

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

OFİS YAPILARINDA İKLİME UYARLI CEPHE
TASARIMLARININ İRDELENMESİ



Hande BERKMEN ÇELİKAĞ

Şubat, 2023
İZMİR

OFİS YAPILARINDA İKLİME UYARLI CEPHE TASARIMLARININ İRDELENMESİ

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi

Mimarlık Anabilim Dalı, Yapı Bilgisi Programı



Hande BERKMEN ÇELİKAĞ

Şubat, 2023

İZMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

HANDE BERKMEN ÇELİKAĞ, tarafından **PROF. DR. MÜJDE ALTIN** yönetiminde hazırlanan “**OFİS YAPILARINDA İKLİME UYARLI CEPHE TASARIMLARININ İRDELENMESİ**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Müjde ALTIN

Yönetici

Prof. Dr. Koray KORKMAZ

Jüri Üyesi

Doç. Dr. Ahmet Vefa ORHON

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Okan FISTIKOĞLU

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca beni destekleyen, birikim ve tecrübeleriyle araştırmalarımın katkı sağlayan, danışman hocam sayın Prof. Dr. Müjde ALTIN'a destek ve alakalarından dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Ofislerinde projeleri ile ilgili bütün bilgileri çekinmeden paylaşan AY Yapı Mimarlık kurucuları, Sayın Ahmet SAYAR ile Sayın D. Turgut ÇIKIŞ'a ve Y. Mimar Ahmet KARAÇÖL'e içtenlikle teşekkür ederim.

Ayrıca İzmir Ticaret Odası Başkanlık Binası ile ilgili teknik bilgileri ve kullanım tecrübelerini paylaşan kurum yetkilileri Sayın Kadir KOCATÜRK'e ve Sayın Onur DÜLGER'e de tez sürecinde yardım ve katkılarından ötürü çok teşekkür ederim.

Son olarak, her zaman yanımda olan sevgili eşim Y. Mimar M. Gökhan ÇELİKAĞ'a, annem Nurhan BERKMEN, babam T. Süha BERKMEN ve ablam Merve BERKMEN'e tüm destekleri ve bana olan inançlarından dolayı teşekkür ederim.

Sevgili dedem ve babaanneme...

Hande BERKMEN ÇELİKAĞ

OFİS YAPILARINDA İKLİME UYARLI CEPHE TASARIMLARININ İRDELENMESİ

ÖZ

İnşaat sektöründe endüstrileşme ve teknoloji ile gelişen yapısal malzemeler, yapılarda konfor koşullarını sağlamak için kullanılan enerjinin tükenmez ve ucuz gibi görünmesi, cam vb. gibi şeffaf yüzeylerin bina cephelerinde büyük boyutlarda ve yoğunlukla kullanılmaya başlanmasına olanak sağlamıştır. Çevre koşullarını dikkate almadan tasarlanan bu cepheler iç mekânlarda yazın aşırı ısınmalara, kışın ise ısı kayıplarına neden olmaktadır. Bununla birlikte, geleneksel mimaride kullanılan manuel veya sabit cephe sistemleri, zaman içerisinde esnek çözümlü modern bina tasarımlarına cevap veremez olmuştur. Bu durum tasarımcıları, günümüz modern yapılarının ihtiyaçlarına cevap verebilecek yeni teknolojik cephe sistemleri geliştirmeye yönlendirmiştir. Bu bağlamda geliştirilen yeni cephe sistemlerinden birisi de, kullanıcı ihtiyaçlarını dikkate alıp, çevre koşullarına göre kendini uyarlayarak iç mekân konforunu sağlayan ve bu sayede yapıda kullanılan enerji miktarını azaltan ıklime uyarlı cephe sistemleridir. Literatürde henüz çok yeni bir yere sahip olan ve ortak bir akademik tanımı bulunmayan bu cephe sistemleri, zaman içerisinde birçok araştırmacının dikkatini çekmiştir. Bu çalışma kapsamında, ıklime uyarlı cephe sistemlerinin günümüz kent hayatında kullanıcıların zamanlarının büyük bir kısmını geçirdikleri çalışma alanları olan ofis yapılarındaki kullanımı üzerinde durulmuştur. Bu çalışmanın amacı, modern ofis yapılarında güneş ve rüzgâr gibi dış çevresel faktörler ile dönüşebilen ıklime uyarlı cephelerin kullanımı ile verimlilik ve konfor koşullarının artırılmasının tespitidir. Bu amaçla, ıklime uyarlı cephelerin çalışma sistemleri irdelenmiş, uyarlılık kavramı ele alınarak bu cephe sistemlerinin temel prensipleri açıklanmıştır. Ayrıca, çeşitli yapı tipolojilerinde uygulanmış olan ıklime uyarlı cephe sistemleri ofis yapıları ile sınırlandırılarak, inşa edilmiş ıklime uyarlı cephe örnekleri irdelenerek bu sistemlerin kullanımları analiz edilmiştir.

Anahtar kelimeler: İklime uyarlı cephe sistemleri, ofis yapıları, uyarlılık, bina performansı, ofis yapılarında konfor koşulları, enerji verimliliği

EXAMINATION OF CLIMATE ADAPTIVE FAÇADE DESIGN IN OFFICE BUILDINGS

ABSTRACT

Large transparent glazed surfaces have been intensively utilized on buildings, by the development of new construction technologies. These transparent façades, which avoid environmental conditions, cause overheating for the buildings' internal spaces during summer, and heat losses during winter seasons. Manual or fixed solar control systems, which were used in traditional architecture for, have not been able to respond to the flexible designs of today's architecture. This has led designers to develop new facade technologies that can meet the needs of today's modern buildings. One of this alternative technologies is climate adaptive façade systems, which take into account the needs of the users and adapt themselves according to the environmental conditions. These systems, which are quite new in the literature, have attracted the attention of many researchers but there is no common academic definition and classification accepted so far. The use of climate adaptive facade systems in office buildings, has been focused within the scope of this study. The aim of the research is to determine how to increase energy efficiency and comfort conditions in modern office buildings, by using climate adaptive facades, those can be transformed by external environmental factors such as sun and wind. Therefore, the active systems of current adaptive facades were examined in office buildings. Firstly the concept of adaptability was discussed and the basic principles of these facade systems were explained. Then the use of climate adaptive facades was analyzed by examining the samples of climate adaptive facades.

Keywords: Climate adaptive façade systems, office buildings, adaptivity, building performance, comfort conditions in office buildings, energy efficiency

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZ	iv
ABSTRACT.....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
TABLolar LİSTESİ.....	xii
KISALTMALAR	xiii
SEMBOLLER LİSTESİ.....	xv

BÖLÜM BİR-GİRİŞ..... 1

1.1 Araştırmanın Arka Planı.....	4
1.2 Problemin Tanımlanması.....	6
1.3 Araştırmanın Amaç ve Önemi	6
1.4 Araştırmanın Yöntemi, Kapsamı ve Sınırları	8

BÖLÜM İKİ-UYARLI KAVRAMI, UYARLI CEPHELER VE SINIFLANDIRMALARI..... 9

2.1 Uyarlı Tanımı	9
2.2 Uyarlanabilir Mimarinin Ortaya Çıkışı ve Gelişimi.....	10
2.2.1 Sosyokültürel Faktörler	13
2.2.2 Eko-politik Faktörler	14
2.2.3 Çevresel Faktörler	15
2.2.4 Teknolojik Faktörler	16
2.3 Uyarlı Cepheler ve Özellikleri.....	20
2.4 Literatürde Konuyla İlgili Mevcut Çalışmalar	23
2.4.1 Aktif (Active).....	26
2.4.2 Adaptif (Adaptive).....	26
2.4.3 Akıllı (Intelligent)	26
2.4.4 Etkileşimli (Interactive)	27
2.4.5 Kinetik (Kinetic)	28

2.4.6 Tepki Veren (Responsive)	28
2.4.7 Zeki (Smart)	29
2.5 Uyarlı Cephe Sistemlerinin Sınıflandırılması	29
2.5.1 Gelecekte umut vadeden cephe sistemlerine göre sınıflandırma	30
2.5.2 Uyarlı cephe sistemlerinin “değişim” olgusuna göre sınıflandırma ...	30
2.5.3 Uyarlı cephe sistemlerinin uyarlılık barındırdıkları yapısal seviyeye göre sınıflandırma.....	30
2.5.4 Uyarlı cephe sistemlerinde kullanılan teknolojiye göre sınıflandırma	31
2.5.5 Uyarlı cephe sistemlerinin işlevine göre sınıflandırma.....	35
2.5.6 Uyarlı cephe sistemlerinin hareket ve kontrol sistemlerine göre sınıflandırma.....	37

BÖLÜM ÜÇ- OFİS KAVRAMI, OFİS KAVRAMININ TARİHSEL SÜREÇTE GELİŞİMİ..... 40

3.1 Ofis Kavramı	40
3.2 Ofis Kavramının Tarihsel Süreçte Gelişimi	42
3.3 Ofis Yapılarının Konfor Koşullarını Etkileyen Faktörler	44
3.3.1 Görsel Konfor-Aydınlatma Faktörü.....	46
3.3.1.1 Doğal Aydınlatma	49
3.3.1.2 Yapay Aydınlatma:.....	50
3.3.2 İşitsel Konfor-Gürültü Faktörü	50
3.3.3 Termal Konfor.....	52

BÖLÜM DÖRT- OFİS YAPILARINDA İKLİME UYARLI CEPHE SİSTEMLERİNİN KULLANIMI 55

4.1 Promega Kornberg Merkezi	55
4.2 Sisag Kampüs	60
4.3 İzmir Ticaret Odası Yeni Hizmet Binası (İZTO)	64
4.4 CJ CheilJedang Araştırma ve Geliştirme Merkezi	68
4.5 EY (Ernst & Young) Merkezi	72

4.6 PNC Plaza Kulesi	79
4.7 San Francisco Kamu Hizmetleri Komisyonu Genel Merkezi (SFPUC)	85
4.8 Media-Tic Binası	89
4.9 Chandler Belediye Binası	100
4.10 ThyssenKrupp Genel Merkezi, Q1 Binası.....	103
4.11 Marché International Ofis Binası	107
 BÖLÜM BEŞ-SONUÇLAR	111
 KAYNAKLAR.....	119



ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1.1 Tüketilen enerji miktarının sektörlere göre dağılımı	3
Şekil 2.1 Uyarlı cephelerin gelişimini etkileyen olaylar	11
Şekil 2.2 Uyarlı cephelerin gelişimini etkileyen faktörler	12
Şekil 2.3 Arap Dünya Enstitüsü binası cephesi ve farklı durumları	13
Şekil 2.4 James Graham Ballard, Vermilion Sands kitap kapağı	14
Şekil 2.5 Uzaktan kumanda ile açılabilen garaj kapısına ait ilk yayın.....	16
Şekil 2.6 Peter Cook, 1964, Plug-in City ütopyası	18
Şekil 2.7 Buckminster Fuller'in Montreal Expo pavyon yapısı.....	19
Şekil 2.8 Montreal Expo pavyonu kanvas güneşlik pozisyonları	19
Şekil 2.9 Mike Davis'in çok işlevli duvarı.....	20
Şekil 2.10 L. Aelenei vd. (2018)'ne ait sınıflandırma çalışması.....	31
Şekil 2.11 Matin, Eydgahi ve Shyu (2017) sınıflandırma sistemi	32
Şekil 2.12 Velasco, Brakke ve Chavarro 'nin önerdikleri sınıflandırma sistemi.....	37
Şekil 3.1 Işık ve insan arasındaki uyaran-tepki ilişkisi	46
Şekil 3.2 Yapı içerisinde meydana gelen gürültünün nedenleri.....	51
Şekil 4.1 Promega Kornberg Merkezi.....	56
Şekil 4.2 Üç feetlik hava boşluğunda yer alan gölgeleme elemanları ve manuel açılır kanatlar	56
Şekil 4.3 Kış mevsimlerinde çift katmanlı cephenin tepkisi.....	57
Şekil 4.4 Yaz ve geçiş mevsimlerinde, gündüz saatlerinde, çift katmanlı cephenin tepkisi	57
Şekil 4.5 Yaz ve geçiş mevsimlerinde, akşam saatlerinde, çift katmanlı cephenin tepkisi.....	58
Şekil 4.6 Doğal havalandırma eskizi.....	59
Şekil 4.7 Sisag kampüsünde yeni inşaa edilen bina	61
Şekil 4.8 Elektrokromik cam sisteminin çalışma prensibi	62
Şekil 4.9 Sisag Kampüs yapısı cephe sistemi kesitleri	63
Şekil 4.10 İZTO hizmet binası	65
Şekil 4.11 İZTO yapısı plan kurgusu ve İkincil uyarlı cephe sisteminin uygulandığı kısımlar.....	65

