santraller tarafından karşılanmaktadır. Dış zon hava debisinin sabitliği CAV kutuları tarafından sağlanmaktadır. Kulelerin klima tesisatı tamamıyla bağımsız olup her kulenin bağımsız kazan ve soğutma grubu daireleri bulunmaktadır. Komplekste klima santrali yer almaktadır. Kulelerin soğutma dairelerinde santrifüj soğutma grubu ve 3 geçişli kazan yer almaktadır.

Çizelge 5.20 İş Bankası Kule 2 2010 Yılına ait elektrik tüketim değerleri



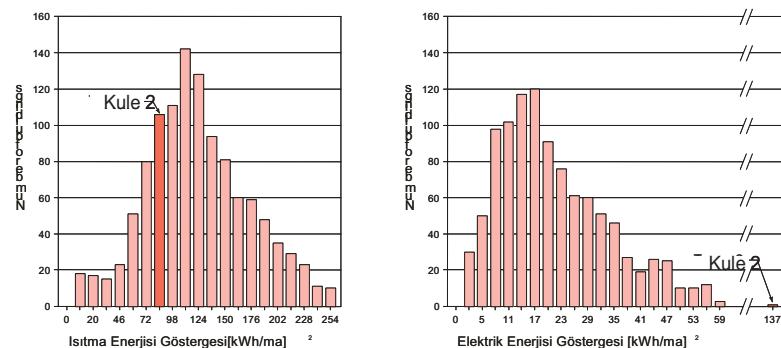
Yukarıda bulunan grafik incelendiğinde; elektrik tüketiminin en fazla olduğu mevsimsel dönem yaz dönemidir. Bu verilere dayanarak İş Bankası kuleleri ofis binasının en fazla enerji tüketimi yaz döneminde olmaktadır. Bu durum soğutma için en fazla enerji harcandığını göstermektedir. İkinci sıralamayı kış dönemindeki ısıtma için harcanan enerji almaktadır. Üçüncü sıralama sonbahar döneminde enerji tüketiminde artış gözlenmektedir. Dördüncü ve son olarak bahar döneminde elektrik enerjisi tüketiminde bir azalma gözlemlenmektedir. Bu grafiğe göre mevsimsel olarak gerçekleşen enerji harcaması incelendiğinde kendi içinde tutarlı olduğu görülmektedir. Kullanılan mekanik sistemler ile enerji tasarrufuna katkı sağladığı görülmektedir.

İş Bankası Kulelerinin ısıtma, soğutma ve aydınlatma enerji harcamalarına göre grafikler oluşturulmuştur. ısıtma için harcanan doğal gaz ile soğutma, aydınlatma ve bilgisayar gibi faaliyetler için harcanan elektrik enerjisi miktarının tüketim, maliyet ve emisyon açısından birbirine oranları aşağıdaki tabloda görülmektedir [247].



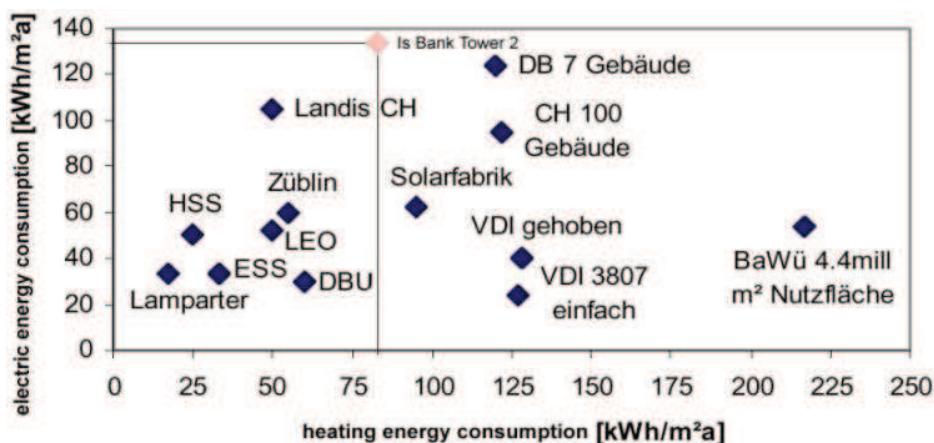
Şekil 5.7 Kule 2 için doğal gaz ve elektrik tüketim, maliyet, emisyon [247].

İş Bankası Kulelerinden Kule 2 'nin dünyadaki örneklerle ısıtma, soğutma, aydınlatma ve bilgisayar gibi faaliyetler için harcanan elektrik enerji açısından karşılaştırılmasının istatistiksel sonucu aşağıda görülmektedir [247].



Şekil 5.8 Isıtma elektrik enerjisi harcamaları açısından dünyadaki örneklerle Kule 2'nin istatistiksel karşılaştırılması [247].

Binanın ısıtma ve elektrik enerjisi harcamaları açısından dünyadaki düşük enerjili ofis binaları arasındaki yeri şekil 5.9 te görülmektedir [247].

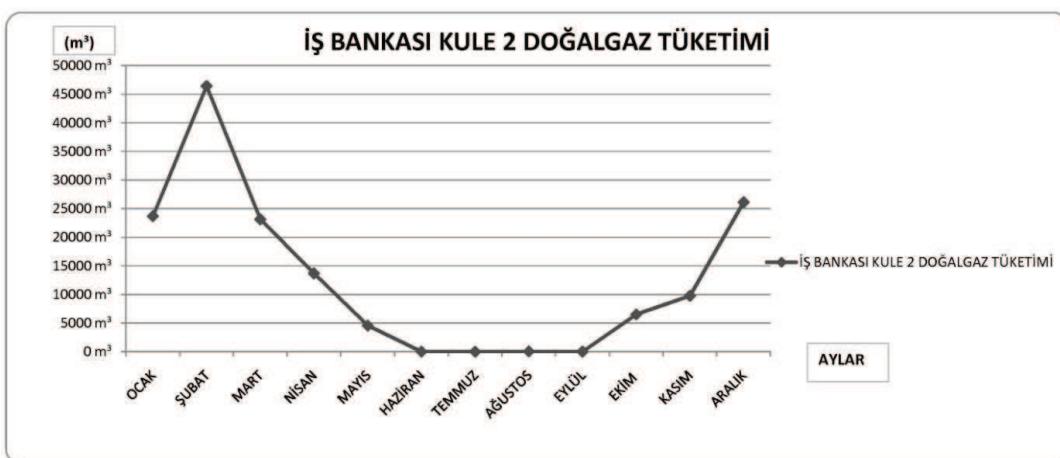


Şekil 5.9 Kule 2 'nin ısıtma ve elektrik enerjisi harcamaları açısından düşük enerjili binalar arasındaki yeri [247].

Yukarıda bulunan grafiklerin sonuçlarından görüldüğü gibi ileri ve oldukça yüksek maliyetli bina yönetim sistemleriyle enerji yönetimi yapılan İş Merkezi Kule 2'de binanın ısıtma enerjisi tasarrufu açısından performansı benzer binalara göre oldukça iyi iken elektrik enerjisi harcamaları yüzünden enerji etkin binalar arasında çok iyi bir yere sahip değildir. Yapılan analizler sonucunda elektrik harcamalarının çok büyük bir bölümü aydınlatma ve bilgisayar sistemi tarafından tarafından kullanıldığı görülmektedir. Soğutma yüklerini düşürmek amacıyla doğrudan güneş ışını almayan yönlerde dahi ışınım ve ışık geçirgenliği düşük camların kullanılmış olması ve aydınlatma sisteminin gün ışığına ve kullanımına duyarlı olarak kontrol edilmemesi bu sonucu ortaya çıkarmıştır. Dolayısıyla tasarım aşamasından itibaren, bina malzemelerinin bilinçli seçilmesi dahil akıllı bina kavramı bütün olarak ele alınmadığı için oldukça gelişmiş enerji yönetim sisteminin bulunduğu bu bina, özellikle elektrik enerjisi harcamaları açısından olabileceğiinin altında bir enerji performansı sağlamaktadır [247].

Genel olarak; toplamda yaklaşık 166 026 m<sup>3</sup> bina hacmine sahip İş Bankası Kule 2 ofis binasında 4.147.768 kWh toplamda elektrik enerjisi tüketilmektedir. Sonuç olarak m<sup>3</sup> başına 25 kWh/ m<sup>3</sup> enerji harcandığı hesaplamalar sonucunda ortaya çıkmıştır.

Çizelge 5.21 İş Bankası Kule 2 2010 Yılına ait doğalgaz tüketim değerleri



İş Bankası kule 2 ofis binası için doğalgaz tüketimini yukarıda bulunan tabloda görülmektedir. Doğalgaz harcaması kış aylarında maksimum noktaya ulaştığı görülmektedir. Bunun dışında İlkbahar mevsiminde hızla azalmıştır, yaz mevsiminde 0 noktasına ulaşılmıştır. Son olarak sonbahar döneminde ivme artmaya başlamıştır. Bu

duruma göre doğalgaz enerji tüketiminin mevsimlere göre tutarlı olduğu görülmektedir.

Toplamda yaklaşık 166 026 m<sup>3</sup> bina hacmine sahip İş Bankası Kulesi kule2 ofis binasında 153 957 m<sup>3</sup> toplamda doğalgaz enerjisi tüketilmektedir. Sonuç olarak m<sup>3</sup> başına 0,92 m<sup>3</sup> doğalgaz enerjisi harcandığı hesaplamalar sonucunda ortaya çıkmaktadır.

Dördüncü olarak enerji performansı açısından değerlendirilen yüksek ofis binası Kanyon yüksek ofis binasıdır.

Core and shell esasına göre inşaatı yapılmış olan binanın, ofis katlarındaki mekanik tesisatları, kullanım gereksinimlerine ve binanın mekanik tasarımının ana yapısına uyumlu olacak şekilde muhtelif mekanik tesisat mütahitleri tarafından 2. aşama olarak yapılmıştır.

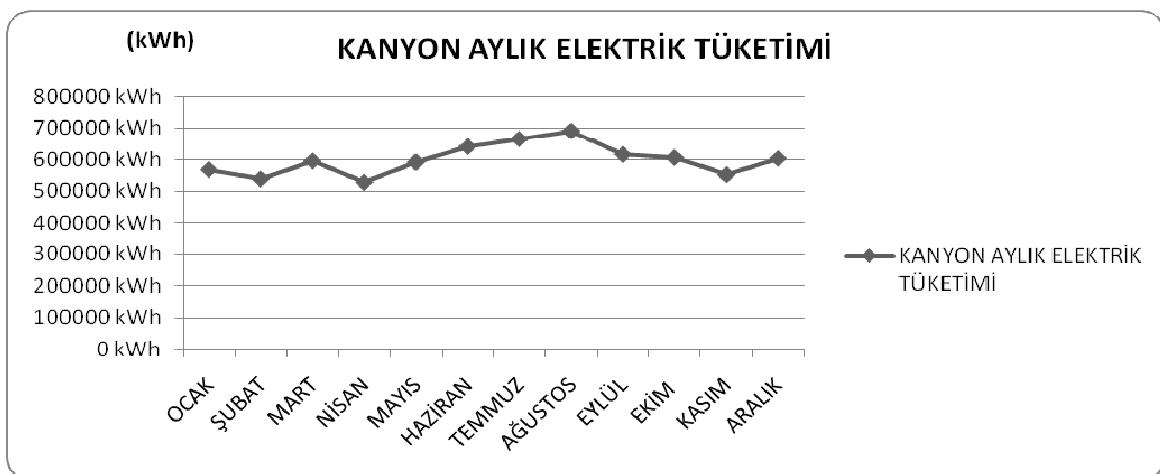
Aşağıdaki mahallerin mekanik tesisatı ise Optima Mühendislik Taahhüt Ltd. Şti. tarafından yapılmıştır.

Ofis katlarından bazı örnekler verecek olursak; Morgan Stanley Ofis Katı için teknoloji ve konfor seviyesi olarak çok üst seviyede olarak tasarlanmış olan ofis alanlarının önemli genel mahallerde HVAC taze hava ve fan coil'ler ile çözülmüş, data center soğutması için 150 kW'lık hassas kontrollü sistem ile yanın vesu risklerine karşı üst seviyede mücadele ve alarm sistemleri kurulmuştur. Ayrıca, konfor ve alarma yönelik otomasyon sistemi kurulmuştur.

Eczacıbaşı Holding fis katları için; konfor seviyesi olarak çok üst seviyede tasarlanmış olan ofis alanlarında HVAC, merkezi taze hava santralleri ve fan coil'ler ile çözülmüştür [248].

Kanyon yüksek ofis binasında yüzde yüz temiz hava dolaşımı sağlayan havalandırma sistemi mevcuttur. Enerji etkinliğini mekanik sistemler ile çözmeye yönelik çalışmalar yapıldığı görülmektedir.

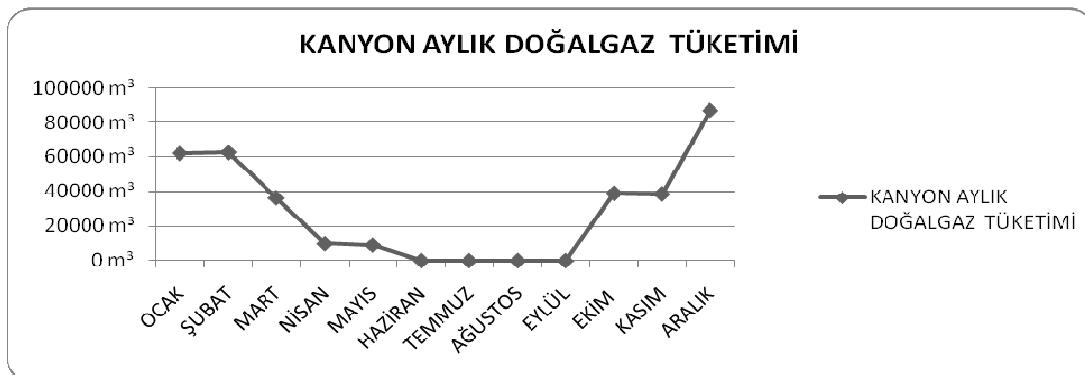
Çizelge 5.22 Kanyon 2010 Yılına ait elektrik tüketim değerleri



Kanyon yüksek ofis binası elektrik tüketimi yaz döneminde maksimumum noktaya ulaşmıştır. Daha sonra sonbahar dönemi, kış dönemi ve ilkbahar dönemi olarak sıralanmaktadır

Genel olarak; toplamda yaklaşık  $136\ 539\ m^3$  bina hacmine sahip Kanyon yüksek ofis binasında 7 195 661 kWh toplamda elektrik enerjisi tüketilmektedir. Sonuç olarak  $m^3$  başına 53 kWh/  $m^3$  enerji harcanmaktadır.

Çizelge 5.23 Kanyon 2010 Yılına ait doğalgaz tüketim değerleri



Kanyon yüksek ofis binası için doğalgaz tüketimini yukarıda bulunan tabloya göre, kış aylarında maksimum noktada bulunmaktadır. Bunun dışında İlkbahar mevsiminde hızla azalmıştır, yaz mevsiminde hemen hemen 0 noktasına ulaşılmıştır. Son olarak sonbahar döneminde ivme yeniden artmaya başlamıştır. Bu duruma göre doğalgaz enerji

tüketiminin mevsimlere göre tutarlı olduğu görülmektedir. Sistemler enerji kullanımı açısından doğru kullanıldığı söylenebilir.

Toplamda yaklaşık 136 539 m<sup>3</sup> bina hacmine sahip Kanyon yüksek ofis binasında 345 245 m<sup>3</sup> toplam doğalgaz enerjisi tüketilmektedir. Sonuç olarak m<sup>3</sup> başına 2,5 m<sup>3</sup> doğalgaz enerjisi harcandığı hesaplamalar sonucunda görülmektedir.

Beşinci ve son olarak enerji performansı açısından değerlendirilen Tekfen yüksek ofis binasıdır.

Yapının üç katı mekanik alan olarak tasarlampmıştır. Binanın tüm güvenlik, yangın iklimlendirme işlevleri, bodrum katta yer alan bina otomasyon sisteminden kontrol edilmektedir.

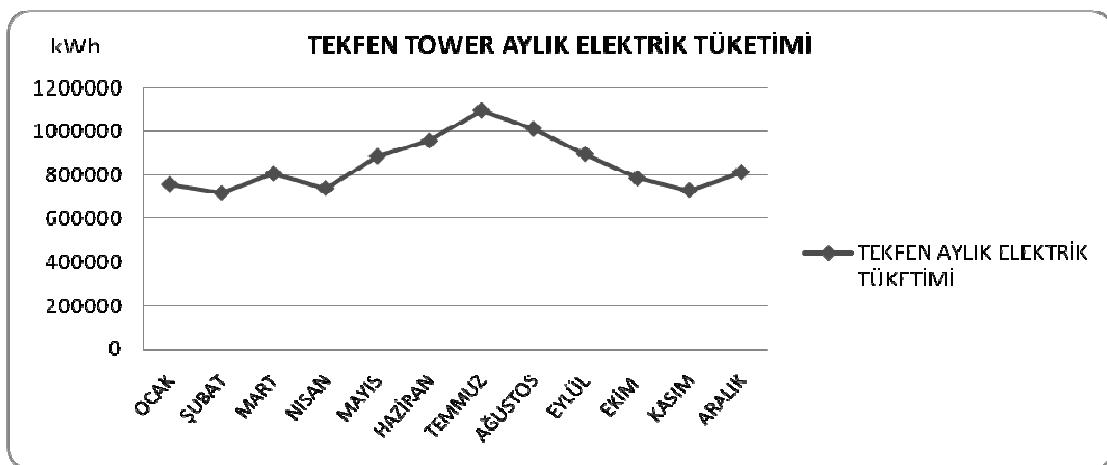
Binada uluslararası standartların en üst derecelerinde yer alan ısıtma, soğutma sistemi olan VAV (Fan Powered Reheat) kullanılmaktadır. Sistem hava kalitesini maksimuma çıkarırken, istendiğinde en küçük bölmelerde bile bağımsız kontrol olanağı sağlamaktadır. Kapalı garajlarda merkezi havalandırma sistemi kurulmuştur.

Havalandırma sistemi Amerikan BOCA kodlarına göre tasarlanmıştır. 24 saat metal detektörlü ve x-ray tarama kullanılan güvenlik hizmeti, kapalı devre kamera sistemleriyle beraber, proximity kartlı geçiş sistemi ile giriş ve çıkışlar bilgisayara kayıtlı olarak kontrol edilmektedir. Binada toplamda kullanılacak 8000 kVA'lık elektrik enerjisi (interconnekte hat üzerindeki 154/34.5 kV indirici merkeze doğrudan bağlantı) ve herhangi bir kesintide devreye girecek olan 4200 kVA'lık jeneratör gücü bulunmaktadır. Isı ve duman detektörleri, sprinkler, yangın dolapları ve basınçlandırılmış yangın merdiveniyle kullanıcıların can ve mal güvenliği en üst düzeyde sağlanmaktadır. Teknik donatıların en önemlilerinden biri olan telekomünikasyon altyapısı da özellikle üzerinde durulmuş ve titizlikle detaylandırılmıştır. Binada her kat başına 50 telefon hattı ayrılmıştır.

Telekomünikasyon açısından günümüzün en yüksek standardını oluşturan fiber optik bağlantı sistemi binada yer alacak olan diğer önemli bir özellikle [249].

Tekfen yüksek ofis binasında kullanılan mekanik sistemler ile enerji tüketimi azaltılmıştır.

Çizelge 5.24 Tekfen Tower 2010 Yılına ait elektrik tüketim değerleri



Yukarıda belirtilen çizelge incelendiğinde; elektrik tüketiminin en fazla olduğu mevsimsel dönem yaz dönemidir. Bu verilere dayanarak Tekfen ofis binasının en fazla enerji tüketimi yaz döneminde olmaktadır. Bu durum soğutma için en fazla enerji harcandığını göstermektedir. İkinci sıralamayı kiş dönemindeki ısıtma için harcanan enerji almaktadır. Üçüncü sıralama sonbahar döneminde enerji tüketiminde artış gözlenmektedir. Dördüncü ve son olarak İlkbahar döneminde elektrik enerjisi tüketiminde bir azalma gözlemlenmektedir. Bu grafiğe göre mevsimsel olarak gerçekleşen enerji harcaması incelendiğinde kendi içinde tutarlı olduğu görülmektedir. Kullanılan mekanik sistemler ile enerji tasarrufuna katkı sağlanmaya çalışıldığı görülmektedir.

Genel olarak; toplamda yaklaşık 115 000 m<sup>3</sup> bina hacmine sahip Tekfen Tower ofis binasında 10.174.486 kWh toplamda elektrik enerjisi tüketilmektedir. Sonuç olarak m<sup>3</sup> başına 88 kWh/ m<sup>3</sup> enerji harcığı hesaplamalar sonucunda ortaya çıkmaktadır.

2010 yılına ait enerji tüketimi (elektrik kWh ve m<sup>3</sup>) değerlendirildiğinde bina hacminin 1 m<sup>3</sup> 'üne düşen değerler incelendiğinde enerji tüketimi ve ekipmanlar açısından yapılan kontrol listeleriyle tutarlı olduğu görülmektedir.

Enerji etkinliğini, kullanılan sistemler ve ekipmanlar ile incelenen yüksek ofis binaları karşılaştırılırsa İş Bankası Kuleleri, Kanyon, Sabancı Center, Tekfen Tower ve Metrocity şeklinde sıralandığı aşağıda bulunan tabloda m<sup>3</sup>'e düşen elektrik ve doğlagaz tüketim değerleri görülmektedir.