Şekil 4.12 İZTO hizmet yapısı Kordon cephesi gün içerisindeki görüntüsü	67
Şekil 4.13 CJ CheilJedang araştırma ve geliştirme merkezi genel görünüm	68
Şekil 4.14 CJ CheilJedang araştırma ve geliştirme merkezi şerit delikli yapısı	69
Şekil 4.15 CJ yapısı ikincil cephe sistemi modülü.....	70
Şekil 4.16 CJ yapı cephesinde bulunan şerit deliklerin yoğunluk çalışması.....	71
Şekil 4.17 EY Merkez binası yapısı	73
Şekil 4.18 EY Merkez binası form oluşum grafiği	73
Şekil 4.19 EY Merkezi cephe sistemi	74
Şekil 4.20 Tipik kule ve baza cephe görünümü.	76
Şekil 4.21 Ahşap jaluzi kanatçık hareket şeması	76
Şekil 4.22 Kuzey-batı cephesinin bulunan jaluzilerin gün içerisinde hareketi	77
Şekil 4.23 PNC Plaza kulesi.....	79
Şekil 4.24 PNC Plaza tip kat planı ve cephe sistemi şeması.....	80
Şekil 4.25 Yaz aylarında aktif cephe.....	82
Şekil 4.26 İlkbahar-Sonbahar aylarında pasif cephe.....	83
Şekil 4.27 Güneş bacası etkisi çalışma prensibi.....	83
Şekil 4.28 PNC Plaza kış diagramı ve cephe pozisyonu.....	84
Şekil 4.29 SFPUC binası ve kuzey cephesi	86
Şekil 4.30 İkincil cephenin arkasında yer alan rüzgâr türbinleri	86
Şekil 4.31 Geceleri panellerin hareketi ile aydınlanan ikincil cephe	87
Şekil 4.32 Güney cephesi ışık rafları ve güneş kırıcı paneller	88
Şekil 4.33 SFPUC yapısı doğal aydınlatma sistemleri.....	88
Şekil 4.34 Media-Tic binası	90
Şekil 4.35 Media Tic binası yapı programı	90
Şekil 4.36 Media-Tic binası güneybatı/güneydoğu ve kuzeydoğu/kuzeybatı cepheleri	92
Şekil 4.37 Media-TIC yapısı güneybatı cephesi nitrojen gazlı ve gazsız hali	93
Şekil 4.38 ETFE gün ışığı kontrol şeması.....	94
Şekil 4.39 SA cephesi kullanılan ETFE tipleri	94
Şekil 4.40 A tipi ETFE yastığı desen şeması ve kapanma şeması	95
Şekil 4.41 Media-TIC yapısı taşıyıcı sistemi	97
Şekil 4.42 Cephe gelişimleri	97

Şekil 4.43 Pedrera ve Media-Tic yapısı cephesi	99
Şekil 4.44 Chandler Belediye Binası	100
Şekil 4.45 Güney cephesi ışık rafları ve batı cephesi türbülanslı gölge.....	101
Şekil 4.46 Chandler belediye yapısı hareketli paneller	102
Şekil 4.47 TyssenKrupp, Q1 genel merkez binası	104
Şekil 4.48 Q1 yapı cephesi iki ayrı gölgeleme yöntemi.....	104
Şekil 4.49 Dikdörtgen harici formlar ile tasarlanmış güneş kırıcı elemanlar ve bu elemanların gün içerisinde cephe ile yaptığı açılar	105
Şekil 4.50 Q1 yapı cephesinin güneşin günlük hareketine göre hareketi	106
Şekil 4.51 Q1 yapı cephesi detayı	106
Şekil 4.52 Marché International ofis yapısı güney cephesi.....	108
Şekil 4.53 Marché International ofis yapısında kullanılan GlassX-Crystal detay görünümü	108
Şekil 4.54 GlassX-Crystal malzemesinin sıcak artışıyla oluşan faz değişimi	109
Şekil 4.55 GlassX-Crystal yapı bileşeni kesiti ve çalışma prensibi	109
Şekil 4.56 Cephede FDM kullanımı ile yapıda iklimlendirme yükünün azalması ..	110
Şekil 5.1 Araştırma örneklerine göre cephe sistemlerinde uygulanan uyarıcıların oranı	115
Şekil 5.2 Araştırma örneklerine göre cephe sistemlerinde uygulanan kontrol mekanizmaların oranı	116

TABLÖLAR LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 2.1 Uyarlı cephe kavramı yerine kullanılan kavramlar tablosu	25
Tablo 2.2 Loonen vd. (2015) sınıflandırma önerisi	36
Tablo 4.1 Kornberg Merkez binası yapı künyesi	55
Tablo 4.2 Sisag Kampüs binası yapı künyesi	60
Tablo 4.3 İzmir Ticaret Odası binası yapı künyesi	64
Tablo 4.4 CJ CheilJedang araştırma ve geliştirme merkezi yapı künyesi.....	68
Tablo 4.5 EY Merkezi binası yapı künyesi	72
Tablo 4.6 PNC Plaza kulesi yapı künyesi	79
Tablo 4.7 SFPUC binası yapı künyesi	85
Tablo 4.8 Media-Tic binası yapı künyesi.....	89
Tablo 4.9 Chandler belediye binası yapı künyesi	100
Tablo 4.10 ThyssenKrupp Genel Merkezi, Q1 Binası yapı künyesi.....	103
Tablo 4.11 Marché International binası yapı künyesi.....	107
Tablo 5.1 Çalışma kapsamında incelenen örnek projeler ile ilgili genel bilgiler.....	112
Tablo 5.2 İncelenen ofis yapılarının karşılaştırılması	114

KISALTMALAR

ES-SO	: Avrupa Güneş Gölgeleme Organizasyonu
PIM	: Maldegem Fiziksel Enstitüsü
TDK	: Türk Dil Kurumu
OPEC	: Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü
AIA	: Amerikan Mimarlar Enstitüsü
BREEAM	: Bina Araştırma Kuruluşu Çevresel Değerlendirme Yöntemi
LEED	: Enerji ve Çevre Tasarımında Liderlik
IT	: Bilişim teknolojileri
PCM	: Pulse Code Modulation
BIPV	: Bina entegre fotovoltaik panelleri
YY	: Yüzyıl
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü
HVAC	: Isıtma Havalandırma İklimlendirme Sistemi
EY	: Ernst & Young
HBS	: Hasta Bina Sendromu
EPA	: Birleşmiş Devletler Çevre Koruma Ajansı
ASHRAE	: Amerikan Isıtma, Soğutma ve İklimlendirme Mühendisleri Derneği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
PPM	: Parts per million
FS1	: Metal dirsek ve kirişlerden oluşan cephe sistemi
İZTO	: İzmir Ticaret Odası
MFREE-SCCF	: Bakım gerektirmeyen, sürdürülebilir, kapalı boşluklu cephe sistemi
ÇCC	: Çift cidarlı cephe
FSC	: Orman Koruma Konseyi
PEFC	: Orman belgelendirme onay programı
KNX	: KONNEX akıllı bina sistemi
ETFE	: EtylenTetraFluoroEtylen
PTFE	: Polytetrafluoroethylene
SHGC	: Güneş ısısı kazanç katsayısı
SCPUC	: San Fransisco Kamu Hizmetleri Komisyonu Genel Merkezi

PV	: Fotovoltaik
UV	: Mor ötesi
LED	: Işık yayan diyot
BDA	: Alman Sürdürülebilir Binalar Derneği
FDM	: Faz Değiştiren Malzeme



SEMBOLLER LİSTESİ

m/sn	: metre/saniye
°C	: Santigrad derece
km/s	: kilometre/saat
CO ₂	: kabondioksit
w/h	: watt/saat
CO ₂ /m ²	: kabondioksit/metrekaare



BÖLÜM BİR

GİRİŞ

İnsanoğlu tarih boyunca, çevre ile yapı konfor koşullarının ilişkili olduğunun farkında olmuş ve bu koşulları sağlayabilmek amacıyla çevre şartlarını kontrol altına alabilecekleri yapılar inşa etmeye çalışmıştır. Bu amaç doğrultusunda yapıların tarihsel süreçteki gelişimi incelendiği zaman, inşa edilen binalarda çeşitli yöntemlerle yazın güneşi dışarıda bırakarak aşırı ısınmanın engellenmeye çalışıldığı, kışın gün ışığını içeri alarak güneş ısısından faydalanmaya çalışıldığı görülmektedir. Benzer şekilde, iç mekânı doğal olarak havalandırmak ya da serinletmek için de rüzgârdan faydalanılmıştır. Bu durum, eski zamanlardan beri insanların güneş, rüzgâr gibi dış etkenlerin farkında olduğunu ve bu etkenlere göre yapıları şekillendirdiklerini göstermektedir.

Özetle, insanoğlu çevre koşullarını kontrol altına alabilmek amacıyla yapı tasarımlarında bazı alternatif yöntemlere başvurmuştur. Bu yöntemler, kimi zaman yapının yönelimiyle, kimi zaman cephe açıklıklarıyla, kimi zamansa kullanıcı müdahalesi ile hareket ettirilebilen gölgeleme sistemleri ile bağlantılı olmuştur (Demirbilek ve Irklı Eryıldız, 2001). Günümüze gelindiğinde, endüstrileşmenin etkisiyle inşaat sektöründe yaşanan yenilikler ile inşaat malzemelerinin çeşitlenmesi ve enerjinin tükenmez ya da düşük maliyetli gibi görünmesi sebebiyle, çevre odaklı yapılar yerini çevre şartlarını dikkate almayan yapılara bırakmıştır. Güneş, rüzgâr, yağış, nem gibi çevre şartlarını dikkate almadan tasarlanan bu yapılarda, iç mekân konfor koşulları pasif yöntemlerle sağlanamadığı gibi bu koşulları sağlamak adına devreye alınan aktif yöntemler fazlaca enerji tüketilmesine sebep olmaktadır.

İç mekân ile dış çevre arasında moderatör olarak görev yapan, iki mekân arasında fiziksel ayırıcı niteliği taşıyan yapı cepheleri, kullanıcıyı ve yapıyı dış etkenlerden korur, hijyen sağlar ve kullanıcılar için güvenli bir alan oluşturulmasında rol oynarlar (M. Yılmaz, 2015). M. Yılmaz (2015), çalışmasında bahsettiği tüm bu başlıklara ek olarak tüketilen enerji miktarını azaltma hatta enerji üretme, kullanıcılar için ideal iç mekân konfor koşullarını sağlama ve iç mekân ile dış çevre arasındaki görsel ilişkiyi

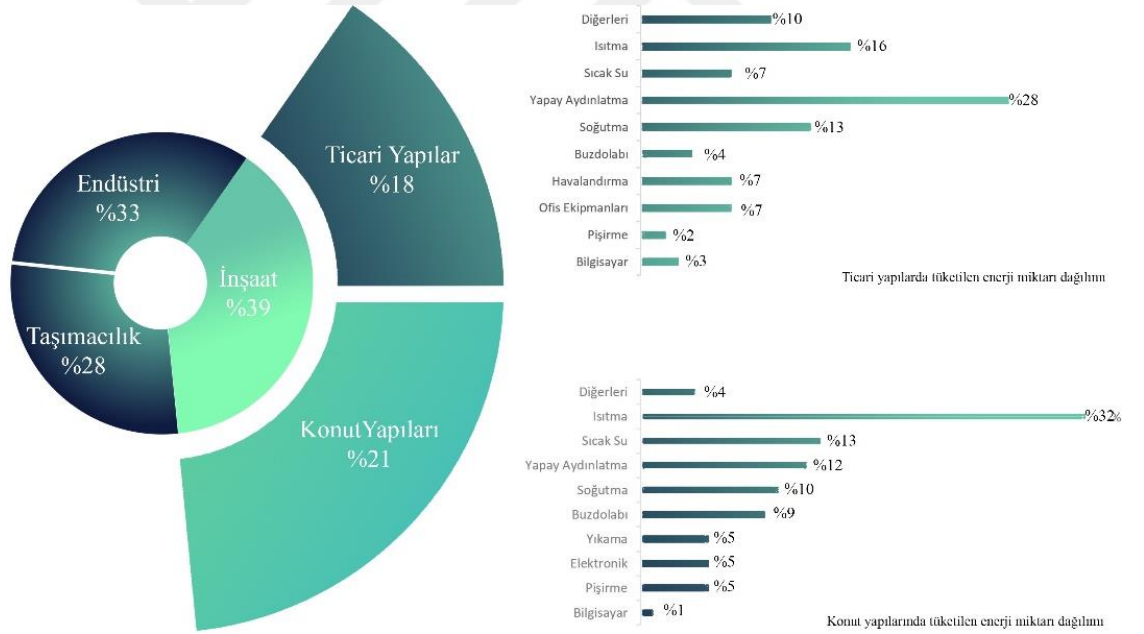
sağlama gibi başlıkları da cephenin hizmetleri arasında ele almıştır. Benzer şekilde, Velikov ve Thün (2012), yapıda güneşe ve rüzgâra en çok maruz kalan bileşen olan cephelerinin, enerji tasarrufu ve alternatif enerji üretiminde en etkili yapı bileşeni olduğundan bahsetmişlerdir. Bununla birlikte, Velikov ve Thün (2012), çalışmalarında, Michael Wigginton ve Jude Harris'in *intelligent skins* adlı kitaplarında, yapı cepheleri yerine kullanılan cilt/deri teriminin bir metafordan daha fazlası olduğunu savunduklarını belirterek, bina kabuğu kavramının enerji, malzeme ve bilgi alışverişi yapabilen karmaşık bir zar olarak düşünülebileceğini de eklemişlerdir. Gerçekten de yapı cephelerinin dış çevre ile direkt temas halinde olduğu ve sürekli değişen çevre şartlarına maruz kaldığı düşünüldüğünde, yukarıda bahsi geçen başlıklar için, cephe kavramının önemli bir yere sahip olduğu açık bir şekilde ortadadır. Tüm bu ve benzeri nedenlerden dolayı çevre ile ilişkili şekilde tasarlanan yapı cepheleri, iç mekân konfor koşullarının sağlanmasına katkı sağlamak ile birlikte tüketilen enerji miktarının azaltılmasını da sağlamaktadır (Romano, L. Aelenei, D. Aelenei ve Mazzucchelli, 2018).

ES-SO (Avrupa Güneş Gölgeleme Organizasyonu), birincil enerjinin %40'ından fazlasının Avrupa'nın bina yönetimi esnasında tüketildiğini belirtmiştir (Barozzi, Lienhard, Zanelli, ve Monticelli, 2016). Marysse (2016), tez çalışmasında bu durumu destekler şekilde, enerjinin %28'inin taşımacılıkta, %33'ünün endüstride, %39'unun yaşam döngüsü içerisindeki yapılarda tüketildiğinden bahsetmiştir. Bu yapılarda tüketilen enerjinin %21'inin konut yapılarında, %18'inin ise ticari yapılarda kullanıldığını eklemiştir (Şekil 1.1).

Enerji tüketimi konusunda yapılan bir diğer araştırma ise Maldegem Fiziksel Enstitüsü (PIM) tarafından gerçekleştirilmiştir. PIM, dış çevre ile direk bağlantılı olan yapı cephelerinin kış aylarında %40'tan fazla ısı kaybına, yaz aylarında ise aşırı ısınmaya neden olduğunu belirtmiştir (Barozzi vd., 2016). Yapı cepheleriyle gerçekleşen ısı kazanımları ya da ısı kayıplarından doğan iç mekân konforsuzluklarını giderebilmek amacıyla binalarda klima ve ısıtma sistemleri gibi yapay kaynaklara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu durum yapı yaşam döngüsü boyunca tüketilen enerjinin taşımacılık ve endüstri sektörüne oranla daha fazla olmasına neden olmaktadır.

Enerji tüketimi üzerine yapılan tüm bu araştırmalar ile birlikte, son dönemlerde gündeme gelen çevre kirliliği, ozon tabakasının delinmesi, iklim değişikliği gibi başlıklar da enerji tüketimi konusunda önlemler alınması gerektiği gerçeğini ortaya koymuştur. Bu durum araştırmacıları, enerjinin en çok harcandığı yapılara ve bunlarda tüketilen enerjinin nedenini bulup, çözümlemeye yönlendirmiştir.

Bu kapsam dâhilindeki araştırmasıyla Marysse (2016), çalışmasında ticari yapılarda harcanan enerjinin en çok yapay aydınlatmadan (%28), konut yapılarında ise ısıtmadan (%32) kaynaklandığını belirtmiştir. Isıtma, soğutma, aydınlatma, havalandırma gibi başlıklar yapıların cepheleri ile birebir ilişkili olduklarından dolayı cephe performansı yapılarda tüketilen enerji miktarının belirlenmesinde ana etmenlerden birisidir.



Şekil 1.1 Tüketilen enerji miktarının sektörlere göre dağılımı (Marysse, 2016)

Enerji tüketimi konusundaki bilinçlenmeler ve yapı cephe konfigürasyonunun zamanla öneminin anlaşılması, araştırmacıları çevre ile ilişki içerisinde olan yeni bir cephe sistemi arayışı içerisine sokmuştur.

Geleneksel cephe sistemleri genellikle, çevreden gelen etkilere karşı kendini değiştirmeyen, sabit sistemler olup, kullanıcı müdahalesi ile kısıtlı hareket yeteneğine sahip şekilde uygulanmıştır. Sabit, değişmez ya da limitli hareket yeteneğine sahip olan bu sistemler günümüzde hala daha baskın şekilde kullanılıyor olsa da, konfor koşullarının sağlanmasında ya da tüketilen enerji miktarının azaltılmasında yetersiz kaldığı düşünülmektedir.

Bununla birlikte, zaman içerisinde teknoloji ve endüstrileşmede yaşanan gelişmeler mimarlık pratiğinin ve buna bağlı olarak yapı cephelerinin gelişmesine neden olmuştur. Yapı cephelerinde kullanılan malzemelerin çeşitlenmesi, yapı yüksekliklerinin giderek artması, dijitalleşme ve inşaat sektöründe yaşanan gelişmeler ile esnek planlı yapıların tasarlanmaya başlaması bunlardan bazıları olarak değerlendirilebilir (Berkmen ve Altın, 2019). Geleneksel cephe sistemlerinin gerek kavisli, üçgensel gibi karmaşık yapı cephelerine uygulanamaz oluşu, gerek bu sistemlerin yüksek katlı yapılarda maruz kalacak oldukları şiddetli rüzgâr etkileri altındaki başarısızlıklar, bu sistemlerin gelişen mimarlık sektöründeki ihtiyaçlara yanıt veremez hale gelmesine neden olmuştur (Barozzi vd., 2016). Bu gibi durumlar neticesinde oluşan enerji kullanımı konusundaki farkındalıklar, araştırmacıları yeni, teknolojik cephe sistemleri arayışı içerisine sokmuştur. Gelişen bu yeni cephe sistemlerinden birisi de, adaptif/uyarlı cephe sistemleridir.

İnsanların zamanının büyük bir çoğunluğunun ofis yapılarında geçirildiği düşünülürse, aslında ofis yapılarında harcanan enerjinin enerji tüketimi konusunda önemli bir yere sahip olduğu yadsınamaz bir gerçektir. Özetle bu çalışmada, enerji tüketiminin çok yüksek olduğu ofis yapılarıyla, tüketim konusunda önemli oranlarda tasarruf yapma imkânı sağlayan uyarlı cephe sistemleri birlikte ele alınmaktadır.

1.1 Araştırmanın Arka Planı

Yapı cepheleri, daha evvel de belirtilmiş olduğu gibi dış çevre koşullarıyla direkt ilişki kuran ve çevresel etmenler olan yağmur, güneş, rüzgâr ve benzeri ile sürekli etkileşim halinde bulunan binaların ara yüzü niteliğindedir. Bu özellikleri bağlamında

cepheler, her ne kadar yapının fiziki görünüşünü belirleyen ve estetik fonksiyonlarını ortaya koyan ana unsurlarından biri olsalar da, yapı kullanım performansına doğrudan etkileri sebebiyle yoğun bir işlevsellik de barındırmaktadırlar. Cepheleri aracılığıyla dış dünya ile diyalog kuran yapılar, iç mekânlarının güneş ışığından faydalanması, hava alması veya dış dünya ile ısı alışverişi noktasında, bu bileşenlerinin performans ve nitelikleri ile kullanıcıları için daha rahat ve kullanışlı bir ortam sunar.

Bina kimliğinin oluşması ve dışardan tasarıma dair ilk algının sunulması açısından en etkin rolü üstlenen cepheler, estetik nitelikleri ile yapıların diğer yapılardan ayrışmasında en temel öge konumundadır. Bu özellikleri neticesinde, her ne kadar bina dış görseelliğinin ana belirleyicisi olsalar da, cepheler bir diğer temel fonksiyonlarıyla yapıların dış dünya ile ilişki kurduğu ara yüz olmaları sebebiyle başka birçok görevi de yerine getirmek durumundadır. Bu görevler yapıya giriş ve çıkışların kurgulanması, yapının kontrollü bir şekilde havalanması, doğal ışıktan yararlanması ve dış dünyadaki sıcak veya soğuk havaya karşı bir anlamda bariyer olarak iç mekânların uygun sıcaklıkta kalmasının sağlanmasıdır.

Cepheler söz konusu işlevsel nitelikleri ile tarih boyunca yapıların dış dünyadaki doğal kaynaklar olan hava, ışık ve sıcaklığı kontrollü şekilde kullanmasına imkân vermiştir. Bu bağlamda güneşin baskın olduğu iklimsel koşullarda cephelerin daha kapalı ve yapıların güneş etkilerine karşı daha korunaklı olduğu gözlemlenebilir. Daha soğuk ve güneş enerjisinden yararlanılması fayda yaratabilecek bölgelerde ise pencerelerin büyüdüğü ve mekânların içeri giren güneş ışınlarıyla ısınmasına imkân tanındığı görülmektedir. Benzer şekilde, sıcak iklim bölgelerinde cephelerde bırakılan karşılıklı açıklıklar ile yapı iç ortamında hava akımları oluşturulması ve doğal bir havalandırma ile mekânların serinletilmeye çalışıldığı bilinmektedir.

Bu sebeple çalışma ve üretim hayatının odağındaki ofis binalarında diğer bazı yapı tipolojilerinde de gözlemlendiği gibi alternatif cepte uygulamaları karşımıza çıkmaktadır. Bu alternatif çözümlemelerle aynı iklim bölgesinde konumlanmış olan bir yapının mevsimsel değişikliklere ayak uydurması ve her mevsimin ihtiyacına göre kendini çeşitli yöntemlerle şekillendirmesi/uyarlaması gibi uygulama yöntemleri

karşıma çıkmaktadır. Söz konusu sistemlerden biri olan uyarlı cephe sistemlerinde, mekanik elektronik ve bilişsel teknolojiler barındırılıp, gün içi çevresel değişikliklerle cephelerin kendilerini şekillendirmesine ve yapıların uygun aydınlanma, havalanma ve ısı performansını sağlamasına imkân tanınmaktadır.

1.2 Problemin Tanımlanması

Uyarlı cephe sistemleri, farklı lokasyonlarda, çeşitli yapı tipolojilerinde uzun senelerdir uygulanan bir cephe çalışma sistemidir. Ancak, yarattığı faydalar ve getirdiği avantajlar hala net olarak anlaşılamamış ve bu sistemlerin kullanımı çok yaygınlaşmamıştır. Bununla birlikte, bilimsel literatürde bu sistemlerin tanımlanmasında ve sınıflandırılmasında henüz bir fikir birliğine varılamamıştır. Farklı araştırmacılar tarafından çeşitli yönleriyle ele alınan cephe sistemi, uyarlı (adaptive) kavramı yanı sıra kinetik, akıllı, zeki, interaktif, tepki veren ve benzeri tanımlamalarla nitelendirilmektedir. Belki de literatürdeki bu karışıklık sebebi ile bu sistemler ilk kurulum gereksinimleri ve sağladıkları avantajlar açısından net olarak anlaşılamamakta ve yeterli yaygınlık seviyesine ulaşamamaktadır.