Seçilen yüksek binalarda kullanılan elektrik ve doğalgaz tüketimleri aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

Çizelge 5.25 Seçilen yüksek binaların 2010 yılına ait aylık elektrik tüketim değerleri(kWh)

SEÇİLEN YÜKSEK BİNALAR ELEKTRİK TÜKETİMİ (kWh)	METROCITY	SABANCI CENTER	İŞ BANKASI KULELERİ	KANYON	TEKFEN TOWER
OCAK	2.068.966 kWh	524.000kWh	295.757kWh	568.232kWh	454.016kWh
SUBAT	1.680.973 kWh	454.000kWh	254.216kWh	538.517kWh	430.372kWh
MART	1.771.655 kWh	462.000kWh	292.690kWh	595.261kWh	477.464kWh
NİSAN	1.548.133 kWh	463.000kWh	285.537kWh	527.365kWh	443.626kWh
MAYIS	102.562 kWh	564.000kWh	321.816kWh	591.552kWh	478.016kWh
HAZİRAN	1.872.122 kWh	793.000kWh	397.877kWh	640.954kWh	469.786kWh
TEMMUZ	2.134.405 kWh	939.000kWh	391.612kWh	665.627kWh	493.065kWh
AĞUSTOS	2.017.212 kWh	760.000kWh	620.588kWh	690.905kWh	429.719kWh
EYLÜL	1.411.953 kWh	602.000kWh	345.194kWh	616.164kWh	430.878kWh
EKİM	1.920.693 kWh	446.000kWh	373.186kWh	606.135kWh	452.743kWh
KASIM	1.604.905 kWh	423.000kWh	286.545kWh	551.756kWh	397.466kWh
ARALIK	1.750.150 kWh	422.000kWh	288.750kWh	603.193kWh	435.269kWh
TOPLAM	<b>19.883.728 kWh</b>	<b>6.852.000 kWh</b>	<b>4.153.768 kWh</b>	<b>7.195.661 kWh</b>	<b>5.392.420 kWh</b>

Çizelge 5.26 Seçilen yüksek binaların 2010 yılına ait aylık elektrik tüketim değerlerinin parasal değerleri (TL/kWh)

SEÇİLEN YÜKSEK BİNALAR ELEKTRİK TÜKETİMİ (TL/kWh) 1 kWh ...0,27 TL	METROCITY	SABANCI CENTER	İŞ BANKASI KULELERİ	KANYON	TEKFEN TOWER
OCAK	558.620,70 TL	141.480,00 TL	79.854,39 TL	153.422,64 TL	122.584,32 TL
SUBAT	453.862,59 TL	122.580,00 TL	68.638,32 TL	145.399,59 TL	116.200,44 TL
MART	478.346,90 TL	124.740,00 TL	79.026,30 TL	160.720,47 TL	128.915,28 TL
NİSAN	417.995,91 TL	125.010,00 TL	77.094,99 TL	142.388,55 TL	119.779,02 TL
MAYIS	27.691,64 TL	152.280,00 TL	86.890,32 TL	159.719,04 TL	129.064,32 TL
HAZİRAN	505.473,03 TL	214.110,00 TL	107.426,79 TL	173.057,58 TL	126.842,22 TL
TEMMUZ	576.289,31 TL	253.530,00 TL	105.735,24 TL	179.719,29 TL	133.127,55 TL
AĞUSTOS	544.647,11 TL	205.200,00 TL	167.558,76 TL	186.544,35 TL	116.024,13 TL
EYLÜL	381.227,27 TL	162.540,00 TL	93.202,38 TL	166.364,28 TL	116.337,06 TL
EKİM	518.587,22 TL	120.420,00 TL	100.760,22 TL	163.656,45 TL	122.240,61 TL
KASIM	433.324,24 TL	114.210,00 TL	77.367,15 TL	148.974,12 TL	107.315,82 TL
ARALIK	472.540,50 TL	113.940,00 TL	77.962,50 TL	162.862,11 TL	117.522,63 TL
TOPLAM	<b>5.368.606,43 TL</b>	<b>1.850.040,00 TL</b>	<b>1.121.517,36 TL</b>	<b>1.942.828,47 TL</b>	<b>1.455.953,40 TL</b>

Çizelge 5.27 Seçilen yüksek binaların 2010 yılına ait aylık doğalgaz tüketim değerleri( $m^3$ )

SEÇİLEN YÜKSEK BİNALAR DOĞALGAZ TÜKETİMİ ( $m^3$ )	METROCITY	SABANCI CENTER	İŞ BANKASI KULELERİ	KANYON	TEKFEN TOWER
OCAK		65.148	23.675	62.052	
ŞUBAT		88.985	46.416	62.601	
MART		59.456	23.145	36.206	
NİSAN		30.036	13.695	9.780	
MAYIS		10.289	4.564	8.944	
HAZİRAN		2.677	18	0	
TEMMUZ		2.498	0	0	
AĞUSTOS		117	43	0	
EYLÜL		2.101	17	0	
EKİM		13.907	6.510	38.890	
KASIM		15.474	9.763	39.977	
ARALIK		48.098	26.111	86.796	
TOPLAM	0 $m^3$	338.786 $m^3$	153.957 $m^3$	345.245 $m^3$	0 $m^3$

Çizelge 5.28 Seçilen yüksek binaların 2010 yılına ait aylık doğalgaz tüketim değerlerinin parasal değerleri (TL/  $m^3$ )

SEÇİLEN YÜKSEK BİNALAR DOĞALGAZ TÜKETİMİ ( $m^3$ ) 1 $m^3$ ...0,619 TL/ $m^3$	METROCITY	SABANCI CENTER	İŞ BANKASI KULELERİ	KANYON	TEKFEN TOWER
OCAK		40.327 TL	14.655 TL	38.410 TL	
ŞUBAT		55.082 TL	28.732 TL	38.750 TL	
MART		36.803 TL	14.327 TL	22.412 TL	
NİSAN		18.592 TL	8.477 TL	6.054 TL	
MAYIS		6.369 TL	4.564 TL	5.536 TL	
HAZİRAN		1.657 TL	11 TL	0 TL	
TEMMUZ		1.546 TL	0 TL	0 TL	
AĞUSTOS		72 TL	27 TL	0 TL	
EYLÜL		1.301 TL	11 TL	0 TL	
EKİM		8.608 TL	4.030 TL	24.073 TL	
KASIM		9.578 TL	6.043 TL	24.746 TL	
ARALIK		29.773 TL	16.163 TL	53.727 TL	

**Çizelge 5.29 Seçilen yüksek binaların 2010 yılına ait toplam enerji tüketimleri ve toplam maliyet değerleri**

SEÇİLEN YÜKSEK BİNALAR DOĞALGAZ (m <sup>3</sup> ) VE ELEKTRİK(kWh) TÜKETİMİ	METROCITY	SABANCI CENTER	İŞ BANKASI KULELERİ	KANYON	TEKFEN TOWER
<b>BİNA HACİMLERİ (m<sup>3</sup>)</b>	<b>96.000m<sup>3</sup></b>	<b>121.800m<sup>3</sup></b>	<b>166.026m<sup>3</sup></b>	<b>136.539m<sup>3</sup></b>	<b>153.400m<sup>3</sup></b>
<b>TOPLAM ELEKTRİK TÜKETİMİ(kWh)</b>	<b>19.883.728 kWh</b>	<b>6.852.000 kWh</b>	<b>4.153.768 kWh</b>	<b>7.195.661 kWh</b>	<b>5.392.420 kWh</b>
<b>ELEKTRİK(JOULE)(1kWh...3600000 joule)</b>	<b>71.581.419.000.000</b>	<b>24.687.200.000.000</b>	<b>14.953.564.800.000</b>	<b>25.804.379.600.000</b>	<b>19.412.712.000.000</b>
<b>1kWh /m<sup>3</sup></b>	<b>207 kWh</b>	<b>56 kWh</b>	<b>25 kWh</b>	<b>53 kWh</b>	<b>35 kWh</b>
<b>DOĞALGAZ(m<sup>3</sup>)</b>	<b>0m<sup>3</sup></b>	<b>338.786m<sup>3</sup></b>	<b>153.957m<sup>3</sup></b>	<b>345.245m<sup>3</sup></b>	<b>0m<sup>3</sup></b>
<b>1m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup></b>	<b>0m<sup>3</sup></b>	<b>3m<sup>3</sup></b>	<b>1m<sup>3</sup></b>	<b>3m<sup>3</sup></b>	<b>0m<sup>3</sup></b>
<b>DOĞALGAZ(JOULE)(1m<sup>3</sup>...10,64 kWh)(1kWh...3600000 joule)</b>	<b>0</b>	<b>12.976.858.944.000</b>	<b>5.897.168.928.000</b>	<b>13.224.283.153.200</b>	<b>0</b>
<b>TOPLAM ENERJİ (JOULE)</b>	<b>71.581.419.000.000</b>	<b>37.844.058.944.000</b>	<b>20.850.733.728.000</b>	<b>39.128.682.753.200</b>	<b>19.412.712.000.000</b>
<b>1m<sup>3</sup>/JOULE</b>	<b>745.639.781</b>	<b>309.064.523</b>	<b>125.587.159</b>	<b>286.574.991</b>	<b>126.549.622</b>
<b>TOPLAM ELEKTRİK TÜKETİM MALİYETİ(TL/kWh)</b> (1kWh...0,27 TL/kWh)	<b>5.368.606,43 TL</b>	<b>1.850.040,00 TL</b>	<b>1.121.517,36 TL</b>	<b>1.942.828,47 TL</b>	<b>1.455.953,40 TL</b>
<b>TOPLAM DOĞALGAZ TÜKETİM MALİYETİ(TL/m<sup>3</sup>)</b> (1m <sup>3</sup> ...0,9185 TL/m <sup>3</sup> )	<b>0 TL</b>	<b>29.773 TL</b>	<b>16.163 TL</b>	<b>53.727 TL</b>	<b>0 TL</b>
<b>ELEKTRİK VE DOĞALGAZ TOPLAM TÜKETİM MALİYETİ</b>	<b>5.368.606 TL</b>	<b>1.879.813 TL</b>	<b>1.137.680 TL</b>	<b>1.996.555 TL</b>	<b>1.455.953 TL</b>
<b>1m<sup>3</sup>/TL</b>	<b>55.923 TL</b>	<b>15.434 TL</b>	<b>6.852 TL</b>	<b>14.623 TL</b>	<b>9.491 TL</b>
<b>KULLANILAN MEKANİK SİSTEMLER VE YAPAY AYDINLATMA TECHİZATINDAN SAĞLANAN ENERJİ VERİMLİLİK ORANLARI</b>	<b>-0,58</b>	<b>0,26</b>	<b>0,34</b>	<b>0,42</b>	<b>-0,43</b>
<b>1m<sup>3</sup>/TL</b>	<b>55.343 TL</b>	<b>15.694 TL</b>	<b>7.192 TL</b>	<b>15.043 TL</b>	<b>9.061 TL</b>

Seçilen yüksek binalarda harcanan enerji tüketimi m<sup>3</sup> başına düşen maliyet olarak değerlendirilmiştir. Doğalgaz ve elektrik harcamalarının katsayıları aynı olmadığı için enerji tüketimi toplamı bulunamamaktadır. Bu nedenden dolayı 2010 yılı enerji harcamaları m<sup>3</sup> başına düşen birim maliyetler ile aynı düzeye getirilmiştir.

## 5.5 Seçilen Yüksek Ofis Binalarının Enerji Etkinliği Açısından Değerlendirilmesi

Günümüzde enerji etkin, esnek kullanımı, çevreye duyarlı, kullanıcı konforuna önem veren, geleceğin teknolojisine uyum sağlayan, tasarım ölçütlerine, uygulama ve kabuk sistemleri enerji tasarrufu göz önüne alınarak kullanılmış, işletme maliyetleri ve konfor açısından olumlu ve mekanik sistemleriyle bir bütün halinde olan binalara ihtiyaç duyulmaktadır. Bunun sebebi binalarda bu ölçülere ne kadar dikkat edilirse enerji tüketimi o kadar azaldığıdır.

Teknolojik gelişmelere bağlı mekanik sistemlerin işin içine girmesiyle mimari tasarım ve mimaride kullanılan geleneksel yöntemler önem kazanmıştır. Çünkü; çevre ve insan düşünülmeden tasarlanan bir binada kullanıcı konforu ve iç hava kalitesi koşullarını sağlamak için ya doğru kullanılan akıllı cephe sistemlerinden yararlanması ya da enerji etkin mekanik sistemlere ağırlık verilmesi gerekmektedir. Bu durumda ilk yatırım maliyetlerinin arttığı görülmektedir. Fakat kullanım süresi düşünüldüğünde enerji tüketimine katkı sağlayacağı da ortadadır.

Yüksek binalarda akıllı bina cephe tasarım ilkelerine dikkat edildiği takdirde kullanılan mekanik sistemlere düşen yük azaltılabilir. Yüksek ofis binaları bu anlamda değerlendirildiğinde maliyet açısından ciddi tasarruf sağlandığı görülmektedir.

Seçilen yüksek binalar incelendiğinde tasarım aşamasında enerjinin etkin kullanımını önleyecek yöntemlerden yararlanılmaması, yüksek binalarda enerji verimliliğinin yapım teknolojisi sonucu gelişen otomasyon sistemleriyle sağlanmaya çalışılması sonucunu ortaya çıkardığı gözlenmektedir.

### **5.6 Yüksek Binalarda Kullanılan Akıllı Cephe Sistemleri-Enerji Tüketim İlişkisi**

İstanbul'da seçilen yüksek ofis binaları için hazırlanan kontrol listelerinde yer alan ölçütler tasarım, uygulama ve işletme ölçekleri göz önünde bulundurularak puanlanmış, bu puanlama binaların  $m^3$  başına düşen enerji maliyeti değerleriyle karşılaştırılmıştır. Çizelge 5.31' de bu karşılaştırma ve veri dizileri arasında ortaya çıkan bağlılık (korelasyon) değerleri verilmiştir.

Çizelge 5.30 Seçilen yüksek binaların tasarım, uygulama, işletme ölçütlerinin toplam tüketim değerleri ile karşılaştırılması

	tasarım	enerji tüketimi TL/ $m^3$	korelasyon aralığı
METROCITY	23,21	55,343	-0,39
SABANCI CENTER	23,66	15,694	
İŞ BANKASI KULELERİ	28,67	7,192	
KANYON	36,86	15,043	
TEKFEN	25,48	9,061	
	uygulama	enerji tüketimi TL/ $m^3$	korelasyon aralığı
METROCITY	18,05	55,343	0,39
SABANCI CENTER	11,84	15,694	
İŞ BANKASI KULELERİ	9,02	7,192	
KANYON	20,87	15,043	
TEKFEN	16,92	9,061	
	isletme	enerji tüketimi TL/ $m^3$	korelasyon aralığı
METROCITY	4	55,343	-0,75
SABANCI CENTER	15	15,694	
İŞ BANKASI KULELERİ	15	7,192	
KANYON	11	15,043	
TEKFEN	8	9,061	

Yukarıda bulunan çizelge 5.30'a göre tez kapsamında ele alınan tüm ölçütler maliyet bazında enerji tüketim değerleriyle karşılaştırılmıştır. Elde edilen bağlılık değerleri tasarım ölçüğindeki ölçütlerin enerji tüketim değerleri arasında, korelasyon değerleri aralığının negatif olduğu görülmektedir. Negatif olması söz konusu kavramların bir değerin artarken diğer değerin azaldığını göstermektedir. Sonuç olarak ters yönlü bir ilişki söz konusu olduğu ortaya çıkmaktadır. Çıkan sonuçlarda ters yönlü bir bağıntı olduğu görülmektedir. Güçlü bir bağıntıdan söz etmek mümkün değilidir.

Elde edilen bağlılık değerleri uygulama ölçüğindeki ölçütlerin enerji tüketim değerleri arasında, korelasyon değerleri aralığının pozitif olduğu görülmektedir. Pozitif olması söz konusu kavramların bir değerin artarken diğer değerin de arttığını göstermektedir. Sonuç olarak doğru yönlü bir ilişki olduğu ortaya çıkmaktadır. Güçlü bir bağıntıdan söz etmek mümkün değilidir. Akıllı cephe sistemleri seçilen yüksek binalarda kullanılmamıştır. Bundan dolayı bu ölçütlerin karşılanması yönünde saptanan puanlar ile enerji salınımı arasında doğrusal bir ilişki vardır denilebilir. Bu ölçütlerin kullanılması durumunda maliyetlerde artış olacağı çıkan sonuçlarda görülmektedir.

### **5.7 Seçilen Yüksek Ofis Binaların Kullanıcı Anketlerinin Değerlendirilmesi**

Seçilen yüksek ofis binaları için internet yolu ile ulaşılabilen yüksek ofis binası kullanıcılarının cephe ve kullanıcı konforu bağlantısını içeren anket çalışması yapılmıştır. Anket soruları detaylı olarak ekler bölümünde yer almaktadır. Bu anket sonucuna göre yapılan değerlendirmeler aşağıdaki tabloda bulunmaktadır.

Çizelge 5.31 Seçilen yüksek ofis binalarının kullanıcı memnuniyet anketlerinin değerlendirilmesi

GENEL DEĞERLENDİRME	METROCITY	SABANCI CENTER	İŞ BANKASI KULELERİ	KANYON	TEKFEN TOWER	DERECELER
Aydınlık						Kesinlikle Hoşnut Değilim
						Hoşnut Değilim
						Orta
						Hoşnutum
İsitsal Konfor						Kesinlikle Hoşnutum
						Hoşnut Değilim
						Orta
						Hoşnutum
İç Hava Kalitesi						Kesinlikle Hoşnut Değilim
						Hoşnut Değilim
						Orta
						Hoşnutum
İşitsel Konfor						Kesinlikle Hoşnut Değilim
						Hoşnut Değilim
						Orta
						Hoşnutum
Kesinlikle Hoşnutum						
GENEL DEĞERLENDİRME	METROCITY	SABANCI CENTER	İŞ BANKASI KULELERİ	KANYON	TEKFEN TOWER	DERECELER
Görsel Konfor Koşulları( Aydinlık vb.)						Kesinlikle Hoşnut Değilim
						Hoşnut Değilim
						Orta
						Hoşnutum
İsitsal Konfor Koşulları(Sıcaklık,havalandırma vb.)						Kesinlikle Hoşnutum
						Hoşnut Değilim
						Orta
						Hoşnutum
İşitsel Konfor Koşulları						Kesinlikle Hoşnutum
						Hoşnut Değilim
						Orta
						Hoşnutum
İç Hava Kalitesi						Kesinlikle Hoşnut Değilim
						Hoşnut Değilim
						Orta
						Hoşnutum
Çalışma Birimlerinin Yerleşimi						Kesinlikle Hoşnutum
						Hoşnut Değilim
						Orta
						Hoşnutum
Çalışma Mekanının Malzeme Seçimi						Kesinlikle Hoşnutum
						Hoşnut Değilim
						Orta
						Kesinlikle Hoşnutum
GENEL DEĞERLENDİRME	METROCITY	SABANCI CENTER	İŞ BANKASI KULELERİ	KANYON	TEKFEN TOWER	DERECELER
Bireysel Çevre Kontrol Elemanları (ısı,aydınlatık,İç hava kalitesi vb.)						Kesinlikle tercih Etmem
						Tercih Etmem
						Orta
						Tercih Ederim
Kontrol edilebilir gölgeleme elemanları						Kesinlikle Tercih Ederim
						Kesinlikle tercih Etmem
						Orta
						Tercih Ederim
Pencerelerin Açılabilmesi						Kesinlikle Tercih Ederim
						Kesinlikle tercih Etmem
						Orta
						Tercih Ederim
İç hava kalitesi sensörleri						Kesinlikle Tercih Ederim
						Kesinlikle tercih Etmem
						Orta
						Tercih Ederim
Camların şeffaf olması						Kesinlikle Tercih Ederim
						Kesinlikle tercih Etmem
						Orta
						Tercih Ederim
Çalışma Alanının doğal havalandırmaya yakın olması						Kesinlikle Tercih Ederim
						Kesinlikle tercih Etmem
						Orta
						Tercih Ederim
Kesinlikle Tercih Ederim						

Değerlendirilen bu kullanıcı memnuniyeti anketinin ilk bölümünde aydınlik, ısisal konfor, iç hava kalitesi, işitsel konfor açısından inceleme yapıldığında aşağıda bulunan 5.35 çizelgesinde puanlamalar görülmektedir. Bu puanlamalar sadece aydınlik, ısisal konfor, iç hava kalitesi, işitsel konfor faktörlerini kapsayan bölüm için oluşturulmuştur. Yüksek binaların kullanıcılarının memnuniyet durumu puanlama olarak belirlenmiştir. Puanlama dereceleri diğer değerlendirmelerde de olduğu gibi soru sayısı etkili olmuştur. (kesinlikle hoşnutum) ifadesi 5 puan, (kesinlikle hoşnut değilim) ifadesi 1 puan olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 5.32 Seçilen yüksek ofis binalarının konfor koşullarının puanlandırılması

SEÇİLEN YÜKSEK BİNALAR	METROCITY	SABANCI CENTER	İŞ BANKASI KULELERİ	KANYON	TEKFEN TOWER
AYDINLIK	2	3	4	5	4
ISISAL KONFOR	2	3	3	3	3
İÇ HAVA KALİTESİ	2	3	4	4	2
İŞİTSEL KONFOR	2	4	4	4	3
TOPLAM PUANLAR	8	13	15	16	12

Bu puanlamalara göre, birinci bölümde akıllı cephe kullanım performansının kullanımının performansını kullanıcı memnuniyeti kapsamında incelendiğinde enerji etkiliği için yapılan puanlama ile orantılı bir sonuç ortaya çıkmaktadır. Yukarıda bulunan temel kavramlara göre memnuniyet durumları gösterilmektedir. Tasarım, uygulama, işletme ölçütleri için yapılan puanlama ortaya çıkan sıralama ile iç ortam kalitesinin araştırılması sonucu yapılan puanlamanın aynı olduğu ortaya çıkmıştır. Bu duruma bağlı olarak kullanıcı memnuniyeti ve iç ortam koşullarının sağlanmasıın binada kullanılan tasarım, uygulama ve işletme ölçütleri ile bağlılı olduğu görülmektedir.

İkinci bölümde yüksek ofis binalarında kullanıcı memnuniyeti kapsamında, bulunan ortamın fizyolojik ve psikolojik problemlerin ortaya çıkmasına sebep olmayan, verimli çalışma ortamı oluşturulmasında görsel konfor koşullarının, ısisal konfor koşullarının, işitsel konfor koşullarının, iç hava kalitesinin, çalışma birimlerinin yerleşiminin, çalışma mekanlarının malzeme seçiminin etkili olduğu görülmektedir.

Üçüncü bölümde iç ortam konforu ve kullanıcı memnuniyetinin akıllı cephe sistemleri ile olan ilişkisi yer almaktadır. Bu ölçütler; bireysel çevre kontrol elemanları, kontrol

edilebilir gölgeleme elemanları, pencerelerin açılabilmesi, iç hava kalitesi sensörlerinin yer olması, camların şeffaf olması, çalışma alanının doğal havalandırmaya yakın olmasıdır. Bu yüksek ofis binalarında iç ortam kalitesi sağlanması ve kullanıcı konfor sağlanması için bu faktörlerin etkili olduğu cevapları verilmiştir. Bu duruma göre bir iç ortam kalitesi ve konfor koşulları sağlanmasında akıllı cephe sisteminin önemli bir yere sahip olduğu görülmektedir.

İç ortam kalitesi, kullanıcı konforu yanında bir de bu yüksek ofis binaları kullanıcıları psikolojik açıdan değerlendirilmiştir. Değerlendirmeler sonucunda;

Metrocity ;

- Görsel konfor koşullarından bilgisayar ekranının yansımıası sorun teşkil etmektedir.
- İsisal konfor koşullarından güneş ışınlarının kontrolünü sağlayacak kontrol elemanlarının olmaması sorun teşkil etmektedir.
- Havalandırma açısından menfezlerin ayarlanamıyor olması sorun teşkil etmektedir.
- Açılabilebilir pencereler olmadığı için doğal havalandırmanın sağlanması mümkün değildir.
- Yukarıda belirtilen sorunlara bağlı olarak Metrocity yüksek ofis binası kullanıcılarında görülen rahatsızlıklar; stres, baş ağrısı, gözlerde kaşıntı-yanma, gözlerde kamaşma, gözlerde yorulma-ağrı, burunda kaşıntıdır.