1.3 Araştırmanın Amaç ve Önemi

Tarih boyunca insanoğlu yaşamını devam ettirebilmek için devamlı mücadele içerisinde olmuştur. Siyaset, teknoloji, yaşam koşulları gibi etkenler insanların bu mücadelesini farklı biçimlerde şekillendirmiştir. Tarım ile ilgilenmeye, ticaretten hayvancılık ile uğraşmaya kadar kendilerine çeşitli çalışma ve var olma yöntemi bulmuşlardır. Sanayi devrimi ile birlikte üretim ve hizmet sektörünün artması toplulukların yeni çalışma mekânlarının oluşmasına neden olmuştur. Bu bağlamda, insanlar da zamanlarının büyük bir kısmını çalışma mekânları haline gelen, ofislerde, fabrikalarda ve atölyelerde devam ettirmek durumunda kalmıştır.

Geçmişten günümüze çeşitlilik gösteren ofis mekânlarında ilk başlarda maksimum üretim fikrine odaklanılmış, yapı ve mekânlar bu düşünce göz önünde bulundurularak tasarlanmıştır. Zaman içerisinde bu kavram farklı araştırmacı ve tasarımcıların

dikkatini çekmiş, ofis mekânlarının kullanıcılar üzerindeki etkileri fark edilerek önemsenmeye başlanmıştır. Kullanıcıların zamanlarının büyük bir çoğunluğunu geçirdikleri ofis mekânlarında hem daha iyi üretebilmeleri hem psikolojik ve fiziksel olarak daha sağlıklı olabilmeleri için ofis yapı ve tasarımlarından kaynaklı birçok etken ortaya konulmuştur.

Kullanıcıların iç mekânda konfor koşullarını etkileyen birçok farklı başlık bulunmaktadır. Gün ışığı, iç mekân hava ve termal kalitesi bu başlıkların yapı cepheleriyle ilişkili olanları arasında yer almaktadır. İç mekânda ideal konfor koşullarının sağlanması yapı cepheleri sayesinde sağlanabileceği gibi yapay sistemler ile de sağlanabilmektedir. Ancak, bu durum kullanıcıların fiziksel ve psikolojik sağlığı üzerinde önemli etkiler bırakırken, bu şartların sağlanması için de fazlaca enerji tüketilmesine neden olmaktadır. Bu bağlamda bakıldığında iç mekânda kullanıcı konfor koşullarını doğal yöntemlerle elde etmenin ve bu sayede tüketilen enerjinin minimumda tutulmasının yapı cepheleri ile ilişkili olduğu bilinmektedir.

Yapı cepheleri, dış çevre ile iç mekân arasında direkt temas halinde olan, iki mekân arasında ilişkinin kurulmasını sağlayan yapı elemanlarıdır. Bu nedenden dolayı, çevre kaynaklı konfor koşullarının sağlanmasında ve buna bağlı olarak tüketilen enerjinin azaltılmasında önemli bir yere sahiptir. Bununla birlikte, enerji ve konfor konusundaki bilinçlenmeler araştırmaları yeni bir cephe sistemi arayışına sokmuştur.

Bu çalışmanın amacı, yeni gelişmekte olan, kullanıcı konfor koşullarını arttırırken, harcanan enerji miktarını azaltan iklim uyumlu cephe sistemlerini ele almaktır. Araştırma, literatürde henüz çok yeni bir kavram olan ve gelecekte daha fazla uygulama alanına yayılacağı düşünülen iklim uyumlu cephe sistemlerini, sağladığı avantajlarla birlikte, detaylı olarak açıklamaya yönelik yapılmıştır.

1.4 Araştırmanın Yöntemi, Kapsamı ve Sınırları

Bu araştırmada, literatür taraması kapsamında tezler, dergiler, makaleler, kitaplar, internet kaynakları ve bildiriler incelenmiştir. Araştırma esnasında uyarlı cepheler, ofis yapıları, ofis yapılarında konfor koşulları, uyarlı cephelerin tarihsel gelişimi ve ofis yapılarının tarihsel gelişimi gibi anahtar kelimeler kullanılarak tarama yapılmıştır. Bunlara ek olarak uyarlı cephe kavramı yerine, anlam olarak birbirlerinden farklı kavramları tanımlıyor olsalar da, farklı araştırmacılar tarafından kullanılan akıllı cephe, etkileşimli cephe, duyarlı cephe, aktif cephe gibi uyarlı cephe kapsamında değerlendirilebilen farklı tanımlar da aramaya dâhil edilmiştir. Araştırmada ulaşılan kaynaklar uyarlı cephe sistemlerinin ve ofis yapılarının tarihsel gelişimini, uyarlı cephe sistemlerinin çalışma prensiplerini ve konfor koşulları kapsamında etkisini ve ofis yapılarının konfor koşullarını etkileyen çevresel etkenleri içermektedir. Literatürde henüz çok yeni bir kavram olmasına rağmen, farklı uygulama alanlarında kullanılan uyarlı cephe sistemleri ofis yapıları ile sınırlandırılarak tezin 4. bölümünde 11 örnek proje üzerinden incelenmiştir. Ofis yapısı tipolojisi ile sınırlandırılmış örneklerin, farklı konumlarda konumlanmış olmasına ve uyarlı cephe sisteminde tepkiyi oluşturan cephe malzemelerinin ve bileşenlerinin birbirlerinden farklı olacak şekilde seçilmesine özen gösterilmiştir. Ayrıca, çalışma uyarlı cephe kapsamında makro ölçekte hareket eden cephe sistemleri haricinde mikro ölçekte hareket yeteneğine sahip cephe sistemlerine de yer verilmiştir. Bu nedenden dolayı çalışma kapsamında yalnızca gözle görülür hareketin gerçekleştiği uyarlı cephe sistemleri değil çevreden gelen uyarılara moleküllerin hareketi ile tepki veren cephe sistemleri de dâhil edilmiştir. Özetle, davranışlarını, özelliklerini, şekillerini ya da konumlarını değiştiren uyarlı cephe sistemleri de tez kapsamında ele alınmıştır.

Son olarak, araştırma esnasında yerel kaynakların yetersizliği fark edilmiştir. Bu nedenden dolayı araştırma kapsamında uluslararası yayınlara ağırlık verilmiştir.

BÖLÜM İKİ

UYARLI KAVRAMI, UYARLI CEPHELER VE SINIFLANDIRMALARI

Bu bölümde farklı disiplinlerde kullanılan uyarlı tanımı ve mimarlık alanında kullanılan uyarlı tanımına yer verilerek uyarlı kavramının mimarlık tarihindeki gelişimi ele alınmıştır. Ayrıca, literatürde henüz çok yeni olan bu kavramı daha iyi anlayabilmek adına yapılan çalışmalar ve sınıflandırmalar incelenmiştir.

2.1 Uyarlı Tanımı

Dilimize Fransızcadan geçen ve yaklaşık olarak 200 yıldan bu yana kullandığımız, adaptasyon kelimesi, yine kendisi ile aynı anlama gelen Latince *aptare* kelimesinden türetilmiştir (Douglas, 2006). Bu kelime Cumhuriyet döneminde “uyarlama” olarak dilimize çevrilmiştir (Zülfikar, 2012). Türk Dil Kurumu (TDK) (b.t.a), tarafından da uyarlama olarak tanımlanan adaptasyon sözcüğü farklı disiplinlerin terminolojisinde farklı tanımlamalarla yer almaktadır.

Yıldız (2007), adaptasyon kelimesinin Türk Edebiyatında, Tanzimat dönemi ile birlikte özellikle tiyatro alanında, sık konuşulan bir kavram haline geldiğini belirtmiştir. Bu kapsamda adaptasyon kelimesinin bir eserin çevrildiği dilin, konuşulduğu toplumun yaşayışlarına, inançlarına uyarlanması ve bir eserin türünden başka bir türe çevrilmesi olarak tanımlandığını belirtmiştir.

Tıp dalında kullanılan adaptasyon kavramı ise, bir organizmanın farklılaşan çevre koşullarına göre işlevlerini ve yapılarını değiştirme kabiliyeti olarak tanımlanmıştır (Basarisiralamalari, b.t.).

Yeles Karaman (2018), sosyo-kültürel adaptasyonun, değişim kavramı ile ilişkili olduğunu belirtmiş, çeşitli sebeplerden dolayı ortam değiştiren bireylerin farklı kültürler ile karşılaşması sonucunda sosyal çevre kaynaklı taleplere gösterdiği uyum olarak değerlendirmiştir.

Biyoloji üzerine çalışan bilim insanlarına göre ise adaptasyon bir organizmanın kendi yaşam alanı içerisinde daha iyi yaşamasını sağlayan evrimsel bir süreç olarak tanımlamıştır (Romano vd., 2018).

Douglas (2006), mimari alanda kullanılan adaptasyon kavramını, herhangi bir binanın yeni koşullara ya da güncel gereksinimlere uyacak şekilde kapasitelerinin, fonksiyonlarının veya performanslarının tadil edilmesi olarak tanımlamış, bu alanda yenileme, rehabilitasyon, tadilat veya restorasyon gibi kavramların adaptasyon terimini karşıladığını eklemiştir. Mimarlık pratiğinde kullanılan bir başka adaptasyon tanımı ise, mimar Akgün tarafından 2012 senesindeki çalışmasında ele alınmıştır. Akgün (2012), yapılar için kullanılan adaptasyon kavramının da canlılar için kullanılan kavram ile benzer olduğunu belirtmiş, değişen durumlara ve mekânsal ihtiyaçlara cevap verebilecek şekilde tasarlanan yapıların diğer yapılara göre daha uzun vadeli ve randımanlı olacaklarını da eklemiştir.

Sonuç olarak, farklı terminolojilerde değişik şekillerde ifade edilmiş olan adaptasyon kavramı, kısaca nesnelerin veya canlıların varlıklarını devam ettirebilmeleri için değişen koşullara ve güncel gereksinimlere karşı sağladıkları uyum olarak tanımlanabilir. Adaptif kelimesi ise, adaptasyon yeteneğine sahip nesne ve canlılar için kullanılan bir sıfattır (Adaptasyon, 2022).

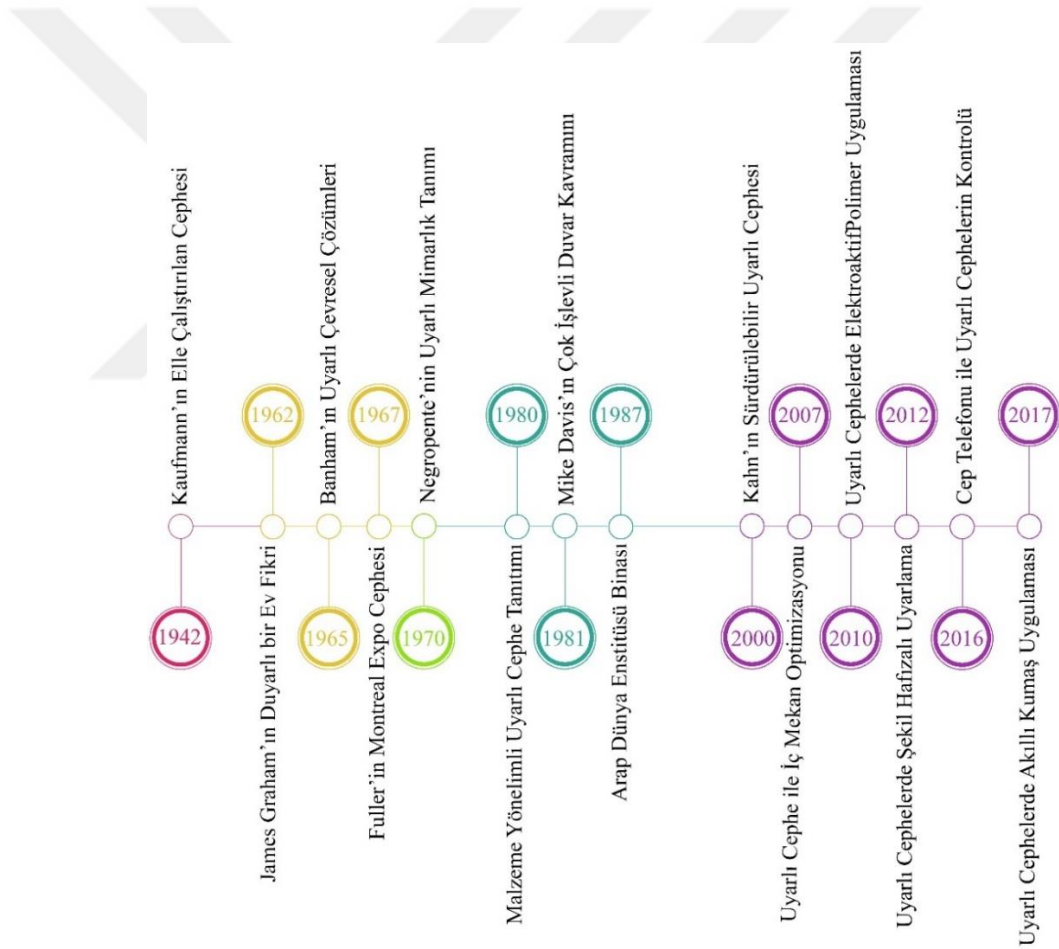
Çalışmanın bundan sonraki kısımlarında, Cumhuriyet döneminde uyarılama olarak dilimize çevrilen adaptasyon kelimesinin sıfat şekli olan “adaptif” kelimesi yerine Altın ve Orhon (2016)’ın, çalışmalarında kullandığı, kelimenin Türkçe karşılığı olan “uyarlı” kelimesi kullanılacaktır.