Sabancı Center;

- Görsel konfor koşullarından bilgisayar ekranının yansımıası sorun teşkil etmektedir.
- Açılabilebilir pencereler olmadığı için doğal havalandırmanın sağlanması mümkün değildir.
- Yukarıda belirtilen sorunlara bağlı olarak Sabancı Center yüksek ofis binası kullanıcılarında görülen rahatsızlıklar; stres, uyumsuzluk, depresyon, konsantrasyon bozukluğu, baş ağrısı, gözlerde yanma-kaşıntı, gözlerde yorulma-ağrı, halsizlik, solunum yolu rahatsızlığı sık gribal enfeksiyona yakalanma, alerjik şikayetlerdir.

İş Bankası Kuleleri;

- İsisal konfor en fazla öglenden sonraları sorun teşkil etmektedir.
- İçeride dolaşan havanın kuru olduğu düşünülmektedir.
- Açılabilir pencereler olmadığı için doğal havalandırmanın sağlanması mümkün değildir.

Yukarıda belirtilen sorunlara bağlı olarak İş Bankası Kuleleri yüksek ofis binası kullanıcılarında görülen rahatsızlıklar; baş ağrısı, gözlerde yorulma, burunda kaşıntı, solunum rahatsızlığı, sık gribal enfeksiyona yakalanma, alerjik şikayetlerdir.

Kanyon

- Görsel konfor koşullarından bilgisayar ekranının yansımıası sorun teşkil etmektedir.
- Açılabilir pencereler olmadığı için doğal havalandırmanın sağlanması mümkün değildir.
- İsisal konfor en çok mesai saatleri sonrasında problem olmaktadır.
- İçeride dolaşan havanın kuru olduğu düşünülmektedir.
- Vasisdas pencerelerde açılımı sağlayacak herhangi bir kumanda düşünülmemiği için havalandırmadan yararlanılamamaktadır.

Yukarıda belirtilen sorunlara bağlı olarak Kanyon yüksek ofis binası kullanıcılarında görülen rahatsızlıklar; konsantrasyon bozukluğu, baş ağrısı, gözlerde kaşıntı–yanma, gözlerde yorulma, halsizlik, uykusuzluk, sık gribal enfeksiyona yakalanmadır.

Tekfen Tower ,

- Görsel konfor koşullarından bilgisayar ekranının yansımıası sorun teşkil etmektedir.
- Menfezlerin manuel olarak ayarlanamaması ısisal konfor koşullarını olumsuz etkilemektedir.
- Binanın içinde dolaşan hava kurudur.
- Açılabilir pencereler olmadığı için doğal havalandırmanın sağlanması mümkün değildir.

Yukarıda belirtilen sorunlara bağlı olarak Tekfen yüksek ofis binası kullanıcılarında görülen rahatsızlıklar; konsantrasyon bozukluğu, gözlerde yorulma-ağrı, halsizlik, uykusuzluktur.

## BÖLÜM 6

---

### SONUÇ

Bilim ve teknolojinin gelişmesi toplumsal yapıyı değiştirmiştir, kentlerdeki nüfus yoğunluklarını ve arsa değerlerini arttırmıştır. Yüksek binalar bu nedenler dikkate alındığında çözüm unsuru olarak kullanılan ölçütlerden biri olarak değerlendirilebilmektedir. Yüksek binaların ısıtılması, soğutulması sırasında ortama yaydıkları  $CO_2$  salınımı, dış cephelerinde kullanılan çeşitli yansıtıcı malzemeler sonucu dış ortamda bulunan ısı miktarının artması... gibi olaylar karşısında önlem alınması gerekmektedir.

Sürdürülebilir mimarlık, içinde bulunduğu koşullarda ve varlığının her döneminde, gelecek nesilleri dikkate alarak yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına öncelik veren, çevreye duyarlı, enerjiyi etkin şekilde kullanan, insanların sağlık ve konforunu önemseyen binaların yapılması gerektiğini savunmaktadır.

Sürdürülebilir mimarlığın önemle üzerinde durduğu hususların başında yenilenebilir enerji ve enerjinin etkin kullanımı gelmektedir. Bu durumda yüksek binaların enerjinin etkin kullanımı konusunda yeniden değerlendirilmesi önem kazanmaktadır. Enerji krizi ile birlikte bu konu üzerinde yeniden düşünülmesi ve önlem alınması, tasarım aşamasından başlayarak, uygulama ve işletim süreçlerine uygun geliştirilmesi gerekmektedir.

Literatür taramalarına bağlı olarak enerji etkinliği %50 oranında tasarım ölçütlerine bağlıdır. Mimari tasarım ölçütleri binanın çevresi ile olan ilişkisi ile doğrudan etkilidir. Yer seçimi, enlem, eğim, topografik durum, bina aralıkları, yön seçimi, bina formu,

mekan organizasyonu ve malzeme seçimi bu ölçütlerdendir. Doğru tasarım enerji etkinliğinin yanı sıra maliyeti de olumlu bir şekilde etkilemektedir. Çünkü; doğru tasarımın, ilave mekanik sistemleri, ekipmanları, akıllı cephe sistemlerini azaltıcı etkisi vardır.

Enerji etkinliğini sağlayan önemli bölümlerden biri de gelişen yapım teknolojisi sonucu ortaya çıkan cephe sistemleridir. Cephe sistemlerinin gelişim süreci ve yüksek binaların önemli sorunlarından olan enerji kullanımının azaltılmasını sağlayan akıllı cephe sistemleri geliştirilmiştir. Bu akıllı cephe sistemleri doğru kullanıldığında enerji tüketiminde %30 oranında azalma sağlanabilmektedir. Bu sistemler; tek kabuklu akıllı cephe sistemleri, çift kabuklu akıllı cephe sistemleri, iklim holleri, fotovoltaik paneller, güneş pencereleri, güneş duvarları, kış bahçesi ve çatı aydınlatması olarak sayılabilmektedir. Söz konusu sistemlerin iç ortam kalitesinin iyileştirilmesi ve konfor koşullarının sağlanması açısından önemli etkisi bulunmaktadır. Akıllı cephe sistemlerinin yatırım maliyetleri konvansiyonel sistemlere göre daha fazladır. Akıllı cephe sistemlerinin ilk yatırım maliyetleri yüksek olsa da sağlayacağı kullanım maliyetlerindeki azalma göz önünde bulundurulmalıdır. Bu sistemlerden fotovoltaik paneller, solar paneller gibi maliyet açısından fazla olan sistemlerin fizibilite çalışması yapılp, geri dönüşüm süresi hesaplanmalıdır. Hesaplamalar sonucunda söz konusu sistemlerin kullanılıp kullanılamayacağına karar verilmelidir.

Yüksek ofis binalarını etkin enerji kullanımı açısından etkileyen diğer ölçüt de işletme ölçütüdür. Cephede hangi alüminyum giydirme cephe sisteminin kullanıldığı önemlidir. Çünkü; cephe geçirimsizliği ve hava şartları dayanım açısından panel sistem çubuk ve doğrama sistemine göre daha iyi sonuç vermektedir. Yalıtım konusuna detay çözümünde önem verilmesi, enerjiden tasarruf sağlamaktadır. Cephe sistemlerinde kullanılan malzemelerin bakım istemeyen, kolay temizlenen, uzun ömürlü bir malzeme olması da önemli ölçütler arasındadır. Ayrıca cephede kullanılan düşey ve yatay kayıtların sayılarının bakım ve temizliği etkileyen unsur olmasından dolayı göz ardı edilmemelidir. Kayıt sayısının fazla olması bakım ve temizliği güçleştirir. Bakım ve temizlik sistemleri için kullanım süresi artar, çok fazla olmasa da kullanılan enerji tüketiminde artma meydana gelmektedir. Cephe temizlik ve bakımının gerçekleştiği teras üniteleri kurulan sepetler ile sağlanmaktadır. Cephe temizliği için kullanılan

sistemler Sungurlar Asma İskele San. Tic ve A.Ş firması ile yapılan telefon görüşmesinde enerji tüketimi göz ardı edilecek kadar az olduğu söylemiştir. O nedenle bu sistemlerin enerji tüketimi açısından etkisi göz ardı edilebilmektedir.

Yukarıda belirtilen üç ölçüt kapsamında Sabancı Center, İş Bankası Kuları, Kanyon ve Tekfen Yüksek ofis binaları incelenmiştir. İnceleme kapsamında seçilen yüksek binalarda tasarım ölçütlerinin kullanıldığı fakat uygulama alanında yer alan akıllı cephe sistemlerinin yeteri kadar kullanılmadığı görülmüştür. İşletme ölçütlerine oran olarak bakıldığına tasarım ve uygulama alanına göre az bir paya sahip olmasına rağmen enerji etkinliği bakımından olumlu etkisinin olduğu gerçekleştirilen kontrol listelerinde de görülmektedir.

Yüksek bir binanın enerji etkinliği araştırması yapılrken tasarım, uygulama, işletim kavramlarının yanında enerji etkinliğinin bütün olarak sağlanması için kullanılan sistemler ve ekipmanların da incelenmesi gerekmektedir. Kullanılan sistem ve ekipmanlar standart sistemlere göre maliyet açısından artışa sebep olmasına rağmen, enerji etkinliği sağlanması açısından bina için önemlidir. Genel olarak sistemlerin enerji etkinliği düşünüldüğünde; ısıtma, soğutma, iklimlendirme, aydınlatma, güvenlik ve enformasyon sistemlerinin maksimum verim sağlayacak şekilde merkezi bir sistemden yönetildiği sistemler binanın bütünlüğünün sağlanması açısından düşünüldüğünde önemli bir yere sahiptir.

Tasarım, uygulama, işletme aşamaları seçilen yüksek ofis binalarının enerji etkinliğinin bütün olarak değerlendirilmesi için kullanılan sistem ve ekipmanların incelendiği anketler bölüm 5.2 çizelge 5.15' te düzenlenmiştir. Anketlerin düzenlendiği beş yüksek bina değerlendirildiğinde enerjinin etkin kullanılmasını sağlayan mekanik sistemlerin kullanıldığı görülmektedir. Enerji tasarrufu sağlamak için aydınlatma elemanlarına da dikkat edilmiştir. Enerji etkin aydınlatma elemanlarının kullanılması cephe-enerji ilişkisini sağlamakta büyük paya sahiptir.

Sonuç olarak; yukarıda yüksek bir bina için araştırılan tasarım aşamasında, bina içindeki fonksiyonların dağılımı, arazinin çok değerli olması, satış pazarlama kaygııyla bir binanın tüm cephelerinin kullanılmasının istenmesi gibi nedenlerden dolayı tasarım ölçütleri tam olarak kullanılamamıştır. Tasarım ölçütlerinin doğru kullanılmaması

nedeniyle binaların enerji etkinliği bütün olarak sağlanamamıştır. Örnek olarak; doğru yönlenme sağlanamamasından dolayı gün ışığının verimli kullanılamaması sonucunda kışın ısıtma giderlerinin, yazın soğutma giderlerinin artması verilebilir.

Arsa değerinin pahalı olması bu duruma bağlı olarak yönlenme gibi ölçütlerin dikkate alınmaması; imar kanunlarındaki kısıtlamalar; yasaların ve kontrol mekanizmalarının yetersizliği, arsanın tümüne yerleşmek için ışık ve hava alamayan alanların oluşturulması; bndlara ek olarak çeşitli ekolojik uygulamaların (gölgeleme elemanları, sensörler v.b.) ekonomik sebeplerle kullanılmaması; enerji etkin uygulamalara yönelik bir sanayinin Türkiye'de gelişmemesi; ve uygulayacak kişilerin konu hakkında yeteri kadar bilgi ve tecrübe sahip olmamaları gibi etmenler enerji etkin mimari uygulamaların gerçekleşmesini engellediği görülmektedir.

Tasarım konusunda sağlanamayan ölçütlerin olumsuz etkisinin akıllı cephe sistemleriyle minumuma indirmek mümkündür. Fakat tasarım yapılan zamanın koşulları ve proje bütçesi dikkate alındığında akıllı cephe sistemlerinin kullanılamadığı görülmektedir.

Seçilen yüksek binalarda görüldüğü gibi kullanıcı konforu ve iç ortam kalitesi sağlanması için tasarım, uygulama ve işletme alanında meydana gelen eksiklikler için enerjiyi etkin kullanan mekanik sistemler ve ekipmanlar kullanılarak enerji kullanımı dengelenmeye çalışılmıştır.

Seçilen yüksek binalarda yapılan kontrol listeleri ve anketlere bağlı olarak enerji etkinliğini bina yönetimlerinden alınan doğalgaz ve elektrik tüketim verileri ile oluşturulan grafikler karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma sonucunda oluşan grafiklerin, kontrol listelerinde ve enerji etkinliği için yapılan kontrol listeleri ile tutarlı olduğu görülmektedir.

Kullanıcı konforu ve iç ortam kalitesine yönelik yüksek bina ve akıllı cephe sistemleri kapsamında yüksek ofis binaları kullanıcılarıyla yapılan anket çalışmalarında aydınlatma, ısısal konfor, iç hava kalitesi ve işitsel konfor açısından hoşnut olmadıklarını belirtmektedirler. Bina kullanıcılarının sorularına bağlı olarak konfor şartları ve çalışma ortamında verimli çalışmalarının sağlanması için güneş ışığı düzeyi, sıcaklık değerleri, havalandırma koşulları, işitsel konfor koşulları, iç hava kalitesi, çalışma birimlerinin yerleşimi, çalışma mekanları, malzeme seçimi gibi ölçütlerin etkili olduğu sonucuna

varılmıştır. Koşulların iyileştirilmesi için bina kullanıcılarının önerileri; ısı, aydınlichkeit, iç hava kalitesi gibi koşullar için bireysel çevre kontrol elemanlarının olması, kontrol edilebilir ya da günüşiği sensörleri ile çalışan gölgeleme elemanlarının kullanılması, pencerelerin açılabilmesi, iç hava kalitesi sensörleriyle doğal havalandırma sağlanması, menfez sistemleri ile doğal havalandırma sağlanması, cam seçimlerinin doğru yapılması, çalışma ortamının doğal havalandırmaya yakın olması şeklinde özetlenebilmektedir.

Seçilen binalardan Metrocity, Sabancı Center, İş Bankası Kuleleri, Kanyon, Tekfen yüksek ofis binaları İstanbul'da yüksek binaların yoğun olarak bulunduğu Büyükdere Caddesi üzerinde bulunmaktadır. Seçilen binaların birbirine yakın seçilmesinde tasarım ölçütlerinin aynı enlem, boylam gibi iklim verilerini aynı alarak diğer ölçütlerin karşılaşırılmasının doğru olduğunu düşünülmüşidir. Aynı bölgede yapılmasını ve yapıldığı dönemlerin biribirine yakın olmaları, yapılmış teknolojilerinin benzerlikleri kontrol listeleri ve anketlerdeki değerlerin biribine yakın çıkması olası bir durumdur.

Araştırmalarda ortaya çıkan konulardan biri, enerji etkinliği ile ilgili tasarım ölçütlerinin ve akıllı cephe sistemlerini içeren uygulamaların tam olarak değerlendirilememesidir. Yenilenebilir enerji ile ilgili çalışmaların yapılması düşünülse de fizibilite çalışmaları sonucunda bütçeyi aştiği ve geri dönüşüm süresinin uzun olması açısından tercih edilmediği görülmektedir.

Yüksek binaların işletme aşamasında maliyet açısından olumlu sonuç verebilmesi için çalışmalara devam edilmiştir. Örneğin, enerji verimli sistemlerin kullanılması, enerji verimli aydınlatma elemanları ile mevcut aydınlatma elemanlarının değiştirilmesi gibi.

Genel olarak enerji verimli ekipmanların kullanılması, mimari tasarım ve uygulama kapsamında incelenen akıllı cephe sistemi kullanımından fazla olduğu görülmektedir. Söz konusu duruma göre; mimari önlemlerin ve uygulama önlemlerini yetersiz olduğu görülmektedir.

Büyükdere aksında bulunmasından, arsa fiyatlarının yüksek olması ya da imar koşulu gibi kısıtlamaların rüzgara ve güneşe yönlendirilmemelerine neden olduğu belirtilmiştir.

Akıllı cephe sistemlerinin kullanımı ile enerji tüketiminden sağlanacak kazanç, kullanıcı konforunun artmasını ve bağlantılı olarak verimin yükselmesini sağlayacaktır.

Akıllı cephe sistemlerinin ilk yatırım maliyetlerinin yüksek olması, geri dönüşümü olması ve çevreye az zarar vermesini göz önüne alarak yatırım göz ardı edilmelidir. Söz konusu sistemlerin enerji etkinliği sağlama, çevreye duyarlı olması, kullanıcı memnuniyetinin sağlanmasıının yanı sıra ekonomik açıdan da kazanç sağlamaktadır.

Sonuç olarak; Tasarım, uyguma, işletme, mekanik sistem ve yapay aydınlatma ekipmanlarının enerji etkinliği açısından bütün olarak değerlendirilmelidir. Yüksek ofis binalarının kullanıcıları ile yapılan çalışmalar dikkate alındığında akıllı cephe sistemleri kullanılarak enerji etkinliği, kullanıcı konforu ve iç ortam kalitesi sağlanabileceği görülmektedir.

### **6.1 Seçilen Yüksek Binaların Akıllı Cephe Sistemleri Açısından Değerlendirilmesi**

Binada kabuk görevi yapan cephe sistemleri iklimi, enerji tüketimini ve dış çevre ile olan ilişkileri kontrol etmektedir.

Cephenin olumlu etkilerinin bulunması sebebiyle kapsamlı bir değerlendirmeye sonucunda seçilmelidir. Cephe seçiminde en önemli öğelerden biri binanın nerede inşa edildiğidir. Çünkü her bölgenin cephe tasarımları farklılık göstermektedir.

Seçilen yüksek binalarda da görüldüğü gibi birbirine yakın enlem-boylam derecelerinde bulunan farklı bölgelerde yönlenmeye bağlı olarak cephe tasarımlarının farklılık gösterdiği görülmektedir.

Cephe tasarım maliyeti tüm binanın maliyetinin ortalaması üçte birini kapsamaktadır. Bu nedenle cephe sistemlerinin seçimi maliyet açısından önem taşımaktadır.

Analizler sonucu seçilen cephe sistemlerinin kullanım aşamasında enerji giderlerini azaltacak olması bile işverenin fikrini değiştirmedidine rastlanmaktadır.

Genellikle işveren için ilk yatırım maliyeti ön plandadır. Seçilen yüksek binalarda da söz konusu durum açıkça gözlenmiştir. Örneğin, İş Bankası Kuleleri işverenin kendisi tarafından kullanıldığı için cam seçiminden cephe sistemleri seçimine bütçelerini diğer binalara oranla daha geniş kullanmış olmaları gözlenmektedir.

Enerji tüketimi ve carbon salınımı günümüzde önem kazanmaktadır. Cephe sistemleri söz konusu konulara olumlu etkisi olan ögelerin başında gelmektedir. Enerji tüketimi ve carbon salınımına çözüm üretmek amacıyla gelişen yapım teknolojisi ile akıllı cephe sistemleri ortaya çıkmıştır. Akıllı cephe sistemleriyle değişen iklim koşullarına karşı minimum enerji kullanmak, mekanların doğal havalandırma yapmasını sağlamak, kullanıcı tarafından güneş ışınlarını kontrol altına almak, mekanik sistem ve ekipmanları azaltmak, cam seçimiyle beraber enerji tasarrufu ve kullanıcı konforu sağlamakta görev alan kontrol elemanlarıdır. Enerji tüketiminin ortalama %70' nin binalarda harcandığı düşünüldüğünde akıllı cephe sistemlerinde yapılan küçük bir müdahalenin enerji konusunda büyük oranda katkı sağlayacağı açıkça görülmektedir.

Seçilen yüksek ofis binaları akıllı cephe sistemleri kapsamında yapılan kontrol listelerinden de anlaşılacağı gibi gerek yapıldığı dönem yapım teknolojisi, gerek ilk yatırım maliyetlerinin yüksek olması, gerek fizibilite çalışmaları sonucunda kullanılan sistemlerin maliyet açısından geri kazanım süresinin uzun olması gibi nedenler sonucunda kullanılan sistemlerin standart cephe sistemlerine göre farklı olduğu görülmektedir. Seçilen yüksek binalar cephe sistemleri kullanımı kapsamında özetleyeceğimiz olursak;

Metrocity yüksek ofis binası kabuk tasarımında; kuzey yönünde kullanılan cephelerde şeffaf yüzeyin az tutulması, ebat olarak daha küçük doğramaların kullanılması; binanın ısıtılması için gerekli olan enerjiden tasarruf sağlamaktadır.

Güney ve doğu cephesinde gün ışığından yararlanması amacıyla geniş yüzeyle cephe sistemlerinin kullanılması aydınlatma için tüketilen enerjiyi azaltıcı yönde etki yapmıştır. Diğer olumlu unsur da kış aylarında bina ısıtması için kullanılan enerji tüketiminde de azalma sağlanmaktadır.

Batı cephesinin bina kabuğunda ebat olarak küçük olan doğrama sistemleri kullanılmıştır. Batı cephesinin gün boyu çalışma ortamında bulunan bina kullanıcıları için oluşturacağı olumsuz etkileri kısmen cephe boyutlarıyla azaltılmıştır. Söz konusu yönde yaz döneminde soğutma için kullanılan enerji tüketiminde katkısı sağlanmaktadır.

Kullanılan Low-E kaplamalı ıslıcam özelliğindeki camlar ile kış döneminde sıcaklık içerde tutulmaktadır. Böylece; ısı kayıpları önlenmektedir, ısı bina içine eşit dağılmaktadır, doğrama ve cephe önlerinde soğuk bölgeler oluşmasını engellemektedir. Sayılan bu özellikler ile binanın kış döneminde ısıtma için harcanan enerjide katkı sağlamaktadır.

Dış Cephe kaplamalarında kullanılan açık renk ve yansıtıcı camlar ısı adası etkisini azaltıcı etki sağlamaktadır. Bu unsurlar ile yaz döneminde bina soğutması için kullanılan enerjiden tasarruf sağlanmış olmaktadır.

Cephe tasarımda açılabilir kanatlara yer verilmiştir fakat yüksek binaların güvenliğinden kaynaklanan nedenlerden dolayı kullanılmamaktadır. Söz konusu konu havalandırma için enerji tüketimine neden olmaktadır.

Metrocity yüksek binasında iç bölmelerde kullanıcı isteğine göre güneş kontrolü sağlayan jalüziler bulunmaktadır. Jalüziler ile gün ışığı kontrolü sağlanabilmekte olup aydınlatma ve soğutma için kullanılan enerjiden tasarruf sağlayıcı etkisi bulunmaktadır.

Metrocity yüksek binası için kullanılan cephe sistemleri ve enerji tüketimi ilişkisine deðinilmektedir. 5.2 bölümünde 2010 yılına ait enerji tüketim değerlerinde de görüldüğü gibi bina soğutmasında ve ısıtmasında en fazla enerji harcanmaktadır. Akıllı cephe sistemleri etkili kullanılması ile enerji tüketim oranında azalmasına çözüm olarak düşünülebilir.

Yatırım maliyeti ve geri kazanım süresinin göz ardı edilmesi enerji tasarrufu akıllı cephe sistemleri kullanımıyla gerçekleştirilebilirdi. Aşağıda uygulanabilecek akıllı cephe elemanları ile enerji konusunda tasarruf sağlanması mümkündür.

- Binada çift cephe sistemi kullanılması ile ısı kontrolü açısından yarar sağlama, ısı kaçışlarının önlenmektedir, bina ısıtması için kullanılan enerji tüketimde azalma sağlama,
- Bina cephelerinde manuel ya da güneş sensörleri ile çalışan güneş kontrol elemanlarının olması, aydınlatma ve binanın enerji tüketiminde azalma sağlama,
- Cephelerde doğal havalandırmaya olanak sağlamak amacıyla açılabilir kanatlarda gerekli aksesuarlar kullanılarak hem havalandırma hem güvenlik sağlanmış olmaktadır. Doğal havalandırma sağlamak için diğer bir alternatif de menfezlerin ya da cam

lamellerin kullanılmasıdır. Cepheye entegre edilen bu elemanlar ile havalandırma için harcanan enerji tüketiminde azalma sağlanması,

- Cephelerde veya güneş kırıcılarda fotovoltaik paneller ile binanın harcayacağı enerjiye katkı sağlanması,

- Gelişen cam teknolojisine bağlı olarak kendi kendini temizleyen camlar kullanılarak cephe temizliği için kullanılan zaman ve enerji tüketiminden kazanç sağlanması,

Yukarıda yer alan tavsiyeler gerçekleştirilmesi 5.2 bölümünde gerçekleştirilen yıllık enerji tüketim grafiğinde azalma gözleneceği açıklıktır.

Sabancı Center ve İş Bankası Kuleleri kabuk tasarımda enerji tüketimini azaltmak amacıyla yönlerde uygun cephe sistemleri tasarılmamıştır.

Low-E kaplamalı ısıcam özelliğindeki camlar ile kış döneminde sıcaklık içerde tutulmaktadır. Böylece; ısı kayıpları önlenmekte, ısı bina içine eşit dağılmakta, doğrama ve cephe önlerinde soğuk bölgeler oluşmasını engellemektedir. Sayılan bu özellikler ile binanın kış döneminde bina ısıtması için harcanan enerjide katkı sağlamaktadır.

Dış Cephe kaplamalarında kullanılan açık renk ve yansıtıcı camlar ısı adası etkisini azaltıcı etki sağlamaktadır. Bu unsurlar ile yaz döneminde bina soğutması için kullanılan enerjiden tasarruf sağlanmış olmaktadır.

Cephe tasarımda açılabilir kanatlara yer verilmemiştir. Söz konusu konu havalandırma için enerji tüketimine neden olmaktadır.

Sabancı Center ve İş Bankası Kulelerinde iç böölülerde kullanıcı istegine göre güneş kontrolü sağlayan jaluziler bulunmaktadır. Jaluziler ile gün ışığı kontrolü sağlanabilmektedir. Ayrıca aydınlatma ve soğutma için kullanılan enerjiden tasarruf sağlayıcı etkisi bulunmaktadır.

Sabancı Center ve İş Bankası Kuleleri için kullanılan cephe sistemleri ve enerji tüketimi ilişkisine deðinilmektedir. 5.2 bölümünde 2010 yılına ait enerji tüketim değerlerinde de görüldüğü gibi bina soğutmasında ve ısıtmasında en fazla enerji harcanmaktadır. Enerji etkinliği mekanik sistemlerin ve ekipmanlarının kullanımının gerçekleştirilmesi ile sağlandığı görülmektedir. Akıllı cephe sistemleri ile enerji tüketiminde azalma gerçekleştirilebileceği gibi, sistemlere duyulan ihtiyaç azaltılmaktadır.

Kanyon yüksek ofis binaları kabuk tasarımında enerji tüketimini azaltmak amacıyla yönlere uygun cephe sistemleri tasarlanmamıştır. Fakat; yüksek binanın güney ve batı cephelerinde cepheye sabitlenen güneş kırıcı elemanlar kullanılmaktadır. Kullanılan bu güneş kırıcı elemanlar istenmeyen güneş ışığı kontrolünü sağlamaktadır. Söz konusu sistemlerin yaz döneminde soğutma için kullanılacak enerji miktarını azaltmaktadır.

Kullanılan Low-E kaplamalı ısıcam özelliğindeki camlar ile kış döneminde sıcaklık içerde tutulmaktadır. Böylece; ısı kayıpları önlenmektedir, ısı bina içine eşit dağılmaktadır, doğrama ve cephe önlerinde soğuk bölgeler oluşmasını engellemektedir. Sayılan bu özellikler ile binanın kış döneminde ısıtma için harcanan enerjide katkı sağlamaktadır.

Dış Cephe kaplamalarında kullanılan açık renk ve yansıtıcı camlar ısı adası etkisini azaltıcı etki sağlamaktadır. Bu unsurlar ile yaz döneminde bina soğutması için kullanılan enerjiden tasarruf sağlanmış olmaktadır.

Cephe tasarımında açılabilir kanatlara ve menfezlere yer verilmiştir. Söz konusu sistemler havalandırma için enerji tüketimine katkı sağlamaktadır.

Kanyon yüksek binasında iç bölümlerde güneş kırıcı elemanlara yer verilmesinden dolayı jalüzilere yer verilmemiştir.

Kanyon yüksek binası için kullanılan cephe sistemleri ve enerji tüketimi ilişkisine degenilmektedir. 5.2 bölümünde 2010 yılına ait enerji tüketim değerlerinde de gözüktüğü gibi bina soğutmasında ve ısıtmasında en fazla enerji harcanmaktadır. Akıllı cephe sistemi kullanımı ile enerji tüketiminde azalma sağlanacağı görülmektedir.

Tekfen yüksek ofis binası kabuk tasarımında; kuzey yönünde kullanılan cephelerde şeffaf yüzeyin az tutulması, ebat olarak daha küçük doğramaların kullanılması; binanın ısıtılması için gerekli olan enerjiden tasarruf sağlayan elemanlardan biridir. Fakat güney, doğu ve batı yönlerinde yönlenmeye bağlı olarak enerjinin etkin kullanılmasını sağlayacak önlem alınması söz konusu değildir.

Kullanılan Low-E kaplamalı ısıcam özelliğindeki camlar ile kış döneminde sıcaklık içerde tutulmaktadır. Böylece; ısı kayıpları önlenmektedir, ısı bina içine eşit dağılmaktadır, doğrama ve cephe önlerinde soğuk bölgeler oluşmasını engellemektedir. Sayılan bu özellikler ile binanın kış döneminde ısıtma için harcanan enerjide katkı sağlamaktadır.

Dış Cephe kaplamalarında kullanılan koyu renk yaz aylarındaki ısı depolaması açısından soğutma için gerekli olan enerji tüketimini artırıcı etki sağlamaktadır.

Yansıtıcı camlar ısı adası etkisini azaltıcı etki sağlamaktadır. Bu unsurlar ile yaz döneminde bina soğutması için kullanılan enerjiden tasarruf sağlanmış olmaktadır.

Cephe tasarımda açılabilir kanatlara yer verilmiştir. Söz konusu durum havalandırma için gerekli olan enerji tüketimini azaltmaktadır.

Metrocity yüksek binası için kullanılan cephe sistemleri ve enerji tüketimi ilişkisine degenilmektedir. 5.2 bölümünde 2010 yılına ait enerji tüketim değerlerinde de gözüktüğü gibi bina soğutmasında ve ısıtmasında en fazla enerji harcanmaktadır. Akıllı cephe sistemi ile enerji tüketiminde azalma gerçekleşebilmektedir.

## **6.2 Araştırma yöntemi ile ilgili yapılan değerlendirmeler**

Seçilen yöntem ile ilgili olarak, kontrol listeleri ve anket çalışmaları karşılıklı görüşme ve mail yolu ile gerçekleştirilmiştir. Cevaplar verilirken ellişinde yazılı veriler bulunmamasından dolayı yanlışlık payı mevcuttur. Bu nedenle kontrol listelerinde ve anketlerde verilen cevaplar için kesinlikle doğrudur denilememektedir.

Seçilen binaların tasarım aşamalarına bağlı analiz çalışmaları için seçilen yüksek binaların hepsinden gizlilik nedeniyle dwg çizimleri alınamamıştır. Bu nedenle cephe görüşümleri üzerinden ulaşım istenen hesaplar yapılmıştır. Değerlendirmeler belirtilen koşullar dikkate alındığında nicel olarak değil, nitel olarak değerlendirmeler yapılmalıdır.

Diğer bir durum ise, görüşme yapılan kişilerin seçilen yüksek binaların tasarım, uygulama ve işletme alanlarının tüm dönemlerinde yer almamasından dolayı bütün olarak değerlendirilememiştir ve tez kapsamında hazırlanan bütün sorulara cevap alınamamıştır. Kontrol listeleri ve anket çalışmaları doğrudan tasarım mimarı ile yapılmamıştır. Cevaplar literatür taraması ve mail yolu ile temin edilen veriler ile gerçekleştirilmiştir. Görüşülen kişiler yeteri kadar bilgi ve tecrübe sahip olmamasından dolayı cevaplar yetersiz görülmüştür. Ayrıca görüşülen kişilerin bilgi düzeyleri ele alındığında tez kapsamında ele alınan enerji etkinliği konusuna genel olarak yabancı olunduğu saptanmıştır.

İş yoğunluğu ve görüşme süresinin kısa olması nedeniyle bir kısım bilgiler değerlendirmemiştir ya da tutarsız olduğu görülmüştür. Literatür taraması ile alınan cevaplar geliştirilmiştir. Tez değerlendirmesi yapılırken yukarıda bahsedilen koşullar dikkate alınmalıdır.

Kontrol listeleri ve anketlerin verilerinde tez kapsamında buluna sürdürülebilirlik, yenilenebilir enerji, enerji etkinliği gibi konuların ne kadar takip edildiği konularında bilgi sahibi olunması açısından önem taşımaktadır.

Enerji etkinliği ile ilgili olarak yapılan anket çalışmasında seçilen yüksek binaların yönetimlerinin 2 tanesinden gerekli olan verilerin hepsi temin edilememiştir. Metrocity ve Kanyon binaları için belirli veriler verilip oranlar ile sonuca gidilmesi önerilmiştir. Bu nedenden dolayı puanlama yapılırken tüm sorular değerlendirmeye alınmamıştır.

Kullanıcı memnuniyet anketleri bina yönetimlerine bırakılmıştır fakat gerek iş yoğunluğu, gerek yeteri ilginin gösterilmemesi nedeniyle geri dönüş olmamıştır. Bu sebepten dolayı kullanıcılara uygulanan memnuniyet anketi mail yolu ile gerçekleştirilmiştir. Değerlendirmeye alınan kişi sayısı da gelen cevaplar doğrultusunda eşit olarak alınmıştır.

Genel olarak kontrol listeleri ve anket cevapları değerlendirilirse tasarıma yönelik sürdürülebilirlik ve akıllı cephe sistemleri kullanımı ile ilgili veriler bulunmamaktadır. Fakat kullanılan mekanik sistemler ve yapay aydınlatma ekipmanları ile enerji etkinliği sağlanmaya çalışılmıştır denilebilmektedir.

### **6.3 Tavsiyeler**

Çevrenin korunumu, sağlıklı çalışma ortamlarının oluşturulması ve kullanıcı memnuniyetinin sağlanması konusunda mimarların sorunlulukları vardır. Bir binanın tasarım aşamasından uygulama aşamasına, işletme aşamasından yıkım aşamasına çevre ile bütün olarak düşünülmelidir. Bu nedenden dolayı binanın tüm aşamalarında çevre ile ilişkileri göz ardı edilmemelidir. Çevre korunumu, enerji korunumu, sürdürülebilirlik kavramı bilgi düzeylerinin geliştirilmesi gerekmektedir.

Mimarlar çevre korunumu ve enerji korunumu ile ilgili alanlarda tüm yapılabileceklerini ilk yatırım maliyetleri gibi nedenlerden dolayı kullanmasalarda, işverene ve topluma bu konu hakkında bilgi verilmeli ve sonuçlarından bahsedilmelidir.

Binalarda kullanılan sistemlerin ve malzemelerin üretim ve kullanım sırasında çevreye etkileri ve kullanıcı konforu kapsamında ele alınmalıdır. Olumsuz sonuçlar mevcut ise söz konusu sistemler ve malzemeler kullanılmamalıdır. Çevreye duyarlı malzemeler üreten firmalar ile çalışmaya teşvik edilmelidir.

Çevreye duyarlı ve enerji etkinliği göz önüne alınarak yapılan binalar için tasarım, uygulama ölçütlerinin kullanıcılar tarafından enerji kullanımına önem verecek şekilde kullanılması enerji konusunda tasarruf sağlanması etkili ölçütlerden biridir. Bu nedenle işletme aşamaları kontrol altında bulundurulmalı ve kullanıcılarla konu hakkında bilgi verilmelidir.

Çevreye duyarlı ve enerji etkin tasarım denilince geniş bir konu aralığı ortaya çıkmaktadır. Aktif tasarımlar, pasif tasarımlar, iç hava kalitesi, yapım teknolojilerine bağlı olarak kullanılan mekanik sistemler ve yapay aydınlatma ekipmanları bütün olarak değerlendirilmelidir. Yapılan genel değerlendirme ile enerji etkinliği sağlanmış olur. Söz konusu sistemler için ayrı ayrı değerlendirme yapılmalıdır ve neticesinde uygun tasarım ve uygulamalar yapılip uygun mekanik sistemler ve yapay aydınlatma ekipmanları seçilmelidir.

Seçilen yüksek binalarda da görüldüğü gibi arsa değerlerinin yüksek olmasına bağlı olarak arsanın tümünün değerlendirilmesi istenmesi sonucu ile konu anlatımında da bahsedildiği gibi uygun tasarımlar yapılamamaktadır. Tasarımdan kaynaklanan olumsuzluklar tez kapsamında uygulama alanında incelenen akıllı cephe sistemiyle iyileştirilebilir. Bu nedenle akıllı cephe sistemleri araştırılmalı, maliyet açısından geri dönüşümü düşünülerek kullanılmasına teşvik edilmelidir.

Yüksek ofis binalarında fazla sayıda insan bir arada bulunduğu için enerji tüketimi fazla olmaktadır. Bu nedenle yenilenebilir enerji kaynakları kullanımına teşvik edilmelidir. Fakat bu kaynakların ilk yatırım maliyetlerinin fazla olması ve geri dönüşüm süresinin uzun olmasından dolayı tercih edilmemektedir. Yenilenebilir enerji kullanımının artırılması için çalışmalar yapılmalı ve devlet tarafından destek verilmelidir.

Yüksek ofis binalarında kullanılan elektrik ve doğalgaz kullanımından kaynaklanan  $CO_2$  emisyonu miktarı kontrol altına alınmalı ve kullanıcıların konforunun sağlanması için gerekli ölçümler yapılp, önlemler alınmalıdır. Tüketilen elektrik ve doğalgaz değerlerinde artışlar gözleniyorsa sistemler, ekipmanlar kontrol edilmeli ve gerekli müdahalelerde bulunulmalıdır.

Sürdürülebilirlik, enerji etkin bina tasarımları, kullanıcı memnuniyeti, ekolojik yaklaşımalar yeni gelişmekteidir. Bu kavramların önemi her geçen gün artmaktadır. Bina kullanıcılarına, topluma bu kavramların önemi konusunda bilgi verilmelidir.

Çevreye duyarlı olmayan, enerji etkinliği düşünülmemiş, kullanıcı memnuniyetini olumsuz etkileyen nedenler için belirli aralıklar ile kullanıcılarla kullanıcı memnuniyeti anketi uygulanmalıdır. Bu anketlere bağlı olarak ta iyileştirme çalışmaları yapılmalıdır. Kullanıcı konforunun sağlanması yönelik çalışmalar yapılmadığı takdirde kullanıcıların verimleri azalır ve bu durumda işverene olumsuz olarak yansımaktadır. Böyle bir sonuç yaşanmaması için tasarım, uygulama, kullanılan mekanik sistemler ve yapay aydınlatma ekipmanlarına seçim aşamasından müdahale etmek gerekmektedir.

Yüksek binalar enerji etkinliği açısından tam performans çalışmaları için gereken bakım, onarım çalışmalarının da yapılması gerekmektedir.

#### **6.4 Tez Konusu ile İlgili Gelecekte Yapılabilecek Çalışmalar İçin Öneriler**

Toplam enerji tüketiminin ortalama %40 inin binalar için kullanıldığını tez metninde belirtilmiştir. Binalarda gerçekleşen enerji tüketiminin fosil kaynaklar sonucunda ortaya çıkan çevresel probemler ve açığa çıkan sera gazı etkileri de enerji konusuna önem verilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Binaların kullanım ömürleri uzun olduğu için, enerji verimliliği konusunda yapılacak küçük bir müdahale önemli sonuçlar sağlayacağı açıktır. Günün koşullarına uygun olarak tasarlanan bir bina enerji açısından gelecekte aynı etkiyi taşımayabilir. Bu nedenle binanın gelecekte bulunacağı koşullara göre tasarlanması gerekmektedir. Söz konusu duruma göre enerji verimliliğinin önemi göz ardı edilemeyecek kadar fazladır. Bu nedenden dolayı enerji etkin binaların sayısı her geçen gün artmaktadır.

Tez kapsamında seçilen yüksek ofis binalarının akıllı cephe sistemleri kullanım performansının enerji etkinliği ve kullanıcı memnuniyeti ele alınmıştır. Enerji konusu geniş bir konu olmasından dolayı araştırma yapılan kontrol listeleri ve anketleri ile sınırlı kalınmadan gelişime açıktır. Tez konusu enerji etkinliği konusunda geliştirmek istenirse, seçilen yüksek binalarda enerji konusunun geliştirilmesi ve iyileştirilmeler yapılması konusunda enerji modellemesi devreye girebilir.

Enerji modellemesi, 1970 yıllarda ortaya çıkmıştır. Gün geçtikçe değeri artan enerji etkin tasarım ve binalarda enerji tüketimi gibi konuları ele almak amacıyla yapılmaktadır. Ayrıca bina modellemesi binanın yeri, mimari özellikleri, mekanik sistemleri, işletim yöntemleri ile bütüncül bir değerlendirme sağlama olanağı vermektedir. Enerji modellemesi bilgisayar ortamında soyut bir modelin oluşturulmasıdır. Modellemedeki diğer bir amaç da; çevresel performansları değerlendirmek ve sürdürülebilir uygulamalara destek vermektir. Genel olarak modellemenin amaçları değerlendirildiğinde çok yönlü bir nitelik taşıdığı söylenmektedir.

Bu model üzerinde bilgisayarın özelliklerine bağlı olarak analiz çalışmaları yapılmaktadır. Bu analizlere bağlı olarak işletme maliyetlerinde azalma sağlanabilmektedir. Yapılacak modellemelerde tasarım, bina kabuğu, mekanik sistemler, elektrik sistemleri gibi birden çok parametre değerlendirilebilmektedir. Bu yönü ile standart analizlere oranla çok önemlidir. Tasarım, uygulama, sistemler ayrı ayrı değerlendirilerek aynı sonucu ulaşılması mümkün değildir. Çünkü; sayılan ölçütlerin birbirlerini etkilemeleri de söz konusudur.

Tezde seçilen yüksek ofis binaları tezde tasarım, akıllı cephe sistemleri, işletim kriterleri, kullanılan sistem ve ekiplanlar olarak tüm parametrelerin enerji tüketimi açısından ayrı ayrı incelenmeleri sağlanmıştır. Fakat yukarıda da bahsedildiği üzere, enerji modellemesi seçilen yüksek binaların bütün olarak değerlendirilmesinin sağlanması açısından önemlidir.

Modellemeler detaylı araştırmalara bağlı olarak yapılsa da olasılık içermektedir ve hiçbir kesin ifadeye yer verilmemesi gerekmektedir. Modellemede amaç enerji tüketim değerlerini öğrenmek değildir. Zaten modelleme ile yapılan çalışmalarda enerji tüketim

değerlerine ulaşılamaz. Modellemede, farklı alternatiflerle karşılaştırma yapılarak enerji açısından tasarım, uygulama, işletme ölçütleri ve mekanik sistem kullanımı enerji etkinliği açısından doğruya ulaşmaya çalışmaktadır.

Seçilen yüksek binalarda alınacak enerji etkinliği önlemlerin kazançlarının ne olacağı, yenilenebilir enerji kaynaklarının bina enerji kullanımına etkisinin saptanması ve carbon ayakizlerinin belirlenmesi sağlanacak amaçlar arasındadır.

Enerji modellemesi avan proje aşamasından başlayarak, gerekli akıllı cephe sistemlerinin kullanılması, uygun sistemlerin seçilmesi doğru bir yaklaşımdır. Fakat seçilen yüksek binaların avan proje açısından değerlendirilememektedir. Bina form, konum özellikleri, dış kabuk özellikleri (duvar, çatı, sistem ve cam seçimi gibi) değiştirilemeyeceğinden dolayı sonradan entegre edilebilen akıllı cephe sistemleri, mekanik sistem ve ekipmanlar için farklı alternatifler karşılaştırılarak enerji tüketimi açısından önlem alınması sağlanmaktadır.

Enerji modellemesi sonucunda düşünülen yüksek binalar üzerinde hangi yöntemler uygulanırsa geri dönüşüm süresi ve enerji etkinliği sağlanmış olacağı saptanmaktadır. Ayrıca, bu mevcut binaların iyileştirilmesi ve iyileştirilmeye yönelik kararların alınması açısından doğru bir değerlendirme yöntemidir.