2.2 Uyarlanabilir Mimarinin Ortaya Çıkışı ve Gelişimi

Uyarlı yapı cepheleri 1969’da Banham’ın konservatif, seçimsel ve yenileyici olarak sınıflandırdığı geleneksel yapı cephesi tiplerine dördüncü bir tipoloji olarak eklenmiştir (Romano vd., 2018). Çoğu araştırma, uyarlı cephe sistemlerinin tasarım, geometrik, malzeme, yapısal, teknolojik ve enerji yönleri ile ilgili başlıkları ele alırken

bu cephe sistemlerinin tarihsel gelişimi ile ilgili çok sınırlı sayıda çalışma yapılmıştır (Heidari Matin ve Eydgahi,2019; Romano vd., 2018).

Bu bölümde, mimarlık disiplininde yer edinmiş olan uyarlı kavramının ortaya çıkışı ve gelişimini etkileyen faktörler ve farklı disiplinlerde uyarlı kavramına yer veren ilk örnekler ele alınmıştır. Bahsi geçen bu faktörler kimi zaman küresel ölçeğe yayılan olaylar iken, kimi zaman bir sanatçının eserinde yer verdiği durumlar, ütopyaolar olarak da karşımıza çıkmaktadır. Sonuç olarak tarih boyunca gelişen ve değişen koşullar, sistemler, ihtiyaçlar mimarlıkta uyarlı kavramının ortaya çıkışına neden olmuştur. Bu olaylar ve faktörler Şekil 2.1 ve Şekil 2.2’de özetlenmeye çalışılmıştır.



Şekil 2.1 Uyarlı cephelerin gelişimini etkileyen olaylar

UYARLI CEPHELERİN GELİŞİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

SOSYO-KÜLTÜREL FAKTÖRLER



1890	İzlenimcilik ve Kavramsal Hareket
1910	Fütürizm Hareketi
1913	Kinetik Hareket
1914	Fütüristik Mimarlık Manifestosu Yayınlandı
1919	Konstrüktivizm Hareketi
1960	Archigram'ın Kurulması
1961	Fun Palace Projesi
1962	James Graham'ın Ortaya Koyduğu "Psikotropik Ev" kavramı
1964	Yürtülen Şehir Projesi Archigram Tarafından Geliştirildi
1969	Negroponte Duyarlı Mimarlık Kavramını Ortaya Koydu

1970	 OPEC Petrol İhracat Ambargosu
1970	Enerji Krizi
1980	 Enerji Fiyatında Yaşanan Artış

EKO-POLİTİK FAKTÖRLER



ÇEVRESEL FAKTÖRLER



1963	 Temiz Hava Yasası
1965	 Su Kalitesi ve Motorlu Araçlar Hava Kirliliği Kontrol Yasası
1970	 Ulusal Çevre Yasası
1989	AIA Enerji ve Çevre Komitesi Kurdu
1990	BREEAM Sertifikası
1998	LEED Sertifikası

1931	Uzaktan Kumandalı Garaj Kapısı Yayınlandı
1940	Sibernetik Bilimi Ortaya Çıktı
1942	Kaufmann'ın Elle Çalıştırılan Cephesi
1968	Pask Sibernetik Teoriyi Mimariye Entegre Etmeyi Önerdi
1973	İlk Mikroişlemci Kullanımı
1980	Malzeme ile Uyarlı Cephe Tanıtımı
2010	Uyarlı Cephelelerde Elektroaktif Po- limer Uygulaması
2012	Uyarlı Cephelelerde Şekil Hafızalı Uyarılama
2017	Uyarlı Cephelelerde Akıllı Kumaşlar Kullanılması

TEKNOLOJİK FAKTÖRLER



Şekil 2.2 Uyarlı cephelerin gelişimini etkileyen faktörler

Heidari Matin ve Eydgahi (2019), *Factors affecting the design and development of responsive facades: A historical evolution* adlı makalelerinde toplumsal kültür, ekonomi, teknoloji ve bunların mimarlık üzerindeki etkileri sonucunda, 1960'larda, uyarlı cephe fikrinin ortaya çıkmaya başladığından bahsetmişlerdir. Uyarlı cephelerin gelişiminde etkili olan faktörleri, on dokuzuncu yüzyılın sonlarından bu yana sanat, teknoloji ve bina inşaatında yaşanan gelişmeler olarak belirtmişlerdir. Bu faktörleri, sosyokültürel, teknolojik, politik/ekonomik ve çevresel faktörler olarak dört ayrı grupta sınıflandırmışlardır.

Matin ve Eydgahi'nin çalışmalarında ele aldıkları bu faktörleri ve uyarlı cephe sistemleri üzerindeki etkilerini ayrı ayrı ele almak gerekir ise;

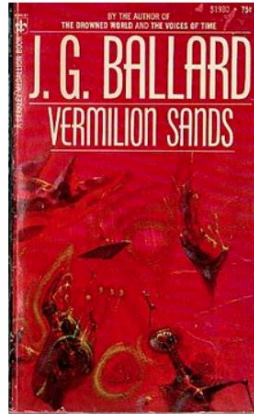
2.2.1 Sosyokültürel Faktörler

İzlenimcilik (empresyonizm), gelecekçilik (fütürizm), yapısalcılık (konstrüktivizm), dadaizm, modernizm ve post-modernizm gibi sanat akımları on dokuzuncu yüzyıl sonlarında ve yirminci yüzyıl içerisinde oluşmaya başlamıştır (Kurtcu, 2019; Sucu, 2012). Sosyo-kültürel motifler, sosyal bilimler, sanatçıların bakış açıları ve sanatın estetik tanımı gibi konular farklı zaman aralıklarında bu akımlardan etkilenmiştir. Sosyo-kültürel değerleri etkileyen tüm bu faktörler uyarlı cephe sistemlerinin form ve geometrisinin gelişiminde de rol oynamıştır (Heidari Matin ve Eydgahi, 2019). Örneğin, post-modern çağda uyarlı cephe sistemleri tasarımında çevresel şartlara uyulurken, teknoloji ve sosyo-kültürel değerler bütünleşik biçimde ele alınmıştır. Jean Nouvel'in 1981-87 tarihleri arasında Paris'te inşa edilen binası, Arap Dünyası Enstitüsü, bu dönemde tasarlanmış olan uyarlı cephe tasarımına sahip yapılardan birisi olarak örnek gösterilebilir. Yapının cephesi Orta Doğu kültürel sembollerini ortaya koyan, Mashrabiya adı verilen, geometrilerle tasarlanmış ve doğal gün ışığını kontrol etmek için foto-algılama teknolojisiyle inşa edilmiştir (Şekil 2.3) (Altın ve Orhon, 2014; Heidari Matin ve Eydgahi, 2019).



Şekil 2.3 Arap Dünya Enstitüsü binası cephesi ve farklı durumları (Winstanley, 2011)

İzlenimci sanat akımı etkisiyle, 19. yy. da izlenimci ressamların insan bedeni dâhil doğada var olan hareketleri sanatlarında tasvir etmesi ile sanatta hareket kavramının oluşmaya başlamasına neden olmuştur. Sanatsal alanlarda kullanılan hareket kavramına duyulan ilgi ile 1920'lere gelindiğinde kinetik sanat, Bauhouse etkisinde farklı prensipler ile bir araya gelerek çok disiplinli bir çalışma alanı halini almıştır. Ütopik şehirlerin ve yaşam tarzlarının betimlendiği edebiyat ve medya platformlarında da yer almaya başlamıştır. İngiliz romancı James Graham'ın 1971'de yayımlanan *Vermilion Sands* adlı kitabında yer alan ve 1962 senesinde yazdığı *The Thousand Dreams of Stellavista* adlı öyküsünde “psikotropik ev” kavramını ortaya koymuştur (Şekil 2.4). Etimolojik olarak zihin tarafından uyarılan anlamına gelen psikotropik kavramı bu öyküde evlerin bir özelliği olarak ele alınmıştır. Bu evler, kullanıcıların ruh haline ve stres durumlarına göre fiziksel olarak tepki vererek mekânsallıklarını bu duruma uyarlamaktadırlar. Graham, canlı, ruh haline duyarlı, kullanıcı ihtiyaçlarına ve tercihlerine uyum sağlayan duyarlı bir ev makinesi fikri ile mimarlık pratiğinde yer alan hareket kavramının sanatsal amaç taşıma kaygısından çıkarak işlevsel bir hal almaya başlamasına neden olması konusunda önemli bir gelişmeye adım atmıştır (Heidari Matin ve Eydgahi, 2019; The Funambulist, 2011).



Şekil 2.4 James Graham Ballard, Vermilion Sands kitap kapağı (Vermilion Sands, 2022)

2.2.2 Eko-politik Faktörler

Matin ve Eydgahi (2019), uyarlı cephe sistemlerinin gelişimini etkileyen eko-politik faktörleri savaşlar, devrimler, enerji krizleri gibi çeşitli siyasal ve ekonomik

faktörler olarak tanımlamışlardır. Örneğin, 1973’de yaşanan OPEC petrol ihracat ambargosu, petrol fiyatlarında ciddi bir artış yaşanmasına sebep olmuştur. Bu ve benzeri politik tabanlı durumlar süreç içerisinde dünya ülkelerini etkileyen ekonomik krizlere neden olmuştur. Yaşanan tüm bu ve benzeri politik ve ekonomik faktörler, tasarımcıları sürdürülebilirlik başlığı altında, yeni malzeme seçimi ve yapısal sistemlerle uyarlı cephe sistemlerinde enerji verimliliğine ve enerjiyi en iyi şekilde kullanmaya yönlendirmiştir.

2.2.3 Çevresel Faktörler

1960’lar ve 1970’lerde teknolojik gelişmeler, çevre hareketi ve enerji krizi, kamuda, doğal kaynakların tükenmez varlığına ilişkin kaygıların ortaya çıkmasına ve beraberinde fosil yakıt enerjisinin maliyetinin artmasını neden olmuştur. Bu durum, toplumda çevresel bir bilincin oluşmaya başlamasına ve sürdürülebilirlik ile ilgili bir arayış içerisine girmelerine neden olmuştur. Yaşanan bu gelişmelere bağlı olarak, farklı kurumlar tarafından çeşitli yasalar ve sertifika programları geliştirilmiştir. 1963’te temiz hava yasası, 1965’te su kalitesi ve motorlu araçlar hava kirliliği kontrol yasası yürürlüğe girmiştir. 1989’da, Amerikan Mimarlar Enstitüsü (AIA), bina bileşenlerinin tasarımında pasif ve aktif teknolojik yaklaşımlara odaklanmak ve bunların kullanımına teşvik etmek amacıyla enerji ve çevre komitesini kurmuştur. 1990 senesinde BREAM sertifikası, Birleşik Krallıkta binaların sürdürülebilirliklerini değerlendirmek ve derecelendirmek üzere kullanılmaya başlanmıştır. 1998’de Amerika Birleşik Devletleri yapıların iç mekân kalitesini ele almak için, uyarlı cephe sistemleri gibi, yüksek performanslı bina cephelerinin tasarımı ve yapımı için standartları belirleyen LEED sertifika sistemini yürürlüğe sokmuştur (Heidari Matin ve Eydgahi, 2019).

Yirminci yüzyılda yaşanan tüm bu gelişmeler, kamuda yaşanan bilinçlenme ve zorunlu hale gelen çevre düzenlemeleri, mimarları da yeni yapı sistemleri arayışı içerisine sokmuştur. Bu durum, tasarımcıları yapı cephelerinde kullanılan ve enerji tüketimini azaltan uyarlı cephe sistemlerine yönlendirmiş ve uyarlı cephe sistemlerinin gelişmesine neden olmuştur (Heidari Matin ve Eydgahi, 2019).

2.2.4 Teknolojik Faktörler

1931 senesi Popüler Bilim Dergisinde (*Popular Science Magazine*) binalarda kullanılan algılama, çalıştırma ve kontrol sistemi teknolojileri ilk olarak uzaktan kumanda ile açılabilen bir garaj kapısı uygulamasını yayınlamıştır (Şekil 2.5).



Şekil 2.5 Uzaktan kumanda ile açılabilen garaj kapısına ait ilk yayın (Daniel, 2022)

Sibernetik kavramı, Vikipedi tarafından “güdümlü bilim ya da canlı ve cansız tüm karmaşık sistemlerin denetlenmesi ve yönetilmesini inceleyen bilim dalıdır” şeklinde tanımlanmıştır (Sibernetik, 2022).

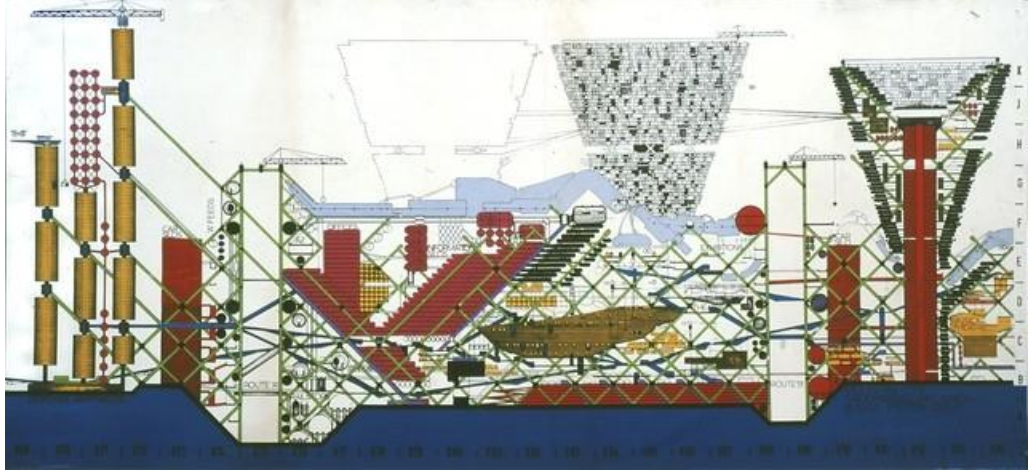
1960’ların sonlarına gelindiğinde ise mimarlık ve sibernetik kavramı bir arada kullanılmaya başlamıştır. Yazar Gordon Pask *the architectural relevance of cybernetics* (sibernetik’in mimarlıkla bağlantısı) adlı makalesinde mimarlık ve sibernetik kavramının yakınlığını ele almasıyla sibernetik tasarım teorisi ortaya çıkmıştır. Bu sayede yapılar makine olarak değerlendirilebilmiş, kullanıcı ihtiyaçlarına göre performansı kontrol altına alınabilmıştır (Gülbüz, 2009; Heidari Matin ve Eydgahi, 2019)

Uyarlı cephelerin tarihsel sürecini ele alan diğer araştırmacılar Veliko ve Thün (2012), *Responsive envelopes: Characteristics and evolving paradigm* adlı

alışmalarında, yapılarıdaki gelişmelerin otomotiv ve ev aletleri endüstrisindeki gelişmeleri izlediğini belirtmiştir. Bu nedenden dolayı da otomasyonun yükselişinin uyarlı cephe sistemlerinin gelişimini etkileyen faktörlerden birisi olduğunu eklemiştir.

Sonuç olarak, bilgisayarın icadından telefonun icadına, yapılarda yeni geliştirilen malzemelerin kullanımına kadar pek çok teknolojik gelişme farklı birçok çalışma prensibini etkilediği gibi mimarlık disiplinini ve uyarlı cephe sistemlerinin gelişimini de etkilemiştir.

Uyarlı cephe sistemlerinin gelişiminde etkili olan unsurlardan bir diğerinin de 1960'lı yıllarda İngiltere'de bir grup mimar (Peter Cook, Denis Crampton, Michael Webb, David Greene, Warren Chalk, Ron Herron) tarafından kurulan Archigram grubu olduğu söylenebilir. Archigram, modern mimarlığın tek düzeliiğine karşı ortaya çıkan teknoloji tabanlı bir oluşumdur. Teknolojik gelişmelerin ve kentlerdeki ihtiyaç ve değişimlerin sürekliliğini savunan grup, takılıp-sökülebilir, interaktif, hareketli kent ütopyları ortaya koymuştur. Baba (2020), "ideal kent arayışında mimari ütopylar" adlı kitabında, Archigram grubunun temel düşüncesinin teknolojinin toplumların bütün ihtiyaçlarına cevap verecek seviyeye çıkartılması olarak açıklamıştır. Grup değişen ve gelişen teknolojik sistemlere karşı tasarladıkları kent ütopylarını çeşitli kolajlar, çizimler ya da dönemin iletişim araçlarını kullanarak kullanıcılara aktarmıştır. Bunlardan birisi de 1964'te *Living City* sergisinde sunulan, Peter Cook'un *Plug-in City* ütopyasıdır (şekil 2.6). Bu kent ütopyasında tüm kent bir ana strüktürden, buna bağlı söküp-takılabilen alt strüktürlerden ve tanımlanan görevlere göre kapsüllerden oluşacak şekilde aktarılmıştır. *Plug-in City* kent ütopyası her türlü araziye oturabilecek ve yaşam alanları gerektiğinde değiştirilebilecek şekilde kurgulanmıştır. Cook'un bu kent ütopyası, sürekli değişen ve gelişen ihtiyaç ve sistemlere bir yanıt olarak tasarlanmıştır.



Şekil 2.6 Peter Cook, 1964, Plug-in City ütopyası (Baba, 2020)

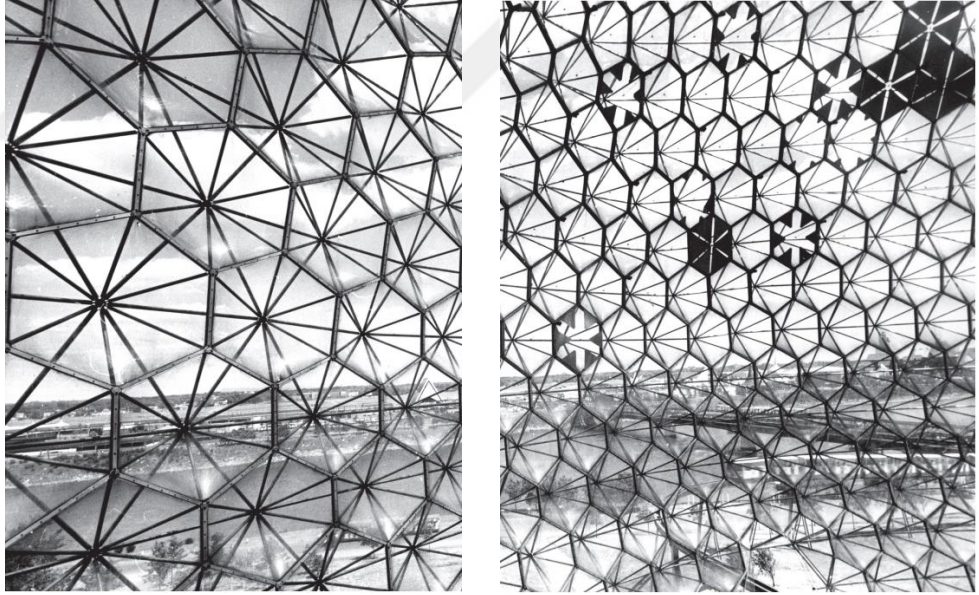
Banham 1969’da “*A home is not a house*” (bir ev bir konut değildir) adlı yazısında değişen çevre şartlarına göre sınırlarını ve ısı özelliklerini uyarlayabilen çadır, kamp ateşi gibi bir yapıyı temsili olarak ele alan minimal çevre çözümlerine değinmiştir. *Transportable Standart-of-living package, Enviromental Bubble, Anatomy of Dwelling* Banham’ın bu konu ile ilgili yaptığı çalışmaların bazı örnekleridir (Heidari Matin ve Eydgahi, 2019).

“Uyum sağlayan mimarlık” (*adaptable architecture*) tanımı ilk kez, değişebilen şekil, konum, kullanım ve genişlik kapsamında, Frei Otto tarafından yapılmıştır (Karaağaç, 2020; Romano vd., 2018). “Çevresel koşullara yanıt veren mimarlık” (*responsive architecture*) kavramı ise, ilk kez, 1970 senesinde Negropente tarafından kullanılmıştır (Altın ve Orhon, 2014).

Velikov ve Thün (2012), ilk otomatik uyumlu zarflardan birisini Buckminster Fuller’in 1967 senesinde Montreal Expo için inşa edilen pavyonun cephesi olarak belirtmişlerdir (Şekil 2.7). Bu yapının cephesinin, güneşin hareketine göre konumunu ayarlayacak bilgisayar programı tarafından kontrol edilen iç kanvas güneşlikler ile akrilik panellerin şeffaf bir kaplamasından oluşmakta olduğunu da eklemiştir (Şekil 2.8).



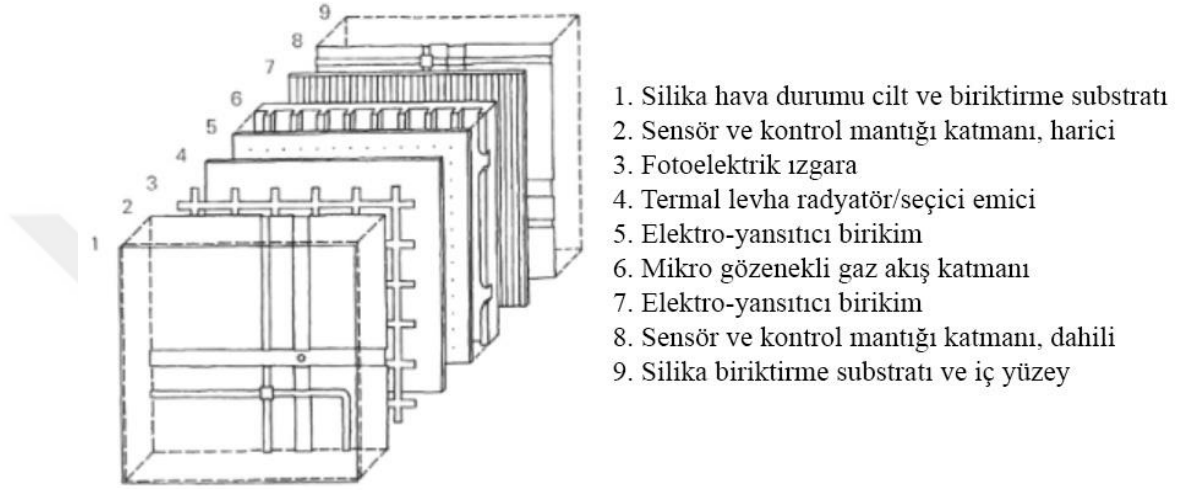
Şekil 2.7 Buckminster Fuller'in Montreal Expo pavyon yapısı (Poet Architecture, 2016)



Şekil 2.8 Montreal Expo pavyonu kanvas güneşlik pozisyonları (Velikov ve Thün, 2012)

Uyarlı cephe fikrinin gelişiminde etkili olan bir diğer olay ise, Mike Davies'ın 1981 senesinde ortaya attığı “çok işlevli duvar” (*Polyvalent Wall*) fikridir (Şekil 2.9). Davies'ın tek bir camdan oluşan duvarı, farklı amaçlara hizmet veren çok katmanlı bir cephenin ilk örneği olması açısından uyarlı cephelerin gelişiminde önemli kabul edilmektedir. Günümüzde uygulanan birçok uyarlı cephe sisteminde olduğu gibi bu

duvar sisteminde de değişen çevre koşullarına bağlı olarak güneş ışığından ve ısısından korunmak amaçlanmıştır. Aynı zamanda bu cephenin gerekli enerjiyi üretmesi de amaçlanmıştır. Davies'in çok işlevli duvarı günümüzde henüz uygulanmamış olsa bile gelişen yeni teknolojilere öncülük etmesi adına araştırmacılar tarafından değerli kabul edilmektedir (Omrany, Ghaffarianhoseini, Ghaffarianhoseini, Raahemifar, ve Tookey, 2016).