Sonuç olarak enerji modellemesi enerji etkinliğinin araştırılması ve enerji etkinliği sağlanması açısından doğru bir yöntem olduğu görülmektedir. Tez kapsamında seçilen yüksek ofis binaların akıllı cephe sistemleri, havalandırma, ısıtma, soğutma, aydınlatmayı içeren mekanik sistemler ve yapay aydınlatma ekipmanları açısından bütün olarak değerlendirilmesi, birbirleri ile olan ilişkilerinin sorgulanması, enerji etkinliği sağlanması konusunda iyileştirme çalışmaları, bu iyileştirmelerin geri dönüşüm sürelerinin sağlanması ve çevreye olan ekileri bakımından bütün olarak değerlendirmerini sağlama açısından çalışmalar enerji modelleme ile devam edilmesi düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

---

- [1] Öke, A., (1989), Dünya'da ve Türkiye'de Yüksek Binaların Gelişmesi, Yapı Dergisi.
- [2] Büyük Larousse Sözlük ve Ansiklopedisi, (1986), Cilt.3, Sayı.1652.
- [3] Eren, Ç.D., (1996), Yüksek Binalarda Kamu Kontrolü ve İstanbul için Öneriler, Doktora Tezi, İTÜ Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- [4] Bayır, L., (1991), Türkiye'de Yüksek Binaların Başlangıç ve Gelişmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- [5] Artış, S., (1991), Yüksek Yapıların Gelişimine Toplu Bir Bakış, Yapı Dergisi, Sayı.116.
- [6] Yeşil, D., (1993), Türkiye'de Yüksek Yapılarda Kullanılan Yapım Sistemleri, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- [7] Yeang, K., (1996), The Skyscraper Bioclimatically Considered, Academy Editions, Londra.
- [8] Eren, Ç.D., (1996), Yüksek Binalarda Kamu Kontrolü ve İstanbul için Öneriler, Doktora Tezi, İTÜ Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- [9] Özgen & Kambaser, Çok Katlı Yüksek Yapıların Tasarımına Etki Eden Faktörlerin İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Mimarlık Fakültesi, İzmir.
- [10] Karataş, B., (2004) , Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Çok Katlı Ofis Binalarında Ekolojik Tasarım İlkelerinin İrdelenmesi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [11] Schwanzer, K., BMW Head Qarters, Münih/Almanya) , <http://en.wikipedia.org/wiki/File:BMW-HQ.jpg>, 15 Şubat 2011.
- [12] 21st Century Tower, Dubai/BAE, WS Atkins and Partners, <http://www.dubai-architecture.info/DUB-008.htm>, 4 Nisan 2011.
- [13] 111 South Wacker, Chicago/ABD, Goettsch Partners, [http://en.wikipedia.org/wiki/File:111\\_South\\_Wacker,\\_Chicago.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:111_South_Wacker,_Chicago.jpg), 2 Ocak 2011.

- [14] 120 Collins Street, Melbourne/Avustralya, Hassel, Daryl Jackson , <http://en.wikipedia.org/wiki/File:120CollinsSt.jpg>, 21 Şubat 2011.
- [15] AT&T Corporate Center, Chicago/ABD, Adrian D. Smith, <http://www.emporis.com>, 3 Mart 2011.
- [16] John Hancock Center (368m-72 katlı), Chicago/ABD, Skidmore, Owings and Merrill, [http://tr.wikipedia.org/wiki/Dosya:Hancock\\_tower\\_2006.jpg](http://tr.wikipedia.org/wiki/Dosya:Hancock_tower_2006.jpg), 5 Mart 2011
- [17] Morhayim, L., (2003), Ekolojik Mimari Tasarım Anlayışının İstanbul'daki Yüksek Ofis Yapıları Örneğinde Değerlendirilmesi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [18] Aon Center, L., Chicago/ABD, Edward Durell Stone, [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Aon\\_and\\_Blue\\_Cross\\_Blue\\_Shield.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Aon_and_Blue_Cross_Blue_Shield.jpg), 23 Nisan 2011.
- [19] Bangkok/Tayland, Plan Architects, [http://en.wikiarquitectura.com/images/b/ba/Baiyoke\\_Tower\\_II\\_9.jpg](http://en.wikiarquitectura.com/images/b/ba/Baiyoke_Tower_II_9.jpg), 12 Mart 2011.
- [20] Göçer, O., (1969), GökdeLENLER, Mimarlık Dergisi, Sayı.68.
- [21] Emregül,C., (1997), Teknoloji Bağlamında Yüksek Binalara Yaklaşım , YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [22] Öke, A., (1989), Dünya'da ve Türkiye'de Yüksek Binaların Gelişmesi,Yapı Dergisi, Sayı.89.
- [23] Emregül, C., (1997), Teknoloji Bağlamında Yüksek Binalara Yaklaşım , YTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [24] Harbiye Orduevi, İstanbul/Türkiye, [http://www.thyssenasansor.com.tr/thyssenkrupp/referans/harbiye\\_orduevi.htm](http://www.thyssenasansor.com.tr/thyssenkrupp/referans/harbiye_orduevi.htm), 1 Nisan 2011.
- [25] İş Bankası Genel Müdürlüğü Binası, İstanbul/Türkiye, <http://ozkankac.files.wordpress.com/2011/01/isbankasi.jpg>, 10 Mayıs 2011.
- [26] Sabancı Center, İstanbul/Türkiye, <http://www.buzlu.org/images/2008/10/sabanci-center.jpg>, 11 Nisan 2011.
- [27] Sev, A., (2009), Sürdürülebilirlik Mimarlık.
- [28] Emregül, C., (1997), Teknoloji Bağlamında Yüksek Binalara Yaklaşım , Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [29] Sev, A., (2009), Yüksek Binalar Ekolojik Olabilir mi? Sunumu
- [30] Karataş, B., (2004) , Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Çok Katlı Ofis Binalarında Ekolojik Tasarım İlkelerinin İrdelenmesi , Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [31] Sev, A., (2009), Yüksek Binalar Ekolojik Olabilir mi? Sunumu.

- [32] Karataş, (2004) ,Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Çok Katlı Ofis Binalarında Ekolojik Tasarım İlkelerinin İrdelenmesi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [33] Ergen, Y.B., (1992), "Kentsel alanda Yüksek Binalar İçin Yer Seçimi Kriterlerinin Saptanması", Yüksek Binalar 2.Uluslararası Sempozyumu, İTÜ Mimarlık Fakültesi, İstanbul, 4-6 Kasım 1992.
- [34] Ersoy, U. ve Çitipitioğlu, E., (1988), "Yüksek Yapıların Tasarım ve Yapımında İzlenecek Temel İlkeler" Çok Katlı Yapılar Sempozyumu, İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi, İzmir 21-23 Eylül 1988.
- [35] Sev, A., (2009), Sürdürülebilir Mimarlık, Yem yayını.
- [36] Baysan,O., (2003), Sürdürülebilirlik Kavramı ve Mimarlıkta Tasarıma Yansıması, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- [37] Çelebi, G., (2003), "Environmental Discourse and Conceptual Framework For Sustainable Architecture", G.U. Journal of Science Dergisi, Sayı.16.
- [38] Karslı, H. ve Tuğlu, U., (2008), Sürdürülebilir Mimarlık Çerçevesinde Ofis Yapılarının Değerlendirilmesi ve Çevresel Performans Analizi için Bir Model Önerisi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [39] Coler, (1996), Guide de L'Architecte Pour La Conception d'immeubles de Bureaux en Fonction du Developement Durable, Travaux Publics et Services Gouvernementaux, Kanada.
- [40] Yakar, B.,H., 'Planlama Süreci', YTÜ Mimarlık Fakültesi,Şehir Bölge Planlama Bölümü, 1998-1999 Öğretim Yılı, II .Yarıyıl (Bahar), Şehircilik Ders Notları.
- [41] Yeang, K., (1995), The Skyscraper, Bioclimatically Considered, Academi Editions, London.
- [42] Sev, A., (2009), Sürdürülebilir Mimarlık, Yem yayını.
- [43] Abel, C., (2003), Skyhigh, RoyalAcademy of arts, London.
- [44] Giovani, B., (1974), Man, Climate and Architecture, Van Nostrand, NY.
- [45] Eğitim ve Sağlık Binası, Rio'da Janerio, [http://www.doganhason.net/Artides/Oscar-niemeyerle-soylesi\\_10679.html](http://www.doganhason.net/Artides/Oscar-niemeyerle-soylesi_10679.html), 23 Şubat 2011.
- [46] Sev, A., (2009), Sürdürülebilir Mimarlık, Yem yayını.
- [47] Hong Kong Klüp ve Ofis Binası, Hong Kong, [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Hong\\_Kong\\_Club\\_Building.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Hong_Kong_Club_Building.jpg), 22 Mart 2011.
- [48] Grosvenor Place, Sydney, [http://en.wikipedia.org/wiki/Grosvenor\\_Place\\_\(Sydney\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Grosvenor_Place_(Sydney)), 15 Nisan 2011
- [49] Hawkes, D., Forster,W., (2002), Energy Efficient Buildings, Architecture, Engineering and the Environment, w.w.Norton&Company, New York.
- [50] Kanchanjunga Konutları,

- [http://www.worldarchitecturecom/EN/NEWS/ind\\_img.asp?id=pro\\_c\\_4b.jpg&bas=Kanchanjunga Apartments](http://www.worldarchitecturecom/EN/NEWS/ind_img.asp?id=pro_c_4b.jpg&bas=Kanchanjunga Apartments), 11 Mart 2011.
- [51] Sev, A., (2009), Sürdürülebilir Mimarlık, Yem yayını.
- [52] Yeang, K., The Green Skyscraper The Basis for Designing Sustainable IntensiveBuildings,Prestel,Munih,[http://www.worldarchitecturecom/EN/NEWS/ind\\_img.asp?id=pro\\_c\\_4b.jpg&bas=Kanchanjunga Apartments](http://www.worldarchitecturecom/EN/NEWS/ind_img.asp?id=pro_c_4b.jpg&bas=Kanchanjunga Apartments), 11 Mart 2011.
- [53] IBM Plaza, Chicago, [http://en.wikipedia.org/wiki/330\\_North-Wabash](http://en.wikipedia.org/wiki/330_North-Wabash), 3 Mart 2011.
- [54] Menara Mesiniaga, Kuala Lumpur,  
<http://www.ce.jhu.edu/perspectives/protected/ids/Index.php?location=Menara%20Mesiniaga>, 1 Mayıs 2011.
- [55] Commerzbank Genel Merkezi, Almanya,  
<http://images.businessweek.com/ss/06/01/greenskyscrapers/source/5.htm>, 12 Mart 2011.
- [56] Yeang, K., (1995).
- [57] Sev, A., (2009), Sürdürülebilir Mimarlık, Yem yayını.
- [58] Enerji etkin tasarım yaklaşımı gösteren kavramsal çalışmalar,  
<http://images.businessweek.com/ss/06/01/greenskyscrapers/source/5.htm>, 12 Mart 2011
- [59] Özkilic, Keleş, C., (2008), Türkiye'de Binalarda Enerji Verimliliği Açısından Fotovoltaik Sistemlerin Kullanılmasına Yönelik Bir İnceleme, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [60] Raman, M., (2001), 'Aspects of Energy Consumption in Tall Office Building', CTBUH Review, 1(3).
- [61] Morhayim,L., (2003),Ekolojik Mimari Tasarım Anlayışının İstanbul'daki Yüksek Ofis Yapıları Örneğinde Değerlendirilmesi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [62] Gür, N. Volkan, (2007), Mimaride Sürdürülebilirlik Kapsamında Değişken Yapı Kabukları İçin Bir Tasarım Destek Sistemi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [63] Karataş, B., (2004) , Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Çok Katlı Ofis Binalarında Ekolojik Tasarım İlkelerinin İrdelenmesi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [64] Tönük, S., (2001), Bina Tasarımında Ekoloji, YTÜ Yayınları, İstanbul, Sayı.628.
- [65] Kenber, O., (1993), Enerji Nedeniyle Çevre Sorunları Oluşturulmaması için Konut Tasarımında Kullanılabilecek Bir Denetim Modeli, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [66] Karataş, B., (2004), Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Çok Katlı Ofis Binalarında Ekolojik Tasarım İlkelerinin İrdelenmesi , YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- [67] Schittich, C., (2001), *Building Skins: Concepts, Layers, Materials*, Edition Detail- Institut für internationale Architektur- Dokumentation GmbH, Birkhäuser Publishers for Architecture, Basel.
- [68] Sev, A., (2009), *Sürdürülebilir Mimarlık*, Yem Yayıncıları.
- [69] Höfler, H., (2004), 'Workshop', 26 May.2004, YTÜ, İstanbul.
- [70] Hamzah,T.R.. ve Yeang, K, (1994), *Bioclimatic Skyscrapers*, Ellipsis London Limited, Londra.
- [71] Ciene, [http://erg.ucd.ie/erg\\_downloads.html](http://erg.ucd.ie/erg_downloads.html), 18 Mayıs 2002.
- [72] Morhayim,L.,(2003), *Ekolojik Mimari Tasarım Anlayışının İstanbuldaki Yüksek Ofis Yapıları Örneğinde Değerlendirilmesi*, YTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [73] Ciene, [http://erg.ucd.ie/erg\\_downloads.html](http://erg.ucd.ie/erg_downloads.html), 18 Mayıs 2002.
- [74] Ciene , (2002), *Central Institution for Energy Efficiency EducationTechnology Module 3:Natural Cooling&Ventilatio*,University of Athens, Department of Applied Physicsolar, Mid-Career Education:Solar Energy In European Office Buildings.
- [75] Noble, C., (1998), *Commerzbak:a Sustainable Skyscraper* /Norman Foster, Architecture Sayı.489.
- [76] Yeang, K., (1996), *The Skyscraper Bioclimatically Considered*, Academy Editions, Londra.
- [77] Olcay, O., (1973), *Design With Climate*, Princeton University Pres, New Jersey.
- [78] Moore, F., (1993.), *Environmental Control Systems*, New York, McGraw-Hill Inc.
- [79] Filiz A.O., (2004) *Ekolojik Tasarım ve Türkiye'deki Ekolojik Tasarım ve Uygulama Örneklerinin İncelenmesi*, YTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [80] Crowther, R.L, (1976), *Sun Earth, How to use Solar and Climatic...Today'* Denver.
- [81] Uzun, T., (1997), *Yüksek Lisans Tezi*, Ç.Ü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Bölümü, Adana.
- [82] Zaren, L., (1977), *Türkiye' de İklimle Dengeli Mimari Uygulama*, Tübitak, İzmir
- [83] Zaren, L., (1978), *Güneş Enerjisi ve Çevre Dizaynı Ulusal Sempozyumu*, 12-14 Eylül, İTÜ, Mimarlık Bölümü, İstanbul.
- [84] Özdemir, B.B., (2005), *Sürdürülebilir Çevre İçin Binaların Enerji Etkin Pasif Sistemler Olarak Tasarlanması* , İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Bölümü, İstanbul.
- [85] Berkeöz, E.Küçükdoğu, M.,Yılmaz, Z.Kocaaslan, G., ve diğerleri, (1995), *Enerji*

- Etkin Konut ve Yerleşme Tasarımı Tübitak İntag 201, Araştırma Raporu, İstanbul.
- [86] Tesisat Mühendisliği Dergisi, (2006).
- [87] Aktuna, M., (2007), Geleneksel Mimaride Binaların Sürdürülebilir Tasarım Kriterleri Bağlamında Değerlendirilmesi, Antalya Kaleiçi Evleri Örneği, YTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- [88] Watson, D. ve Kenneth Labs., (1992), "Climatic Building Design Energy Efficient Building Principles and Practice", McGraw-Hill Book Company.
- [89] Özdemir, B.B., (2005) Sürdürülebilir Çevre için binaların enerji ekin pasif sistemler olarak tasarlanması, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- [90] Yılmaz, Z., (2008), VII .Ulusal Tesisat mühendisliği kongresi ' Akıllı Binalar ve Yenilenebilir Enerji.
- [91] Filik, A. O., (2004), Ekolojik Tasarım ve Türkiye'deki Ekolojik Tasarım ve Uygulama Örneklerinin İncelenmesi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- [92] Zaren , L., (1977), 'Türkiye'de İklimle Dengeli Mimari Uygulama', Tübitak, İzmir.
- [93] Özdemir, B.B., (2005), Sürdürülebilir Çevre İçin Binaların Enerji Ekin Pasif Sistemler Olarak Tasarlanması, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- [94] Yılmaz, Z., (2008), VII Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, Akıllı Binalar ve Yenilenebilir Enerji.
- [95] Aktuna, M., (2007), Geleneksel Mimaride Binaların Sürdürülebilir Tasarım Kriterleri Bağlamında Değerlendirilmesi; Antalya Kaleiçi Evleri Örneği, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- [96] Özdemir, B., B., (2005), Sürdürülebilir Çevre İçin Binaların Enerji Ekin Pasif Sistemler Olarak Tasarlanması, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- [97] Gratia, E ve DeHerde, A., (2002), 'Technology Module 2:Passive Solar Heating', Architecture Et Climat, Centre de Recherches en Architecture (CRA), Universite Catholique de Louvain, Belgium Mid-Career Education: Solar Energy In European Office Buildings.
- [98] Yeang K., (1996), The Skyscraper Bioclimatically Considered, Academy Editions, Londra.
- [99] Karataş, B., (2004), Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Çok Katlı Ofis Binalarında Ekolojik Tasarım İlkelerinin İrdelenmesi , YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Fakültesi, İstanbul.

- [100] Hamzah,T.R.. ve Yeang,K., (1994), Bioclimatic Skyscrapers, Ellipsis London Limited, Londra
- [101] Gratia, E ve DeHerde, A., (2002), 'Technology Module 2:Passive Solar Heating', Architecture Et Climat, Centre de Recherches en Architecture(CRA),Universite Catholique de Louvain,Belgium Mid-Career Education, Solar Energy In European Office Buildings.
- [102] Yeang K., (1996), The Skyscraper Bioclimatically Considered, Academy Editions, Londra.
- [103] Yeang, K., (1999), The Green Skyscraper:The Basis for Designing Sustainable Intensive Buildings, Prestel, Almanya.
- [104] Yeang, K., (1999), The Green Skyscraper: The Basis for Designing Sustainable Intensive Buildings, Prestel, Almanya.
- [105] Yeang , K., (1996), The Skyscraper Bioclimatically Considered, Academy Editions, Londra.
- [106] Aktuna, M., (2007), Geleneksel Mimaride Binaların Sürdürülebilir Tasarım Kriterleri Bağlamında Degerlendirilmesi Antalya Kaleiçi Evleri Örneği ,YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- [107] Karataş, B., (2004), Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Çok Katlı Ofis Binalarında Ekolojik Tasarım İlkelerinin İrdelenmesi , YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- [108] Morhayim, L., (2003), Ekolojik Mimari Tasarım Anlayışının İstanbuldaki Yüksek Ofis Yapıları Örneğinde Değerlendirilmesi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- [109] Brookes, A., (1998), Cladding of Buildings, E&FN Spon, London.
- [110] Daniels, K., (1997), 'The Technology of Ecological Building Basic Principles, Examples and Ideas', BirkhauserPublishers for Architecture.
- [111] Krewinkel, H.W., (1998), Glass Buildings, Material, Structure and Detail, Birkhauser, Germany.
- [112] Callender, J.H., (1982), ÒTime-Saver Standards For Architectural Design DataÓ, Sixth Edition, Mc Graw Hill Co.,USA.
- [113] Smith, G., Slack, W., (1990), 'Curtain Wall Options and Issues', Progressive Architecture.
- [114] Güzel, N., (2008), -Dokuz Eylül Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Öğretim Üyesi, Sönmez, A., (2008) - Dokuz Eylül Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi Öğretim Üyesi, Gelişmiş Giydirme Cepheler, Dizayn Konstrüksiyon.
- [115] Bilgiç, S., (2002), "Akıllı Cephe Sistemleri", Ege Mimarlık, Sayı:44.
- [116] Wigginton, M., (1996)., "Glass und Architecture", Bauen mit Glass, Detail.
- [117] Begeç, H., (2004)., Savaşır, K., Akıllı Giydirme Cephe Sistemlerinin Havalanırma Şekillerinin İncelenmesi, D.E.Ü. Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü.

- [118] Kocaman Alakavuk, E., (2010), Akıllı Cephe Sistemlerinin İzmir İline Uygunluğu, Yapı Teknolojisi, Ege Mimarlık.
- [119] Begeç, H., Savaşır, K., (2004), Akıllı Giydirme Cephe Sistemlerinin Havalanırma Şekillerinin İncelenmesi, D.E.Ü. Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü.
- [120] Kocaman, A., E., (2010), Akıllı Cephe Sistemlerinin izmir iline Uygunluğu, Yapı Teknolojisi, Ege Mimarlık.
- [121] Sürmeli, A., N., (2004), Sürdürülebilir Çevre İçin Enerji Denetimi-Yalıtım Kongresi ve Sergisi, İstanbul, Ekim, Bildiriler Kitabı.
- [122] Utkutuğ, G., (2000), Yeni Bin Yıla Girerken Sürdürülebilir Bir Gelecek İçin Ekolojik ve Enerji Etken Hedefler İle Bina Tasarımı ve İşletimi, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Ulusal Enerji Verimliliği Kongresi, Ocak, Ankara, Bildiriler Kitabı.
- [123] Çetiner, İ., (2002), Çift Kabuk Cam Cephelerin Enerji ve Ekonomik Etkinliğinin Değerlendirilmesinde Kullanılabilecek Bir Yaklaşım, İ.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- [124] Lakot, E., (2007), Ekolojik Ve Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Enerjetik Çift Kabuklu Bina Cephe Tasarımlarının Günümüz Mimarisindeki Yeri ve Performansı Üzerine Analiz Çalışması, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı .
- [125] Kocaman, E., (2002), 'Metal Konstr.ksiyonlu Akıllı Giydirme Cepheler', DE., Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- [126] Gür, N.V., Mimaride Sürdürülebilirlik Kapsamında Değişken Yapı Kabukları İçin Bir Tasarım Destek Sistemi, İTÜ Doktora Tezi, Mimarlık, Yapı Bilgisi.
- [127] Altınkaya, T., Özgen, A., (2004), Camın Yapısal Kullanımının Tarihsel Gelişimi, Güncel Olanaklar ve Uygulama Örneklerinin İncelenmesi, II. Ulusal Yapı Malzemesi Sergisi ve Kongresi, Ekim, İstanbul, Bildiriler Kitabı.
- [128] Güzel, N., (2008), Dokuz Eylül Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Öğretim Üyesi, Sönmez, A., (2008), Dokuz Eylül üniversitesi, Mimarlık Fakültesi Öğretim üyesi, Gelişmiş Giydirme Cepheler, Dizayn Konstrüksiyon.
- [129] Lakot, E., (2007), Ekolojik ve Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Enerji etkin Çift Kabuklu Bina Cephe Tasarımlarının Günümüz Mimarisindeki Yeri ve Performansı Üzerine Analiz Çalışması, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı.
- [130] Compagno, A., (2002), Intelligent Glass Façades, Birkhäuser Publishers, Basel.
- [131] Altınkaya, T. ve Özgen, A., (2004), Camın Yapısal Kullanımının Tarihsel Gelişimi, Güncel Olanaklar ve Uygulama Örneklerinin İncelenmesi, II. Ulusal Yapı Malzemesi Sergisi ve Kongresi, Ekim, İstanbul, Bildiriler Kitabı.

- [132] Güzel, N., Dokuz Eylül Üniversitesi, (2008), Mimarlık Fakültesi, Öğretim Üyesi, Sönmez, A., (2008)., Dokuz Eylül Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi Öğretim Üyesi, Gelişmiş Giydirmeye Cepheler,Dizayn Konstrüksiyon.
- [133] Compagno, A., 2002. Intelligent Glass Façades, Birkhäuser Publishers, Basel.
- [134] Altınkaya, T., Özgen, A., (2004), Camın Yapısal Kullanımının Tarihsel Gelişimi, Güncel Olanaklar ve Uygulama Örneklerinin İncelenmesi, II. Ulusal Yapı Malzemesi Sergisi ve Kongresi, Ekim, İstanbul, Bildiriler Kitabı.
- [135] Gür, N.V., 2007, Mimaride Sürdürülebilirlik Kapsamında Değişken Yapı Kabukları İçin Bir Tasarım Destek Sistemi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- [136] Lakot, E., (2007), Ekolojik Ve Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Enerji Etkin Çift Kabuklu Bina Cephe Tasarımlarının Günümüz Mimarisindeki Yeri ve Performansı Üzerine Analiz Çalışması, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Fakültesi, Trabzon.
- [137] Yapı yüksekliğinde bölüntüsüz ara boşluklu çift kabuklu cephe sisteminin uygulandığı Victoria Ensemble binası, [http://gaia.lbl.gov/hpbf/casest\\_r3.htm](http://gaia.lbl.gov/hpbf/casest_r3.htm), 25 Şubat 2011.
- [138] Sev, A. ve Özgen, A., (2003), Yüksek Binalarda Sürdürülebilirlik ve Doğal Havalandırma, Yapı, Sayı.262.
- [139] Compagno, A.,( 2002), Intelligent Glass Façades, Birkhäuser Publishers, Basel.
- [140] Lakot, E., (2007), Ekolojik ve Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Enerji Etkin Çift Kabuklu Bina Cephe Tasarımlarının Günümüz Mimarisindeki Yeri ve Performansı Üzerine Analiz Çalışması , Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- [141] Compagno, A., ( 2002), Intelligent Glass Façades, Birkhäuser Publishers, Basel.
- [142] Güzel, N., (2008), Dokuz Eylül Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi , Sönmez , A., (2008), Dokuz Eylül Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Gelişmiş Giydirmeye Cepheler, Dizayn Konstrüksiyon.
- [143] Gür , N. V., (2007), Mimaride Sürdürülebilirlik Kapsamında Değişken Yapı Kabukları İçin Bir Tasarım Destek Sistemi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- [144] Eşsiz, Ö., ve Hattap, S., (2004), Cam Teknolojisinde Enerji Sağlamaya ve Ekolojik Kullanımını Geliştirmeye Yönelik Uygulamalar, II. Ulusal Yapı Malzemesi Sergisi ve Kongresi, Ekim, İstanbul, Bildiriler Kitabı.

- [145] Göksal, T., (2005), Çift Kabuk Cam Cephe Kuruluşları ve Enerji Etkin Tasarım, TTMD.
- [146] Compagno, A., (2002), *Intelligente Glasfassaden: Material, Anwendung, Gestaltung*, Birkhäuser Verlag, Basel.
- [147] Gür, N., V., (2007), Mimaride Sürdürülebilirlik Kapsamında Değişken Yapı Kabukları İçin Bir Tasarım Destek Sistemi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- [148] Çakmanus, İ., Türkoğlu, H., (2004), Ankara'daki Mevcut Bir Ofis Binasında Doğal Havalandırmanın Uygulanabilirliğinin İncelenmesi, VI. Uluslar Arası Yapıda Tesisat Teknolojisi Sempozyumu, Mayıs, İstanbul, Bildiriler Kitabı.
- [149] Compagno, A., (2002), *Intelligente Glasfassaden: Material, Anwendung, Gestaltung*, Birkhäuser Verlag, Basel.
- [150] Daniels, K., (1995), *Technologie Des Ökologischen Bauens: Grundlagen und Massnahmen, Beispiele Und Ideen*, Basel.
- [151] Ünal, M., (2006), Çift Kabuk Cephelerin Sistematik Analizi ve Uygulama Örneklerinin İncelenmesi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- [152] Göksal, T., (2005), Çift Kabuk Cam Cephe Kuruluşları ve Enerji Etkin Tasarım, TTMD, Sayı.36.
- [153] Güzel, N., 2008, Dokuz Eylül Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Sönmez, A., Dokuz Eylül Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Gelişmiş Giydirme Cepheler, Dizayn Konstrüksiyon, Sayı. 272.
- [154] Ünal, M., (2006), Çift Kabuk Cephelerin Sistematik Analizi ve Uygulama Örneklerinin İncelenmesi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [155] Lakot, E., (2007), *Ekolojik ve Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Enerji Etkin Çift Kabuklu Bina Cephe Tasarımlarının Günümüz Mimarisindeki Yeri ve Performansı Üzerine Analiz Çalışması*, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- [156] Çetiner, İ., (2002), Çift Kabuk Cam Cephelerin Enerji ve Ekonomik Etkinliğinin Değerlendirilmesinde Kullanılabilecek Bir Yaklaşım, Doktora Tezi, İ.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- [157] Kocaman, E., (2002), *Metal Konstrüksiyonlu Akıllı Giydirme Cepheler*, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Fakültesi, İzmir
- [159] Eşsiz, Ö. ve Özgen, A., (2004), Büro Yapılarında Enerji Tüketimini Azaltan Çift
- [160] Ünal, Murat, (2006), Çift Kabuk Cephelerin Sistematik Analizi Ve Uygulama Örneklerinin İncelenmesi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Fakültesi, İstanbul.

- [161] Eşsiz, Ö. ve Özgen, A., (2004), Büro Yapılarında Enerji Tüketimini Azaltan Çift Kabuk Cam Cephe Sistemleri, Yapı, Sayı.276.Kabuk Cam Cephe Sistemleri, Yapı, Sayı. 276.
- [162] Compagno, A. , (2000), Glass as a Material and Its Possible Application Detail 3.
- [163] Akyürek, Y., (2003), 'Doğal aydınlatmada pencerenin önemi', Arredamento Dekorasyon 5
- [164] Compagno, A., (1996), Intelligent Glass Facades: Metarial – Pratice – Design, Birkhauser Verlag, Berlin, Deutschland.
- [165] Altın, M., (2004), Yeni Yapı Malzemesi Fotovoltaik Paneller, Özellikleri ve Tarihçesi, II. Ulusal Yapı Malzemesi Sergisi ve Kongresi, Ekim, İstanbul, Bildiriler Kitabı.
- [166] Compagno, A., (2000), Glass as a Material and Its Possible Application *Detail 3*.
- [167] Eşsiz, Ö. ve Özgen, A., (2004), Büro Yapılarında Enerji Tüketimini Azaltan Çift Kabuk Cam Cephe Sistemleri, Yapı, Sayı.276.
- [168] Çetiner, İ., (2002), Çift Kabuk Cam Cephelerin Enerji ve Ekonomik Etkinliğinin Değerlendirilmesinde Kullanılabilen Bir Yaklaşım, Doktora Tezi, İ.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- [169] Ünal, M., (2006), Çift Kabuk Cephelerin Sistematik Analizi ve Uygulama Örneklerinin İncelenmesi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Fakültesi, İstanbul, s.80.
- [170] Altın, M., (2004), Yeni Yapı Malzemesi Fotovoltaik Paneller, Özellikleri ve Tarihçesi, II.Uluslararası Yapı Malzemesi Sergisi ve Kongresi, Ekim, İstanbul, Bildiriler Kitabı.
- [171] Eşsiz, Ö. ve Özgen, A., (2004), Büro Yapılarında Enerji Tüketimini Azaltan Çift Kabuk Cam Cephe Sistemleri, Yapı, Sayı.276.
- [172] Stadtitor, [www.stadtitor.de](http://www.stadtitor.de), 29 Mayıs 2010.
- [173] Lakot, E., (2007), Ekolojik Ve Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Enerji Etkin Çift Kabuklu Bina Cephe Tasarımlarının Günümüz Mimarısındaki Yeri ve Performansı Üzerine Analiz Çalışması, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Fakültesi, Trabzon.
- [174] Ünal, M., (2006), Çift Kabuk Cephelerin Sistematik Analizi ve Uygulama Örneklerinin İncelenmesi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Fakültesi, İstanbul
- [175] Göksal, T., (2005), Çift Kabuk Cam Cephe Kuruluşları ve Enerji Etkin Tasarım, TTMD, Sayı.36.
- [176] Poirazis , H., (2004) 'Double Skin Facades for Office Buildings'.
- [177] Dış Kabuk ve İç Kabuk Arasındaki Havalandırma Kanalları, [www2.ebd.lth.se](http://www2.ebd.lth.se), Arslantatar, 13 Mart 2006.
- [178] Göksal, T., (2005) , Çift Kabuk Cam Cephe Kuruluşları Ve Enerji Etkin Tasarım,

TTMD, Sayı.36.

- [179] Lakot, E., (2007), Ekolojik ve Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Enerji Etkin Çift Kabuklu Bina Cephe Tasarımlarının Günümüz Mimarisindeki Yeri ve Performansı Üzerine Analiz Çalışması, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Fakültesi, Trabzon.
- [180] Ünal, M., (2006), Çift Kabuk Cephelerin Sistematisi Analizi ve Uygulama Örneklerinin İncelenmesi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- [181] Poirazis, H., (2004), 'Double Skin Facades for Office Buildings.
- [182] Ünal, M., (2006), Çift Kabuk Cephelerin Sistematisi Analizi Ve Uygulama Örneklerinin İncelenmesi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Fakültesi , İstanbul.
- [183] Poirazis, H., (2004), 'Double Skin Facades for Office Buildings.
- [184] Ünal, M., (2006), Çift Kabuk Cephelerin Sistematisi Analizi Ve Uygulama Örneklerinin İncelenmesi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Fakültesi , İstanbul.
- [185] Loncour , x. , Denegera , Blasco, M. , Flamant , G. , Wouters, P., (2004) Ventilated Double Facades (classification, illustration of facade concepts)
- [186] Lakot, E., (2007), Ekolojik ve Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Enerji Etkin Çift Kabuklu Bina Cephe Tasarımlarının Günümüz Mimarisindeki Yeri Ve Performansı Üzerine Analiz Çalışması , Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- [187] Loncour , X. , Flamant , G. , Wouters, P., (2002) , Les Doubles Facades Ventilees.
- [188] Eşsiz, Ö., ve Hattap, S., (2004), Cam Teknolojisinde Enerji Sağlamaya ve Ekolojik Kullanımını Geliştirmeye Yönelik Uygulamalar, II. Ulusal Yapı Malzemesi Sergisi ve Kongresi, Ekim, İstanbul, Bildiriler Kitabı.
- [189] Gür, N. Volkan, (2007), Mimaride Sürdürülebilirlik Kapsamında Değişken Yapı Kabukları İçin Bir Tasarım Destek Sistemi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [190] Suzanne Gibson, RWE Tower, Essen Germany Ingenhoven Overdiek Kahlen and Partners.
- [191] Gür, N. Volkan, (2007), Mimaride Sürdürülebilirlik Kapsamında Değişken Yapı Kabukları İçin Bir Tasarım Destek Sistemi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [192] Güzel,N., (2008) -Dokuz Eylül Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Öğretim Üyesi, Sönmez,A.,(2008) - Dokuz Eylül Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi Öğretim Üyesi, Gelişmiş Giydirmeye Cepheler,Dizayn Konstrüksiyon,Sayı. 272.
- [193] Gür, N. Volkan, (2007), Mimaride Sürdürülebilirlik Kapsamında Değişken Yapı Kabukları İçin Bir Tasarım Destek Sistemi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

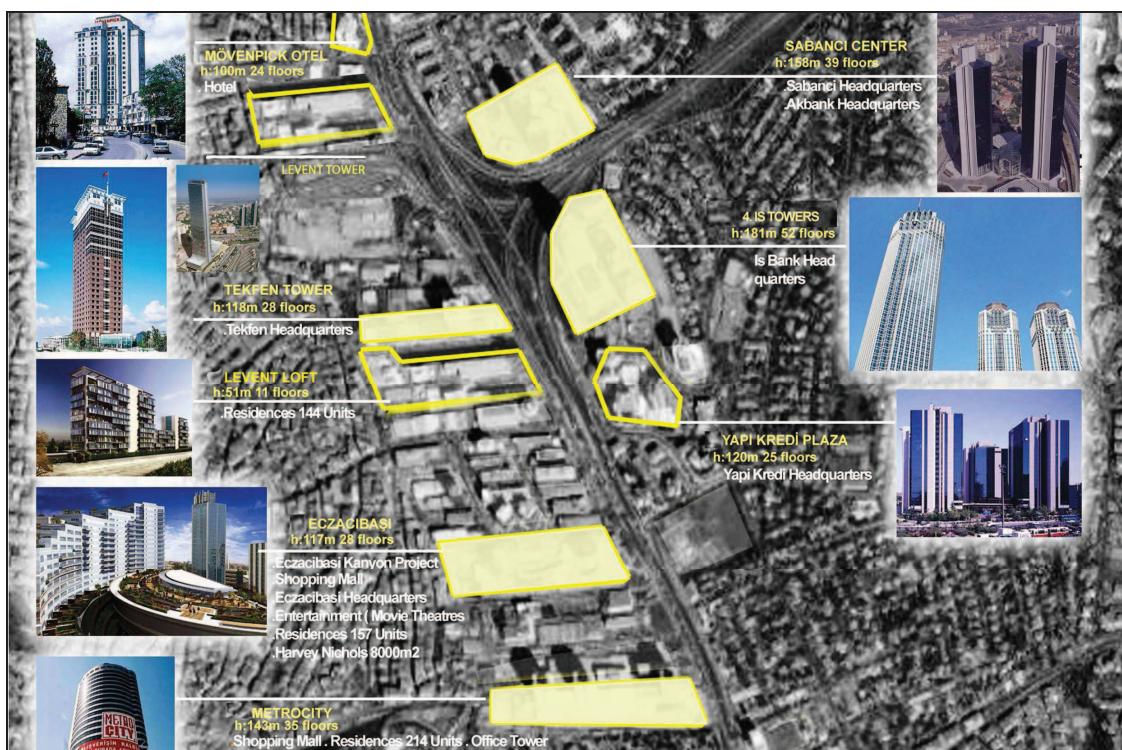
- [194] Debbie Lundberg, Structure Innovations, Architecture, Sayı.489, s.85.
- [195] Bilgiç, S., (2002), "Akıllı Cephe Sistemleri", Ege Mimarlık, Sayı:44.
- [196] BBRI, (2002), Vantilated Double Facades, Department Of Building Physics, Indoor Climate & Building Service, Belgian Building Research Institute, Belgium.
- [197] Lakot, E., (2007), Ekolojik ve Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Enerji Etkin Çift Kabuklu Bina Cephe Tasarımlarının Günümüz Mimarısındaki Yeri ve Performansı Üzerine Analiz Çalışması, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Trabzon.
- [198] Compagno, A., (2002), Intelligent Glass Façades, Birkhäuser Publishers, Basel.
- [199] Gür, N.,V., (2007), Mimaride Sürdürülebilirlik Kapsamında Değişken Yapı Kabukları İçin Bir Tasarım Destek Sistemi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- [200] Yapı yüksekliğinde bölüntüsüz ara boşluklu çift kabuklu cephe sisteminin uygulandığı Victoria Ensemble binası, [http://gaia.lbl.gov/hpbf/casest\\_r3.htm](http://gaia.lbl.gov/hpbf/casest_r3.htm), 3 Nisan 2011.
- [201] Güzel,N., (2008),Dokuz Eylül Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Sönmez ,A., (2008), Dokuz Eylül Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Gelişmiş Giydirmeye Cepheler, Dizayn Konstrüksiyon, İzmir.
- [202] Compagno, A., (2002), Intelligent Glass Façades, Birkhäuser Publishers, Basel.
- [203] Çift kabuklu cephe sistemi, [www.ebd.lth.se/avd%20ebd/main/personal/main/DoubleSkinFacades.html](http://www.ebd.lth.se/avd%20ebd/main/personal/main/DoubleSkinFacades.html), 5 Nisan 2006.
- [204] Gür, N.,V., (2007), Mimaride Sürdürülebilirlik Kapsamında Değişken Yapı Kabukları İçin Bir Tasarım Destek Sistemi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [205] Bilgiç, S., (2003), Akıllı Cephe Sistemleri, Ege Mimarlık, Sayı.44.
- [206] BBRI, (2002), Vantilated Double Facades, Department Of Building Physics, Indoor Climate & Building Service, Belgian Building Research Institute, Belgium.
- [207] Bilgiç, S., (2003), Akıllı Cephe Sistemleri, Ege Mimarlık, Sayı.44.
- [208] Lakot, E., (2007), Ekolojik ve Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Enerji Etkin Çift Kabuklu Bina Cephe Tasarımlarının Günümüz Mimarısındaki Yeri ve Performansı Üzerine Analiz Çalışması, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Fakültesi, Trabzon.
- [209] Bilgiç, S., (2003), Akıllı Cephe Sistemleri, Ege Mimarlık, Sayı.44.
- [210] Gür,N., V., (2007), Mimaride Sürdürülebilirlik Kapsamında Değişken Yapı Kabukları İçin Bir Tasarım Destek Sistemi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- [211] Compagno, A., (2002), Intelligente Glasfassaden: Material, Anwendung,

- Gestaltung, Birkhäuser Verlag, Basel.
- [212] Güzel, N., 2008, Dokuz Eylül Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Sönmez ,A., Dokuz Eylül Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi Gelişmiş Giydirme Cepheler, Dizayn Konstrüksiyon.
- [213] Keleş, Özklılıç, C., (2008), Türkiye'de Binalarda Enerji Verimliliği Açısından Fotovoltaik Sistemlerin Kullanılmasına Yönelik Bir İnceleme , İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- [214] Eke, R., Oktik ,Ş.(2000), 'Güneş –Elektrik Dönüşümleri ve Fotovoltaik Güç Sistemleri', Enerji Kaynakları Sempozyumu 13-15 Nisan 2000, Bildiri Kitabı, Çanakkale.
- [215] Altın, M, (2005), Research On The Architectural Use Of Photovoltaic(PV) Components in Turkey From The Viewpoint Of Building Shape; Doktora Tezi; Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- [216] Acarman, Tankut; 1996; Gunes Pillerinden Sebekeye Enerji Aktarılmasının Analizi ve Tasarımı; Yüksek Lisans Tezi; İTÜ Elektrik Mühendisliği Fakültesi, İstanbul.
- [217] Özdoğan, H.P., (2005), "Ekolojik Binalarda Bina Kabuğunda Kullanılan Fotovoltaik Panellerin Tasarım Bağlamında İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, YTÜ, FBE, İstanbul.
- [218] Altın, M, (2005), Research On The Architectural Use Of Photovoltaic(PV) Components in Turkey From The Viewpoint Of Building Shape, Doktora Tezi,Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- [219] Fotovoltaik sistemler, <http://www.eie.gov.tr/turkce/gunes/gunespv.html>, 21 Mart 2008.
- [220] Thomas, 2001, Çatı ve cephede kullanılan PV paneller
- [221] Celebi, G., (2002), Bina Dusey Kabuğunda Fotovoltaik Panellerin Kullanım İlkeleri; Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Fakültesi, Dergi, Sayı. 17.
- [222] Özdoğan, H.P., (2005), "Ekolojik Binalarda Bina Kabuğunda Kullanılan Fotovoltaik Panellerin Tasarım Bağlamında İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, YTÜ, FBE, İstanbul.
- [223] Thomas, 2001, Çatı ve cephede kullanılan PV paneller
- [224] Canan, F., (2003), "Mimaride Fotovoltaik Panel Uygulamaları", Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu 3-4 Ekim 2003, Kayseri.
- [225] Özdoğan, H.P., (2005), "Ekolojik Binalarda Bina Kabuğunda Kullanılan Fotovoltaik Panellerin Tasarım Bağlamında İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, YTÜ, FBE, İstanbul.
- [226] Canan, F., (2003), "Mimaride Fotovoltaik Panel Uygulamaları", Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu 3-4 Ekim 2003, Kayseri.
- [227] Thomas, 2001, Çatı ve cephede kullanılan PV paneller

- [228] Keleş, Özkılıç, C., (2008), Türkiye'de Binalarda Enerji Verimliliği Açısından Fotovoltaik Sistemlerin Kullanılmasına Yönelik Bir İnceleme , İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- [229] Altın, M., (2005), Research On The Architectural Use Of Photovoltaic(PV) Components in Turkey From The Viewpoint Of Building Shape; Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- [230] abit güneş kırıcı örneği - Celik, <http://www.pvdatabase.com>, 8 Nisan 2007.
- [231] Sabit güneş kırıcı detayı – Aluminyum, <http://www.pvdatabase.com>, 8 Nisan 2007.
- [232] Hareket edebilen PV modullu güneş kırıcı elemanlar, <http://www.pvdatabase.com>, 8 Nisan 2007.
- [233] Altın, M., (2005), Research On The Architectural Use Of Photovoltaic(PV) Components in Turkey From The Viewpoint Of Building Shape; Doktora Tezi; Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- [234] PV Panaller, The German Solar Energy society, 2006.
- [235] PV Panaller, [http://www.eurec.be/component?option=com\\_docman](http://www.eurec.be/component?option=com_docman) , 9 Ocak 2008
- [236] Keleş, Özkılıç, C., (2008), Türkiye'de Binalarda Enerji Verimliliği Açısından Fotovoltaik Sistemlerin Kullanılmasına Yönelik Bir İnceleme , İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- [237] Göksal, T., (2005), Çift Kabuk Cam Cephe Kuruluşları ve Enerji Etkin Tasarım, TTMD.
- [238] Daniels,K.,(1995),Technologie Des Ökologischen Bauens, Grundlagen und Massnahmen, Beispiele Und Ideen, Basel.
- [239] Kiraly, J., (1996), Architektur mit der Sonne, C.F. Müller Verlag, Heidelberg.
- [240] Freiburger Solarenergie-Führer, (1999-2000), Stadt Freiburg im Breisgau, Umweltschutzamt
- [241] Energiegerechtes Bauen und Modernisieren, Grundlagen und Beispiele für Architekten, Ingenieure und Bewohner, Birkhauser Verlag, (1996), Basel, Berlin, Boston.
- [242] Gonzalo, R., (1994), Energiebewusst Bauen, Wege zum solaren und energiesparenden Planen, Bauen und Wohnen, Edition Erasmus.
- [243] Weber, (1983), Kış bahçesinin işleyiş şeması, konut- Santa Fe.
- [244] Kiraly, J., (1996), Architektur mit der Sonne, C.F. Müller Verlag, Heidelberg.
- [245] Özdemir, B.B., (2005) Sürdürülebilir Çevre için binaların enerji ekin pasif sistemler olarak tasarlanması, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Fakültesi.
- [246] Çizer, E., (2008) ,VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, Yüksek Binalarda Enerji Yönetimi, Ek-2- 2001 yılı enerji tüketim dağılımı, Sayı.860.