Şekil 2.9 Mike Davis'in çok işlevli duvarı (Omrany vd., 2016)

2.3 Uyarlı Cepheler ve Özellikleri

İnsanoğlu, tarih boyunca ihtiyaçları doğrultusunda yapılar tasarlamaya çalışmıştır. Bununla birlikte, değişen dış koşullara göre iç mekânda ideal konfor koşullarını sağlamak, buna bağlı olarak tüketilen enerji miktarını azaltmak amacıyla bazı önlemler almışlardır. Geleneksel yapı cephelerinde kullanılan ve kullanıcı müdahalesi ile harekete geçen güneş kırıcı sistemler insanların iç mekâna alacakları gün ışığı ve ısınısını kontrol etmek amacıyla cephelere uyguladıkları önlemlerden yalnızca birisidir. Geleneksel cephe sistemleri günümüzde hala daha yaygın olarak kullanılsa da, bu cephe sistemlerinin ideal konfor şartlarını sağlama, tüketilen enerji miktarını azaltma ya da gelişen yüksek ve esnek formlu yapı cephelerinde uygulanma konusundaki yetersizlikleri bilinmektedir. Bu kapsamda, gelişen mimari pratiklere, değişen ihtiyaçlara ve enerji tüketimi konusundaki bilinçlenmeye bağlı olarak yeni cephe

sistemleri geliştirilmiştir. Bu cephe sistemlerinden birisi de uyarlı cephe sistemleridir (Berkmen ve Altın, 2019).

Uyarlı cephe sistemleri, dışarıdan gelen etkilere, makro veya mikro ölçekte sahip oldukları hareket yetenekleriyle, işlevlerini, özelliklerini, davranışlarını ya da konumlarını değiştirerek tepki veren cephe sistemleridir. Koşullara uyum sağlamak, yapı performansını iyileştirmek ya da geçici gereksinimlere yanıt vermek amacıyla tasarlanabilirler. Çevresel etmenler, kullanıcı ihtiyaçları gibi dışarıdan gelen etkileri farklı yöntemlerle algılarlar ve çeşitli araçlar ile gerekli tepkiyi oluştururlar.

Uyarlı cepheler, çevreden gelen uyarıları sensör, sensör ağları ya da malzemenin kendi özelliği sayesinde algılarlar. Bununla birlikte, bu uyarılara malzemeleri, bileşenleri ya da bütüncül olarak sistemleri aracılığı ile tepki oluştururlar (D. Aelenei, L. Aelenei ve Vieira, 2016; Yaman ve Arpacıoğlu, 2021). Bu cephe tabanlı ekipmanlar, geleneksel cephe sistemleri tarafından gerçekleştirilen işlevlere yardımcı olurlar ve hatta bazen bunların yerini alırlar. Bütünsel bir yapı metabolizmasının ve morfolojisinin bir parçası olarak çalışacak şekilde tasarlanabilirler ve genellikle bina yönetim sisteminden sensörler, aktüatörler ve komut telleri dâhil olmak üzere binanın diğer bölümlerine bağlanabilirler (Velikov ve Thün, 2012). Dışarıdan gelen uyarılar kesildiğinde ise ilk hallerine geri dönerler ve bu süreci tekrar tekrar devam ettirebilirler (Romano vd., 2018).

Farklı tasarım prensipleri çerçevesinde çeşitli amaçlara hizmet etmek için tasarlanabilen uyarlı cephe sistemleri, kimi zaman tek bir uyarıya yanıt oluşturabilirken kimi zaman da birden fazla girdiye yanıt verebilecek şekilde tasarlanabilirler. Gelişmekte olan bu yeni cephe sistemleri, iç mekân ile dış çevre arasındaki enerji akışını aktif olarak kontrol edebilirler, sadece ihtiyaç olduğunda yalıtırlar, enerji üretirler, gölgeleme ve havalandırma sağlarlar (Berkmen ve Altın, 2019) . Bu sayede, iç mekânda termal konfor sağlayabilir, hava kalitesini optimize edebilir, görsel ve akustik performansı güçlendirebilir ve enerji tüketimini azaltabilirler. Kimi projelerde de, sahip oldukları cephe özellikleri sayesinde enerji

üretebilir, hatta ürettikleri bu enerjiyi kentsel ölçekte kullanabilen bir tesis haline gelebilirler(Romano vd., 2018).

Barozzi vd. (2016), yaptıkları çalışmada uyarlı cephelere sahip yapıların iki ayrı yöntem ile enerji tüketimini azaltabildiklerini belirtmişlerdir. Bunlardan ilki, kışın ek termal direnç sağlayarak ısınma ihtiyacını azaltmak, diğeri ise yazın aşırı ısınmayı önleyerek iç mekân konfor koşullarının sağlanması adına serinleme ihtiyacını azaltmaktır. Her iki durumda da iç mekân konfor koşullarının sağlanması için başvurulacak olan, klima gibi, mekanik sistemlerin kullanımı minimumda tutulmakta ya da bazen bu sistemlere hiç ihtiyaç duyulmamaktadır. Bu duruma bağlı olarak da tüketilen enerji miktarının azalması sağlanmaktadır. Buna ek olarak, Heidari Matin ve Eydgahi (2019), mevcut yapılar üzerinde yapılan son çalışmalarda bu sistemlerin tüketilen enerji miktarının azalmasını sağlamak ile birlikte, karbon emisyonunu düşürmede de önemli bir yere sahip olduğundan bahsetmişlerdir. Tüm bunlar sayesinde, bu sistemlerin ekonomiyi iyileştirdiği de söylenebilmektedir (Romano vd., 2018).

Çevre ve kullanıcı ile etkileşime girerek, değişen koşullara ya da kullanıcı ihtiyaçlarına göre tepki oluşturan uyarlı cephe sistemleri gelen uyarılara anlık (saniye, dakika), saatlik, günlük, aylık, mevsimlik ya da yıllık olarak tepki gösterebilirler (Loonen vd., 2015). Uyarlı bir cephenin değişen koşullar ya da talepler karşısında oluşturduğu tepki süresi, uyarlanabilir cephenin eylemlerinin etkin bir şekilde gerçekleştiği zamansal ölçek hakkında bilgi vermektedir. Loonen vd. (2015), çalışmalarında dakikalar ile saatler arasında gerçekleşen cephe uyarlanmalarının en yaygın süre aralığı olduğunu belirtmişlerdir. Buna ek olarak, rüzgâra veya gün ışığına uyarlı olan sistemlerde, konfigürasyonların saniyeler içinde meydana gelen değişikliklere göre kendilerini uyarlayabileceklerini de eklemişlerdir.

Uyarlı cephe sistemlerinde, cephe sisteminin oluşturduğu tepki ile gerçekleşen uyarılama hareketinin boyutunu belirtmek amacıyla mekânsal ölçek kavramı kullanılmıştır. Bu kavram, cephe sistemlerinin dışarıdan gelen uyarılara verdikleri makro ya da mikro ölçekteki hareket yetenekleri ile ilişkilidir. Sistemlerin hareket

yetenekleri, bazı uyarlı cephelerde gözle görülebilir düzeyde iken, bazı cephe sistemlerinde gözle görülemez seviyededir. Uyarlamanın gerçekleşmesi ile yaşanan en küçük değişim, yapı malzemesinin moleküler yapısında gerçekleşmektedir ve cephenin termofiziksel veya optik özelliklerinin değişmesi ile sağlanmaktadır. Gözle görülemeyen bu hareket uyarlı cephe sistemlerinde mikro ölçekli hareket olarak tanımlanmaktadır. Bazı uyarlı cephe sistemlerinde ise değişim, yapı cephesi bileşenlerinin seviyesi aracılığıyla, binanın görünümünün etkilendiği veya ana unsurlarının yeniden düzenlendiği tüm bina seviyesine kadar gerçekleşebilmektedir. Gözle görülebilen değişimlerin yaşandığı uyarlı cephe sistemleri ise makro ölçekte hareket gerçekleştiren uyarlı cephe sistemleri olarak tanımlanmaktadır. Uyarlamanın gözle görünür olması, binanın kendisinin dış görüntüsünü, aynı zamanda iç görünümünü büyük ölçüde şekillendirmektedir. Bu nedenden dolayı, çoğu durumda uyarlama hareketi, mimari projelerin önemli bir özelliği haline gelmektedir ve önemli bir kompozisyon kaynağı olarak kullanılmasına neden olmaktadır (Loonen vd., 2015).

Uyarlı cephe sistemleri kapsamında ele alınan uyarlanabilirlik derecesi kavramı, cephenin değişen koşullara hangi ölçüde uyum sağlayabileceğini ifade etmektedir. Cephe sisteminin belirli bir özellik/fonksiyon için sağlayabileceği değer aralığının genişliği ve adımları, uyarlanabilirlik derecesi hakkında bilgi vermektedir. Açılma/kapanma hareketi düşük derecede uyarlanabilirliği ifade etmektedir. Değişen koşullara kademeli olarak yanıt verme ise daha yüksek uyarlama seviyesini tanımlamaktadır (Loonen vd., 2015).

2.4 Literatürde Konuyla İlgili Mevcut Çalışmalar

Değişen çevre koşullarına ya da kullanıcı ihtiyaçlarına göre kendini uyarlayabilen uyarlı cephe sistemleri, sürdürülebilirlik için aktif stratejiler kullandığından dolayı birçok araştırmacının dikkatini çeken bir konu olmuştur (Heidari Matin ve Eydgahi, 2019). Bu araştırma kapsamında yapılan literatür taramaları esnasında, uyarlı cepheler ile ilgili gerçekleştirilmiş çalışmalardan bazı veriler elde edilmiştir. Bu veriler kısaca şöyledir;

- Uyarlı cepheler ile ilgili yapılan çalışmaların çoğunda tanımlamalar, sistemin tasarımına, özelliklerine, geometrisine, teknolojisine, materyaline, uyarlı kavramı yerine kullanılan diğer kavramlara ya da araştırmacının konu ile ilgili bireysel fikirlerine dayanmıştır. Bunun yanında, uyarlı cephelerin ortaya çıkışını, tarihsel sürecini, uyarlı cephe sistemlerinin sosyal ve tarihsel etkisini irdeleyen çok az çalışmaya rastlanmıştır. Heidari Matin ve Eydgahi'nin 2019 senesinde, Velikov ve Thün'ün 2012 senesindeki araştırmaları bunlara örnektir.
- Uyarlı cepheler ile ilgili ortak bir sınıflandırma sisteminin kullanılmadığı gözlemlenmiştir. Bu durumun araştırmacıların, uyarlı kavramında olduğu gibi, sınıflandırma sistemlerini de kendi çalışmaları kapsamında geliştirdiklerinden dolayı olduğu düşünülmektedir.
- Uyarlı cephe kavramı ile ilgili literatürde net ve ortak bir tanıma rastlanmamıştır. Bunun yanında, anlam açısından birbirlerinden farklı ancak birbirleri yerine kullanılabilen kavramların uyarlı cephe kavramına karşılık kullanıldığı fark edilmiştir. Söz gelimi, bir araştırmacı tarafından tepki veren olarak ele alınan cephe sistemi farklı bir araştırmacı tarafından etkileşimli, aktif, akıllı, duyarlı, kinetik gibi farklı kavramlar ile tanımlanmıştır. Literatürdeki bu kargaşanın sebebini Brzezicki (2021), uyarlı cepheler konusunun farklı araştırmalar tarafından farklı perspektiflerle ele alınması olarak açıklamıştır.