- [247] Yılmaz, Z., (VII .Ulusal Tesisat mühendisliği kongresi ' Akıllı Binalar ve Yenilenebilir Enerji.
- [248] Kanyon İş Merkezi Ofis Alanları,  
[http://www.optima.web.tr/turkish/mechanical/referanslar\\_detay.php?reco\\_rID=198](http://www.optima.web.tr/turkish/mechanical/referanslar_detay.php?reco_rID=198), 09 Mayıs 2011
- [249] Kırkan, S., (2005), Çok Katlı Yüksek Yapıların Tasarımına Etki Eden Faktörlerin İrdelenmesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- [250] Çizer, E., (2008) ,VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, Yüksek Binalarda Enerji Yönetimi, Sabancı Center.

## KONTROL LİSTELERİ GERÇEKLEŞTİRİLEN YÜKSEK BİNALARIN VAZİYET PLANINDAKİ KONUMLARI



---

## KONTROL LİSTELERİ GERÇEKLEŞTİRİLEN YÜKSEK BİNALARIN PERSPEKTİFİ

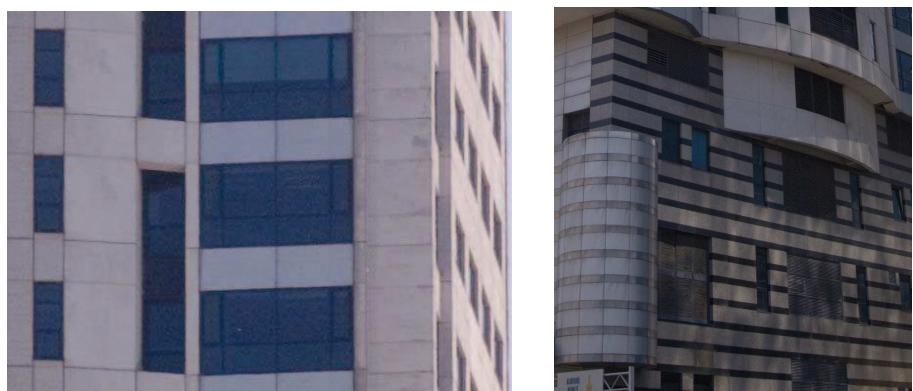


## SEÇİLEN YÜKSEK BİNALARIN GÖRÜNÜŞLERİ

### C-1 Metrocity 'nin Görünüsü



### C-2 Metrocity 'nin Cephesinden Görünüşler



**C-3 Sabancı Center Yüksek Binasından Görünüş**



**C-4 Sabancı Center Yüksek Binasının Cephesinden Görünüş**



**C-5 İş Bankası Kuleleri Yüksek Binasının Görünüşü**



**C-6 İş Bankası Kuleleri Yüksek Binasının Cephesinden Görünüş**



**C-7 Kanyon Yüksek Ofis Binasının Görünüşü**



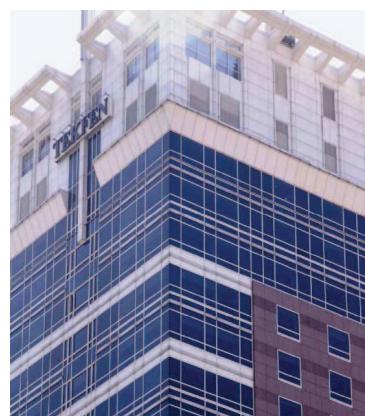
**C-8 Kanyon Yüksek Ofis Binasının Cephe Görünüşü**



**C-9 Tekfen Yüksek Ofis Binasının Görünüşü**



**C-10 Tekfen Yüksek Ofis Binasının Cephe Görünüşü**



## SEÇİLEN YÜKSEK BİNALARIN CEPHE TEMİZLİK SİSTEMLERİ

### D-1 Kanyon Temizlik Sistemi



### D-2 İşbankası Kuleleri Temizlik Sistemi



**D-3 Sabancı Center Cephe Temizlik Sistemi**

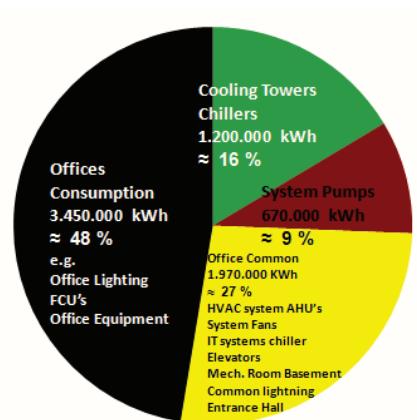
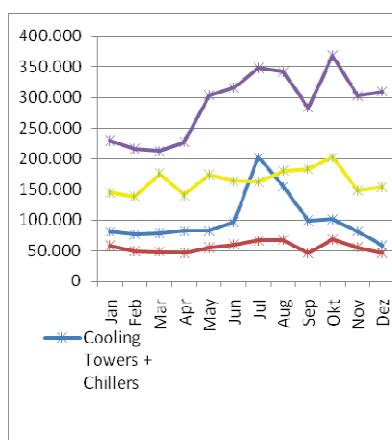


**D-4 Tekfen Cephe Temizlik Sistemi**

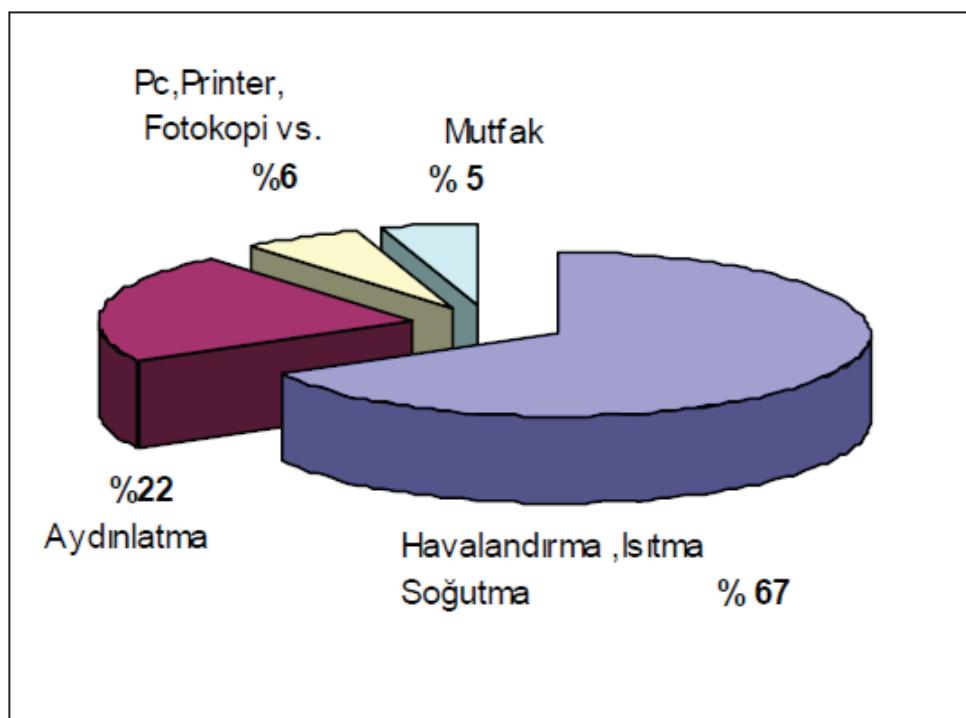


## STANDART BİR OFİS BİNASI ENERJİ ANALİZİ

(prof.Dr. Zerrin Yılmaz, Bina enerji performansı ve sertifikasyonunumu)

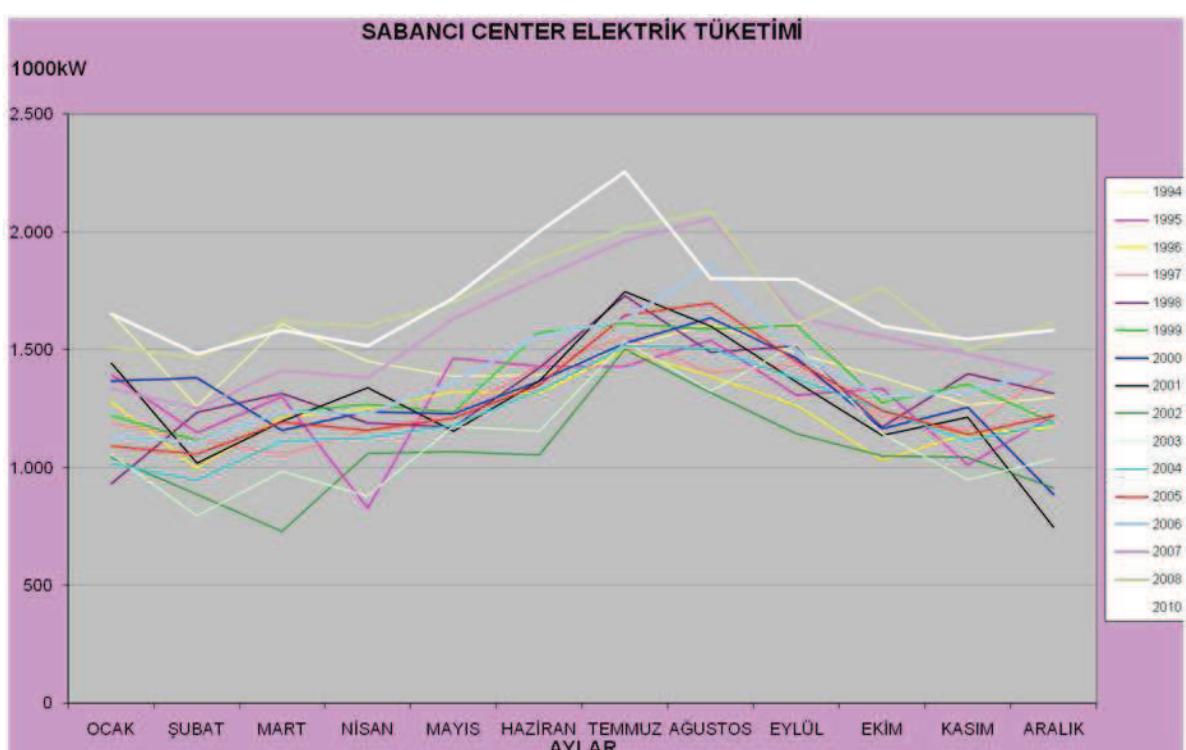


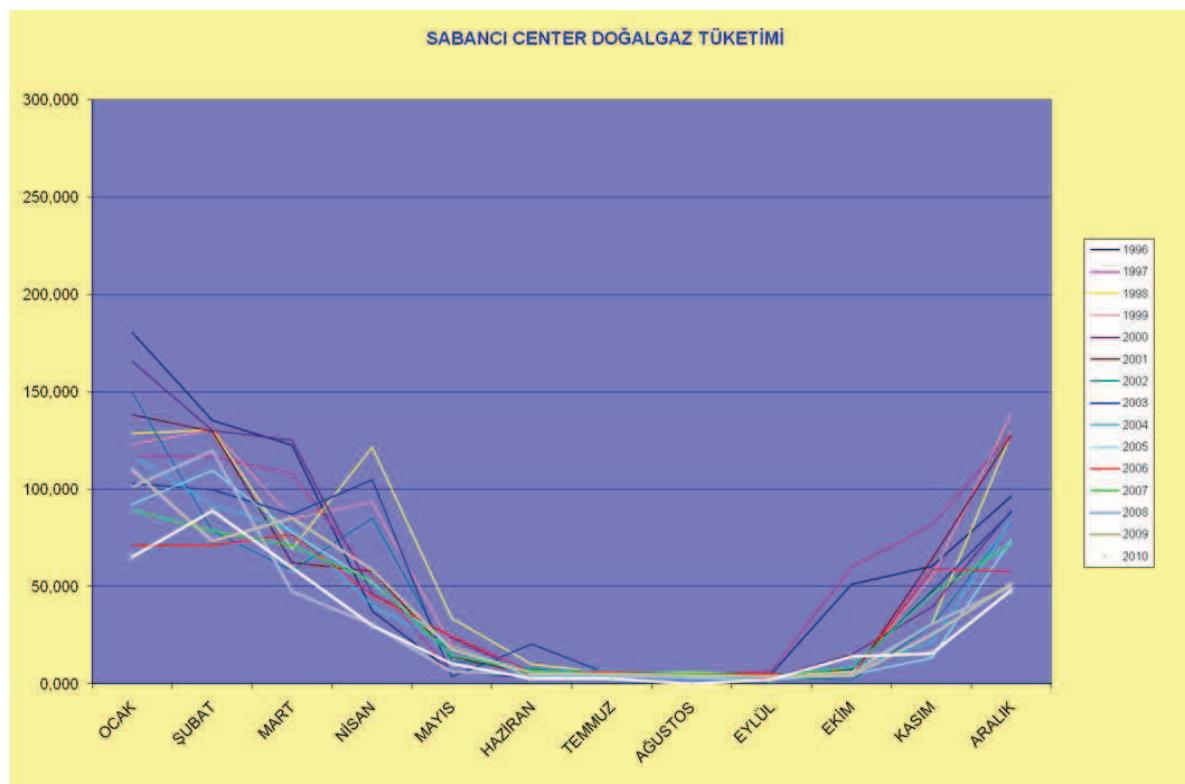
SABANCI CENTER 1999 YILI ENERJİ TÜKETİM DAĞILIMI [250]



**SABANCI CENTER YILLIK ELEKTRİK VE DOĞALGAZ TÜKETİMİ [250]**

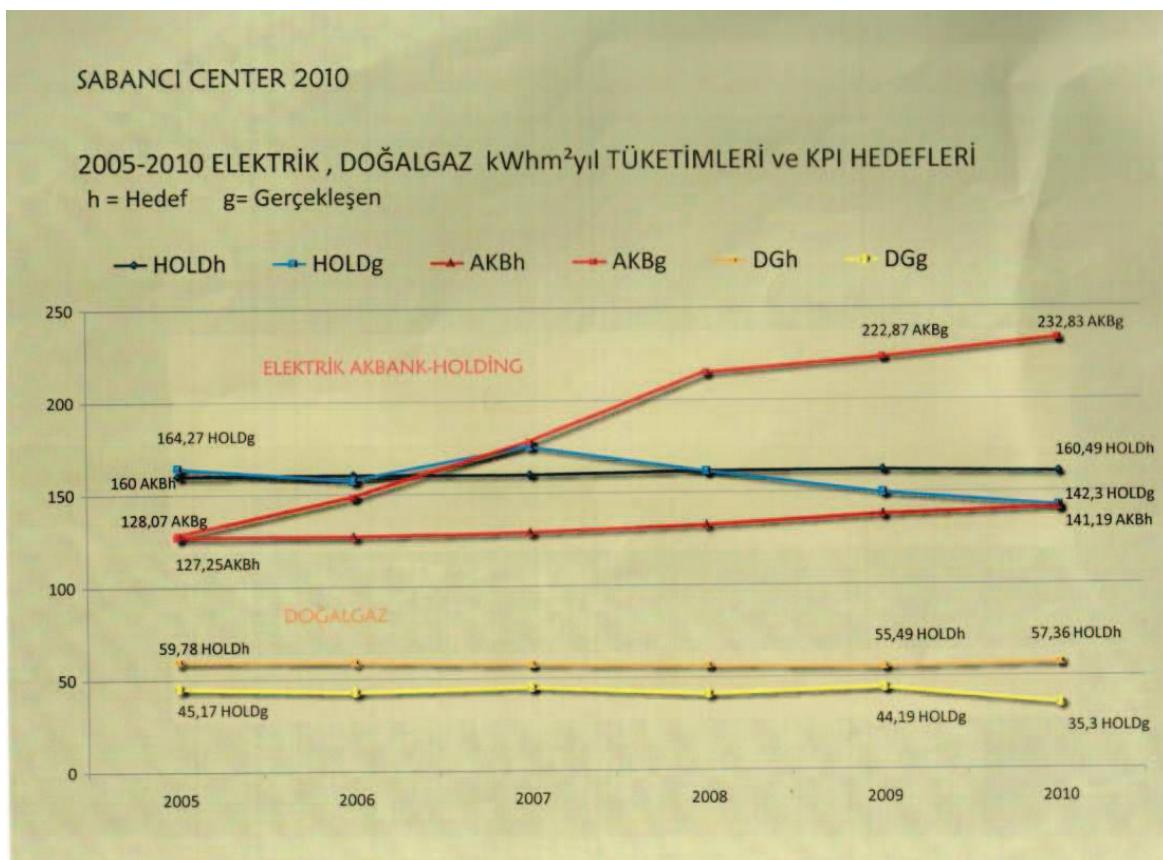
(Çizelge verileri Sabancı Center yönetiminden Sn. Eser Çizer tarafından hazırlanmıştır.)





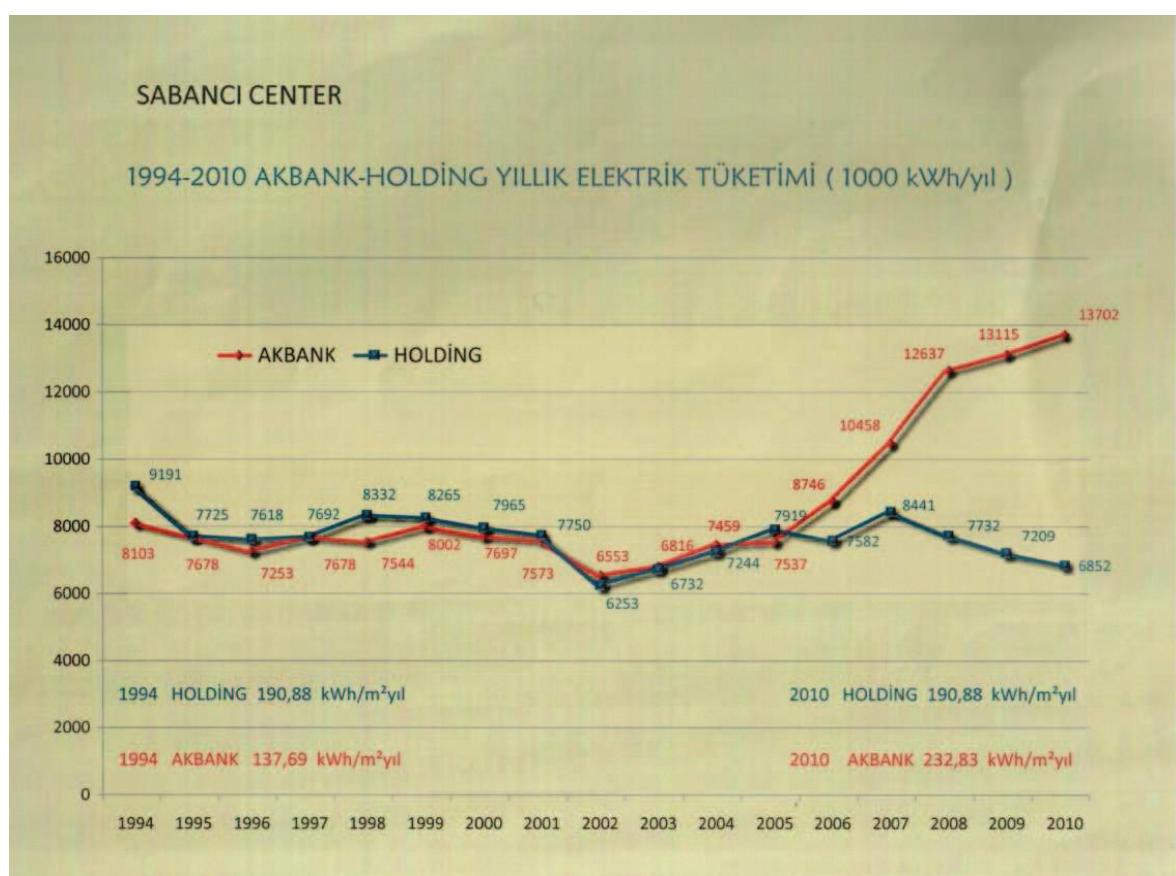
## 2005-2010 ELEKTRİK, DOĞALGAZ KWH/M<sup>2</sup>YIL TÜKETİMLERİ KPI HEDEFLERİ

(Çizelge verileri Sabancı Center yönetiminden Sn. Eser Çizer tarafından hazırlanmıştır.)



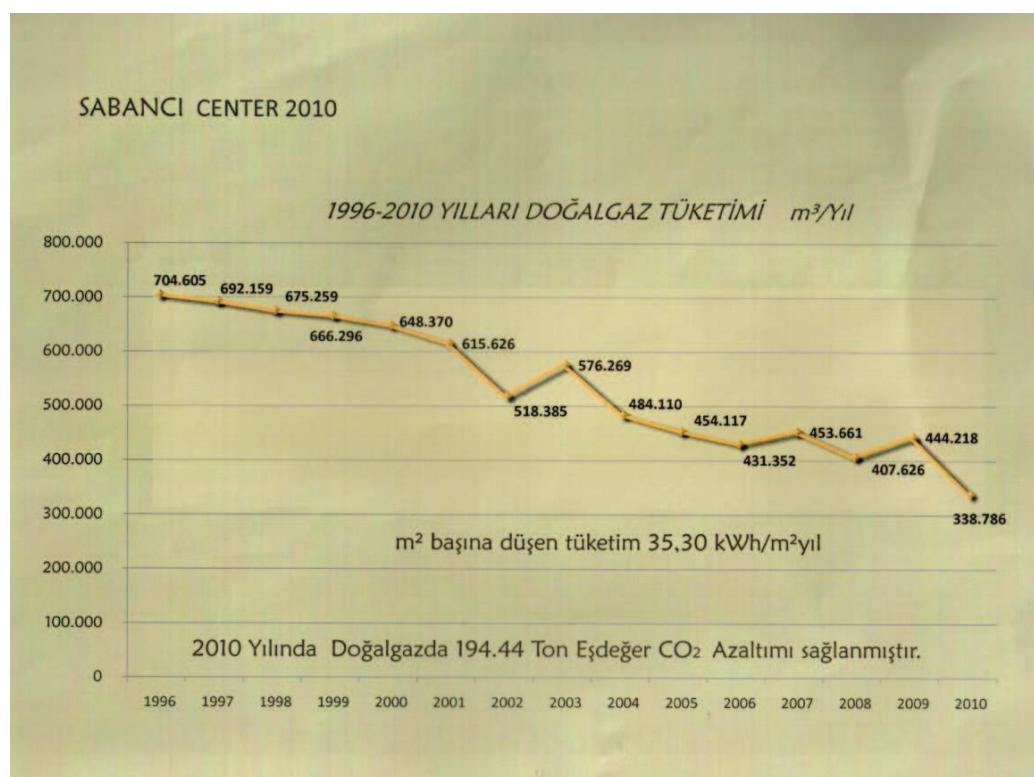
## 1994-2010 AKBANK-HOLDİNG YILLIK ELEKTRİK TÜKETİMİ(1000 KWH/YIL)

(Çizelge verileri Sabancı Center yönetiminden Sn. Eser Çizer tarafından hazırlanmıştır.)



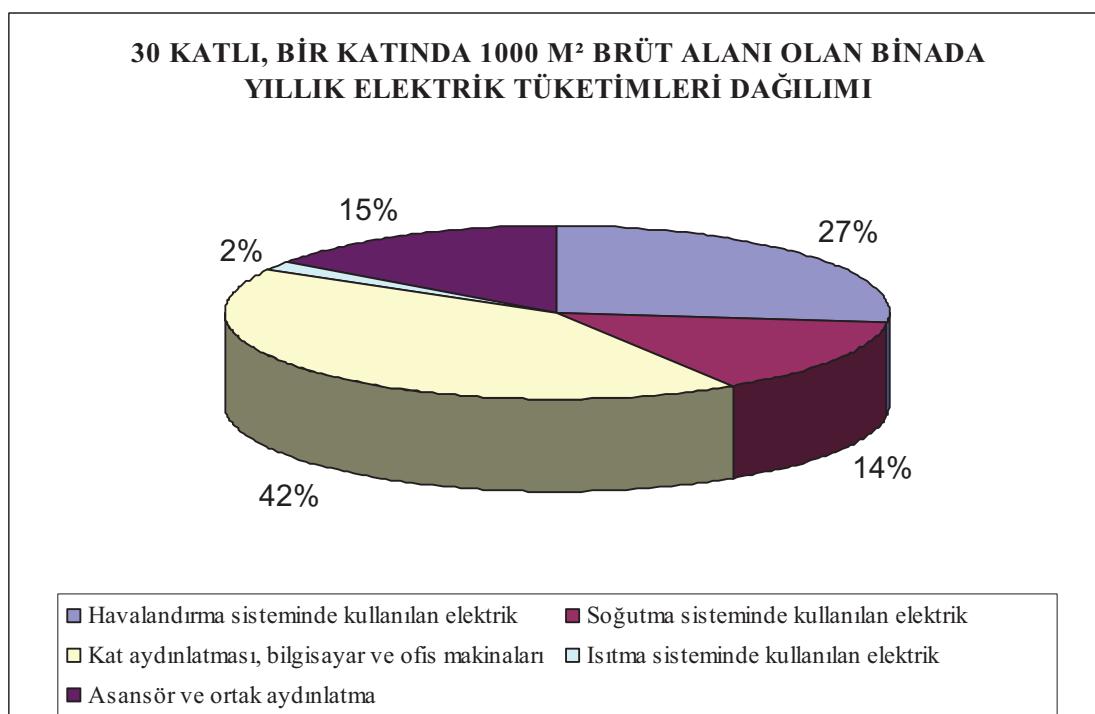
### **1996-2010 YILLARI DOĞALGAZ TÜKETİMİ(1000 M<sup>3</sup>/YIL)**

(Çizelge verileri Sabancı Center yönetiminden Sn. Eser Çizer tarafından hazırlanmıştır.)

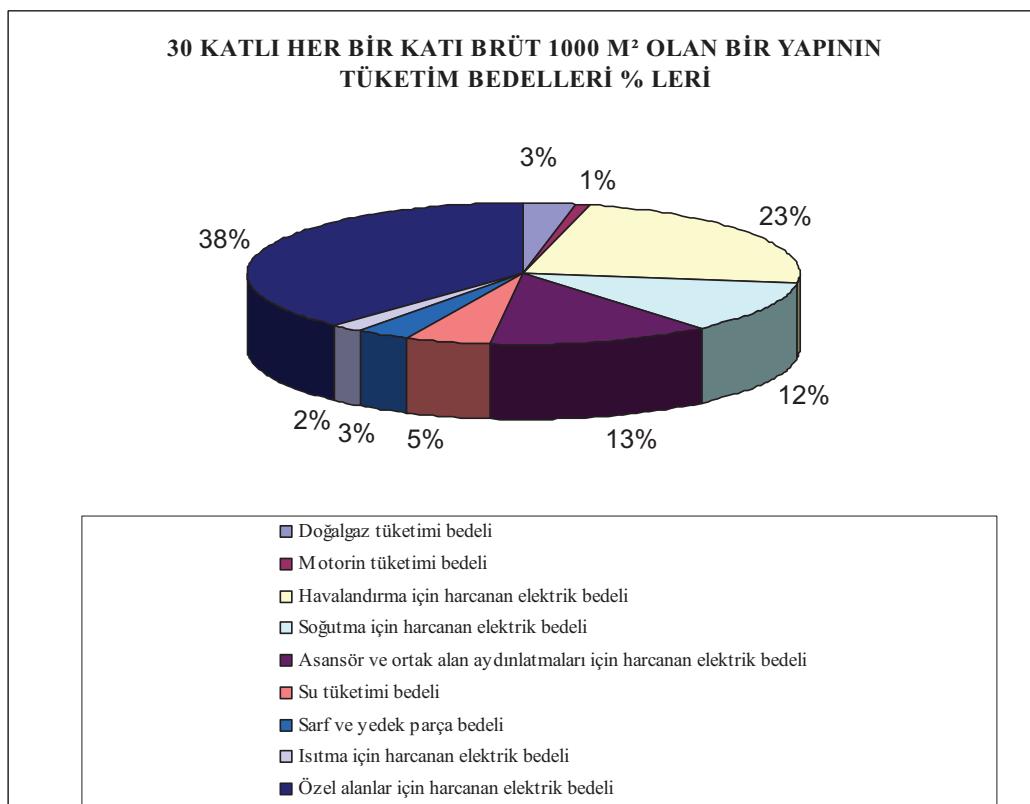


## 30 KATLI BİR KATINDA 1000 M<sup>2</sup> BRÜT ALANI OLAN BİNADA YILLIK ELEKTRİK TÜKETİMLERİ DAĞILIMI

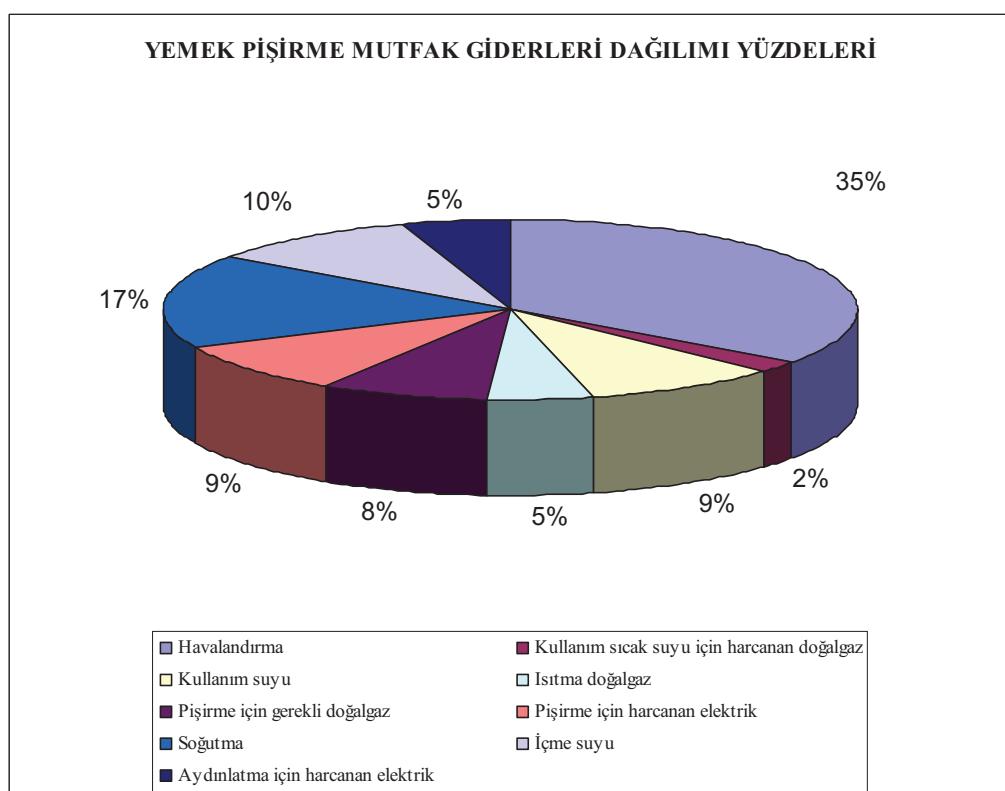
(Elektrik tüketimleri dağılımı için aşağıda belirtilen çizelge baz alınabilir.) (Kırımlı, T. , TTMD Dergisinden yararlanılmıştır.)



## 30 KATLI HER BİR KATI BRÜT 1000 M<sup>2</sup> OLAN BİR YAPININ TÜKETİM BEDELLERİ



### YEMEK PİŞİRME MUTFAK GİDERLERİ DAĞILIMI YÜZDELERİ



## SEÇİLEN YÜKSEK BİNALARIN ENERJİ KULLANIMINI AZALTAN AKILLI CEPHE SİSTEMLERİNİN İÇ ORTAM KALİTESİ VE KULLANICI MEMNUNİYETİ ANKET ÇALIŞMASI

YÜKSEK BİNALarda ENERJİ KULLANIMINI AZALTAN AKILLI CEPHE SİSTEMLERİ: TASARIM, UYGULAMA VE İŞLETME KRİTERLERİ KAPSAMINDA İSTANBUL'DA BULUNAN YÜKSEK OFİS BİNALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ		
KONU	NUMBER	DEĞERLENDİRME SORULARı(ENERJİ)-KULLANICI MEMNUNİYETİ
GENEL BİLGİLER	1	Anket yapan kişinin adı soyadı
	2	Anket yapan kişinin e-mail adresi
	3	Kaçinci katta çalışıyorsunuz?
	4	Çalışma alanınız yapının hangi cephesinde bulunuyor? (kuzey-güney-doğu-batı-k doğu-g doğu-g batı-k batı)
	5	Çalışırken baktığınız yön hangisidir? (kuzey-güney-doğu-batı-k doğu-g doğu-g batı-k batı)
	6	Gün ışığını hangi yönden alırsınız? (karşıdan-arkadan-soldan-sağdan)
	7	Çalıştığımız alanda dış pencereye yakın mı? (4.5 m dahilinde)
	8	Çalıştığımız alanın yerlesimi(tarifi) A,B,C seçeneklerinden 1 tanesi seçilmelidir.
	9	A.Tek mekan-serbest plan ise  Bireysel çalışma alanında Birkaç kişilik çalışma birimlerinde Diğer (lütfen belirtiniz)
GENEL BİLGİLER		Göz hizasının altında bölücü panolar Göz hizasının üstünde bölücü panolar Bölücü yok Diğer (lütfen belirtiniz)
		B.Bir kaç kişilik çalışma alanları ise  Göz hizasının altında bölücü panolar Göz hizasının üstünde bölücü panolar Bölücü yok Diğer (lütfen belirtiniz)
		C.Ozel Odalar ise  Şeffaf duvarlar Diğer (lütfen belirtiniz)
	1	Çalışma masanızdaki doğal aydınlatık düzeyi nedir?  yetersiz/hosnuttur değilim yeterli/hosnuttum aşırı/hosnuttur değilim
	2	Çalışma masanızdaki yapay aydınlatık düzeyi nedir?  yetersiz/hosnuttur değilim yeterli/hosnuttum aşırı/hosnuttur değilim
	3	Çalışma masanızdaki aydınlatık düzeyinden  Hoşnuttur değilim Orta Hoşnuttum/sorun yok
	4	Direk gelen gün ışığının sebep oldukları parlamlar ve aşırı kontrastan  Hoşnuttur değilim Orta Hoşnuttum/sorun yok
	5	Camlarda renkli filtre kullanılmışsa (grı,kahve rengi,mavi gibi) bu siz nasıl etkiliyor?  Kullanılmamış etkilemiyor Rahatsız etmiyor Depresyon Baş Ağrısı Doğal aydınlatma yetersiz Diğer (lütfen belirtiniz)
	6	Görsel konfor koşullarından hoşnuttur değilseniz aşağıdakilerden hangisi/hangileri sizin için sorun teşkil etmektedir.?  Kontrol olanağı yok(aynı mekanda birden fazla kişinin çalışması sebebiyle) Bilgisayar ekranında yansıtma olması Kontrol edilebilir gölgeleme elemanı yok Cepheye uzakım Bölgesel aydınlatma yok Diğer (lütfen belirtiniz)
	7	Görsel konfor koşulları ile ilgili olarak eklemek istediğiniz eksikliğini duyduğunuz bir konu var mı?

İSİSAL KONFOR VE İÇ HAVA KALİTESİ	<b>8</b>	Oturduğunuz yerdeki doğal havalandırma düzeyi?
		yetersiz/hoşnut değilim
		yeterli/hoşnutum
		aşırı/hoşnut değilim
	<b>9</b>	Oturduğunuz yerdeki yapay havalandırma düzeyi?
		yetersiz/hoşnut değilim
		yeterli/hoşnutum
		aşırı/hoşnut değilim
	<b>10</b>	Yaz aylarında ısisal konfor koşullarından
		yetersiz/hoşnut değilim
		yeterli/hoşnutum
		aşırı/hoşnut değilim
		Hoşnut değilseniz,olması gerekenden
		Daha sıcak
		Daha soğuk
	<b>11</b>	Kış aylarında ısisal konfor koşullarından
		yetersiz/hoşnut değilim
		yeterli/hoşnutum
		aşırı/hoşnut değilim
		Hoşnut değilseniz,olması gerekenden
		Daha sıcak
		Daha soğuk
	<b>12</b>	İsisal konfor koşulları en çok hangi zamanlarda problem oluyor?
		Pazartesi günleri
		Öğleden sonra
		Gündüz
		Öğlen
		Diğer (lütfen belirtiniz)
	<b>13</b>	İsisal konfor koşullarından hoşnut değilseniz aşağıdakilerden hangisi/hangileri sizin için sorun teşkil etmektedir.?
		Güneş ışınları kontrol elemanı yok
		Menfezler ayıranamıyor
		İçeride dolaşan hava nemli
		İçeride dolaşan hava kuru
		Bireysel kontrol olanlığı yok
		Ortamda fazla hava akımından rahatsızım
		Doğal havalandırma kaynaklarına (pencere) yeteri kadar yakın değilim
		Çevremdeki yüzeylerden(duvar,pencere,vb.) soğuk/sıcak geliyor/yalıtm yetersiz
		Doğal havalandırma olanağı yok/pencereler açılmıyor.
		Diğer (lütfen belirtiniz)
	<b>14</b>	İsisal konfor koşulları ile ilgili olarak eklemek istediğiniz eksikliğini duyduğunuz bir konu var mı?

İÇ HAVA KALİTESİ	<b>15</b>	Çalışma mekanındaki iç hava kalitesinden
		Hoşnut değilim
		Orta
		Hoşnutum/sorun yok
	<b>16</b>	İç hava kalitesinden hoşnut değilseniz aşağıdakilerden hangisi/hangileri sizin için sorun teşkil etmektedir.?
		Doğal havalandırmadan yarlanamıyorum
		İç mekandaki taze hava yok/yetersiz
		Taze hava kaynaklarına uzakım
		İç hava kalitesi sensörleri yok(CO <sub>2</sub> sensörü gibi)
		Diğer (lütfen belirtiniz)
	<b>17</b>	İç hava kalitesi ile ilgili olarak eklemek istediğiniz eksikliğini duyduğunuz bir konu var mı?

<b>İŞSEL KONFOR</b>	<b>18</b>	Çalışığınız mekandaki işsizel konfordan
		Hoşnut değilim
		Orta
		Hoşnutum/sorun yok
	<b>19</b>	İşsizel konfor koşullarından hoşnut değilseniz aşağıdakilerden hangisi/hangileri sizin için sorun teşkil etmektedir? :
		Dişardan gelen gürültüler
		Diğer (lütfen belirtiniz)
	<b>20</b>	İşsizel konfor koşulları ile ilgili olarak eklemek istediğiniz eksikliğini duyduğunuz bir konu var mı?
	<b>23</b>	Aşağıdaki sebepler açısından çalışma alanınızın tefriş(yerleşimi )konusunda
		<b>Aydınlık</b>
		Kesinlikle hoşnut değilim
		Hoşnut değilim
		Orta
		Hoşnutum
		Kesinlikle hoşnutum
		<b>İsizal konfor</b>
		Kesinlikle hoşnut değilim
		Hoşnut değilim
		Orta
		Hoşnutum
		Kesinlikle hoşnutum
		<b>İç hava kalitesi</b>
		Kesinlikle hoşnut değilim
		Hoşnut değilim
		Orta
		Hoşnutum
		Kesinlikle hoşnutum
		<b>İşsizel konfor</b>
		Kesinlikle hoşnut değilim
		Hoşnut değilim
		Orta
		Hoşnutum
		Kesinlikle hoşnutum
	<b>25</b>	Sizce aşağıdakiler üretkenliğinizin üzerinde ne kadar etkilidir?
		Görsel konfor koşulları(aydınlatık vb.)
		Hiç etkili değil
		etkili değil
		orta
		etkili
		Çok etkili
		İsizal konfor koşulları(sıcaklık,havalandırma vb.)
		Hiç etkili değil
		etkili değil
		orta
		etkili
		Çok etkili
		İşsizel konfor koşulları
		Hiç etkili değil
		etkili değil
		orta
		etkili
		Çok etkili
		<b>İç hava kalitesi</b>
		Hiç etkili değil
		etkili değil
		orta
		etkili
		Çok etkili
		Çalışma birimlerinin yerleşimi
		Hiç etkili değil
		etkili değil
		orta
		etkili
		Çok etkili
		Çalışma mekanının malzeme seçimi
		Hiç etkili değil
		etkili değil
		orta
		etkili
		Çok etkili

26	Aşağıdakiler sizce ne kadar tercih edilebilir?
	Bireysel çevre kontrol elementleri(Işı,aydınlatık,ç hava kalitesi, vb.)
	Kesinlikle tercih etmem
	Tercih etmem
	Orta
	Tercih ederim
	Kesinlikle tercih ederim
	Kontrol edilebilir gölgeleme elemanı
	Kesinlikle tercih etmem
	Tercih etmem
	Orta
	Tercih ederim
	Kesinlikle tercih ederim
	Pencerenin açılabilirliği
	Kesinlikle tercih etmem
	Tercih etmem
	Orta
	Tercih ederim
	Kesinlikle tercih ederim
	Ç hava kalitesi sensörleri
	Kesinlikle tercih etmem
	Tercih etmem
	Orta
	Tercih ederim
	Kesinlikle tercih ederim
	Camların şeffaf olması
	Kesinlikle tercih etmem
	Tercih etmem
	Orta
	Tercih ederim
	Kesinlikle tercih ederim
	Çalışma alanının gün ışığından ve doğal havalandırmadan yararlanmaya yakın yerde olması
	Kesinlikle tercih etmem
	Tercih etmem
	Orta
	Tercih ederim
	Kesinlikle tercih ederim
27	Çalışma alanınızın dış ortam ile ilişkisi açısından aşağıdakilerden hangisi size uyuyor?
	Ortadığum yerden dış ortamı ve günlük değişiklikleri(mevsimsel ve gece-gündüz) algılayabilmek istiyorum,uzaktım hoşnut değilim.
	Çevre binalar çok yakını
	Çevre binalardan ışık yansıyor,hoşnut değilim
	Çevre binaları görevbilediğim için hoşnutum
	Çevre binarı gördüğüm için hoşnut değilim
	Hareketli bir manzara var,tercih ederim
	Sadece gökyüzünü algılamaktan hoşnutum
	Sadece gökyüzünü algılamak sıkıcı
	Çevre binalar çok yakın, „mahremiyet yok
	Diğer(belirtiliniz?)
28	Çalışma yerinizde /çalışma saatleri boyunca aşağıdaki rahatsızlıkların hangisini/hangilerini yaşıyorsunuz?
	Stres
	Uyumsuzluk
	Depresyon
	Konsantrasyon bozukluğu
	Baş ağrısı
	Gözlerde yanma/kaşıntı
	Gözlerde kamaşma
	Gözlerde yorulma/ağrı
	Halsizlik
	Uykusuzluk
	Burunda kaşıntı
	Solunum yolu rahatsızlığı
	Sık gribal enfeksiyona yakalanma
	alerjik şikayetler
	Rahatsızlığım yok
	Diğer(belirtiliniz?)
29	Çalışma ortamınızın fiziksel atmosferin aşağıdakilerden i en iyi hangisi/hangileri tanımlar
	(Koşullu,çirkin,zurzulu,küükiksiz,konforsuz,donuk,dilendirici/sakın,olağan,basit,güzel,göz kamagraşıcı(renkler),parlak,yeşili,sıcak,depresif,Diğer(belirtiliniz?)

<b>GENEL</b>	<b>30</b>	Yüksek yapılarda çalışılması açısından uygunluğu
		Kesinlikle hoşnut değilim
		Hoşnut değilim
		Orta
		Hoşnutum
		Kesinlikle hoşnutum
		İlgilendirmiyor
	<b>31</b>	Yüksek yapılarda yaşanılması açısından uygunluğu
		Kesinlikle hoşnut değilim
		Hoşnut değilim
		Orta
		Hoşnutum
		Kesinlikle hoşnutum
		İlgilendirmiyor
	<b>32</b>	Bütün bu durumlar dikkate alındığında genel olarak çalışma ortamınız
		Kesinlikle konforsuz
		Konforsuz
		Orta
		Konforlu
		Kesinlikle konforlu
	<b>33</b>	Genel olarak çalışma ve yaşama ortamınız ile ilgili olarak eklemek istediğiniz eksikliğini duyduğunuz bir konu varsa lütfen belirtiniz?

## ÖZGEÇMİŞ

---

### KİŞİSEL BİLGİLER

<b>Adı Soyadı</b>	: Meltem Kalafat
<b>Doğum Tarihi ve Yeri</b>	: 26.03.1984
<b>Yabancı Dili</b>	: İngilizce
<b>E-posta</b>	: meltemkalafat@gmail.com

### ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y. Lisans	Mimarlık	Yıldız Teknik Üniversitesi	2011
Lisans	Mimarlık	Yıldız Teknik Üniversitesi	2007
Lise	Sayısal	TED Kayseri Koleji	2002

### İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2007-Halen	Aygün Alüminyum San. Tic. A.Ş.	Mimar
2005-2006	Yapı Kredi Koray İnşaat Şirketi	Stajyer Mimar
2002-2005	Buranlar İnşaat Şirketi	Stajyer Mimar