Değişen çevre şartlarına ve kullanıcı taleplerine göre kendini uyarlayan cepheler ile ilgili kullanılan kavramlar tablo 2.1 de alfabetik sıraya göre listelenmiştir. Bu tablo, yazarların araştırmalarında değindikleri kavramlar ile oluşturulmuştur. Birbirleri yerine kullanılan bu kavramları ve aralarındaki farkları daha iyi kavrayabilmek adına tablo sonrasında, araştırmalarda sıklıkla değinilen, kavramlar ayrı ayrı tanımlanmıştır.

Tablo 2.1 Uyarlı cephe kavramı yerine kullanılan kavramlar tablosu

KAVRAMLAR	ARAŞTIRMALAR	Tabadkani, Roetzel, Li ve Tsangrassolis, (2021)	Başarı, (2019)	Böke, Knaack, ve Hemmerling, (2019)	Mosa, (2018)	Romano, Aelenei, Aelenei ve Mazzucchelli, (2018)	Barozzi, Lienhard, Zanelli ve Monticelli, (2016)	Marysse, (2016)	Velikov ve Thun, (2012)
Active (Aktif)		X	X	X		X		X	
Adaptive (Uyarlı)		X	X	X	X		X		X
Advanced (Gelişmiş)				X		X		X	
Auto-reactive (Oto-tepkisel)				X					
Biomimetic / Bio-inspired (Biyomimetik)		X	X			X			
Changeble (Değişken)			X						
Climate-Adaptive (İklim Uyarlı)				X					
Convertible (Dönüştürülebilir)					X		X		
Deployable (Yayılabılır)					X				
Dynamic (Dinamik)				X	X		X	X	
Flexible (Esnek)			X						
High-performance (Yüksek Performanslı)				X					
Intelligent (Akıllı)		X	X	X	X	X		X	X
Interactive (Etkileşimli)		X	X		X	X		X	X
Kinetic (Kinetik)		X	X	X	X	X	X	X	
Kinematic (Kinematik)							X		
Moveable (Hareket Edebilir)		X				X			
Passive (Pasif)		X							
Performative (Eylemsel)							X		
Responsive (Tepki Veren)		X	X	X	X	X	X	X	X
Retractable (Toplanabilir)					X		X		
Smart (Zeki)		X	X	X	X	X		X	X
Switchable (Değiştirilebilir)		X				X			
Transformable (Dönüştürülebilir)			X		X	X	X		

2.4.1 Aktif (Active)

Romano vd. (2018), aktif cepheleri, tüketilen enerji miktarını azaltırken iç mekân konfor koşullarını da sağladığını belirterek, kullanıcı etkileşimi olmadan iç mekân veya dış çevreden gelen etkilere göre kendilerini kendiliğinden ayarlayabilen bütünleşmiş elemanlara sahip cepheler olarak tanımlamışlardır. Tabadkani, Roetzel, Li ve Tsangrassolis (2021) ise, çalışmalarında aktif cephe sistemlerinin iç mekânda konfor koşullarını her zaman sağlamak zorunda olmadıklarından bahsetmiştir. Bu cephe sistemlerinin dışarıdan gelen tepkilere cevap verebilmek için gelişmiş elektronik donanımlara ihtiyaç duymadıklarını, söz konusu aktif özelliklerin manuel ya da otomatik olarak kontrol edilebileceğini eklemiştir.

Romano vd. (2018) ve Tabadkani vd. (2021), çalışmalarında araştırmanın 4. bölümünde detaylı olarak incelenmiş olan Media-Tic ofis yapı cephesini aktif cephe kapsamında örnek olarak vermişlerdir.

2.4.2 Adaptif (Adaptive)

Adaptif cepheler değişen koşullara kendi kendilerine uyum sağlama yeteneğine sahip cephe sistemleridir. Bu cepheler dışarıdan gelen tepkilere karşı davranışlarını, özelliklerini ya da yapılandırmalarını değiştirebilirler (Mosa, 2018). Dışarıdan gelen tepkilere gerçek zamanlı yanıt veren cephe sistemleri, konfor koşullarını sağlarken enerji tüketimini de azaltırlar. Marysse (2016), çalışmasında bu cephe sistemlerinin birincil amacının yapıların ekolojik ayak izini azaltmak olduğunu belirtmiştir. Adaptasyon için iyi bir kontrol ve işletim sistemine ihtiyaç duyan adaptif cephe sistemleri, bu amaç doğrultusunda genellikle sensörler, aktuatörler, kontrolörler, iletişim teknolojileri ve benzeri dijital teknolojilerden yararlanırlar. (Başarır, 2019)

2.4.3 Akıllı (Intelligent)

Anlam olarak birbirine dilimizde de çok yakın olan akıllı/intelligent ve zeki/smart kavramları, yapısal cephe sistemleri içerisinde değerlendirildiğinde farklı cephe

konseptlerini tanımlamaktadır. Akıllı cephe sistemleri, performans gereklerini sağlarken gelişmiş bilişsel ve otomasyonlu yönetim sistemlerinden yararlanır (Velikov ve Thün, 2012). Bu bağlamda akıllı cepheler zeki cephelere kıyasla, daha gelişmiş organizasyonel yapıya sahip olup, verimlilik açısından performansları çok daha yüksektir (Başarır, 2019).

Bu cephe sistemleri genellikle sistemin içerisine bütünleşmiş olan akıllı bileşenler ile otomatik ve manuel olarak kontrol edilebilir. İç mekânda konfor koşullarını sağlamak adına yapay zekâ ile tahmin etme yeteneği geliştirip, bunun için hesaplama teknolojisi, sensörler, aktüatörler ve kontrolörler kullanırken, insan kontrolünü en aza indirgerler (Mosa, 2018). Bu cephe sistemleri gerçek zamanlı olarak tepkilere yanıt verebilir ve öğrenme yeteneklerine sahiptir. Bu cephe sistemleri, aynı zamanda kullanıcı ile de etkileşim içerisindedirler (Tabadkani vd., 2021).

2.4.4 Etkileşimli (Interactive)

Daha çok kullanıcı katılımlı bilgisayar ile desteklenen sanat eserleri ve entelasyonları tanımlamak için kullanılan etkileşimli kavramı hem mekanik hem de malzeme sistemleri ile tanımlanabilmektedir (Mosa, 2018) .

Tabadkani vd. (2021), çalışmasında etkileşimli cephe sistemlerini medya cepheleri olarak da tanımlamıştır. Bu cephe sistemlerinin kullanıcı ile doğrudan iletişim halinde olması ile birlikte sensör, mikro işlemci veya otomatik yönetim sistemlerini de bünyesinde barındırdıklarını belirtmişlerdir. Etkileşimli cephe sistemlerinin iç mekân konfor koşullarını optimize etme, bina performansını düzenleme ya da kullanıcı ihtiyaçlarına yanıt verme gibi temel amaçlar barındırmadıklarını belirterek, insan tabanlı sinyallere anlık olarak yanıt verebildiklerini eklemişlerdir.

2.4.5 Kinetik (Kinetic)

1970 yılında Zuk ve Clark kinetik mimarlığı, yapı veya yapı bileşenlerinin biçim değiştirme ve hareket modu ile değişime uyum sağlayabildiği bir mimari alan olarak tanımlamıştır (Romano vd., 2018).

Tabadkani vd. (2021), kinetik cephe sistemlerini, yer değiştirme, kayma, genişleme, katlanma veya dönme gibi fiziksel davranışlar ile hareketliliğin ve değişken geometrilerin sağlandığı karmaşık mekanik sistemler olarak tanımlamışlardır. Bu fiziksel davranışlarından dolayı kinetik cepheler, dönüştürülebilir, dinamik, geri çekilebilir gibi diğer kavramları da içermektedir. Ancak, bu sistemlerden farklı olarak kinetik cepheler iç ortam ve harekete geçirme kuvveti yerine dış mekân koşullarını dikkate alır. İlgili araştırmacılar, kinetik cepheler arasındaki ortak özelliği, dış mekân çevre uyaranlarına cevap verebilme yetenekleri olarak açıklamışlardır (Tabadkani vd., 2021).

2.4.6 Tepki Veren (Responsive)

Tepki veren bir bina kabuğu, gerçek zamanlı algılaması, hareketli olması, iklime uyarlanabilir özellikleri, akıllı malzemeleri ve otomasyon sistemi dâhil olmak üzere akıllı bir bina kabuğunun benzer işlev ve performans özelliklerini barındırır. Bunlara ilave olarak, tepki veren cepheler bina sisteminin kendi kendini ayarlaması ve zaman içerisinde öğrenmesini mümkün kılan hesaplama algoritmaları gibi etkileşimli özellikleri de içerir. Ayrıca bu cepheler, bina sakinlerine çevresel koşullar doğrultusunda bina kabuğunu kontrol etmek için, kabuğu fiziksel olarak manipüle etme imkânı da sunar (Velikov ve Thün, 2012).

Bu cephe sistemlerinde temel farklılık olarak karşımıza çıkan öğrenme becerisi, değişen çevresel koşullar ve kullanıcıların tercihlerini hesaba katan algoritmalar ile gerçekleşir. Dolayısıyla, gerçekten tepki veren bir bina kabuğu, kullanıcı ihtiyaçlarını algılamak ve geri bildirimi için mekanizmalar içermekle kalmaz, aynı zamanda hem binayı hem de bina sakinlerini eğitmeyi taahhüt eder. Kullanıcılara, zamanla

öğrenebilmeleri adına, iklim ve enerji kullanımıyla ilgili eylemlerini değiştirebilmeleri için bilgi sağlanır. Bu şekilde, hem bina hem de kullanıcı sürekli evrimleşen bir iletişim içerisinde olur (Velikov ve Thün, 2012).

2.4.7 Zeki (Smart)

Addington ve Schodek, akıllı-zeki malzemeleri, dâhili fiziksel özellik değişiklikleri veya harici enerji alışverişi yoluyla çalışan belirli çevresel tepkileri içeren gömülü teknolojik işlevlere sahip sistemler olarak tanımlar (Velikov ve Thün, 2012).

Günümüzde yaygın olarak kullanılan akıllı cihazlar (telefon, saat vb.) sebebi ile zeki kavramı, karmaşık bir sistem tarifler gibi algılansa da, bu kavram bina cephelerinde malzeme ve yüzey özellikleri ile ilişkili olarak kullanılmaktadır. Bu sistemler kendi içsel özellikleri sayesinde çevreden gelen etkilere yanıt verebilmek için herhangi bir ilave unsura (sensör, aktüatör ya da kontrolör gibi) ihtiyaç duymazlar (Mosa, 2018).

2.5 Uyarlı Cephe Sistemlerinin Sınıflandırılması

Uyarlı cephe sistemlerinin araştırılmaya başlaması ile konunun daha iyi anlaşılması ve geliştirilmesi için araştırmacılar tarafından çeşitli sınıflandırma sistemleri de ortaya atılmaya başlamıştır. Uyarlı cephe tanımında olduğu gibi, uyarlı cephe sistemlerinin sınıflandırılması ile ilgili de kavramsal bir fikir birliği bulunmamaktadır. Yapılan literatür araştırmaları sonrasında uyarlı cephe sistemleri sınıflandırılmasında yaşanan bu belirsizlik sebebinin araştırmacıların sınıflandırma sistemini, uyarlı cephe tanımında olduğu gibi, çalışmalarına paralel doğrultuda geliştirmelerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu çalışma kapsamında diğer araştırmacılar tarafından yapılan sınıflandırmalardan birkaçına değinilmiş, bazı kavramları açıklığa kavuşturmak adına kapsamlı tanımlamalarına yer verilmiştir.

Bazı araştırmacıların çalışmaları kapsamında yaptığı sınıflandırmalar şöyledir;

2.5.1 Gelecekte umut vadeden cephe sistemlerine göre sınıflandırma

Attia, Lioure ve Declaude (2020), çalışmasında, uzman kişiler ile yaptığı görüşmeler doğrultusunda, gelecekte umut vadeden uyarlı cephe sistemleri başlığı altında bir sınıflandırma önermiştir. Bu sınıflandırmaya göre uyarlı cephe sistemlerini dinamik gölgeleme sağlayan cepheler, kromojenik cepheler, aktif güneş enerjisi kullanan cepheler ve aktif havalandırılmalı cepheler olmak üzere dört gruba ayırmışlardır. Doğal havalandırmanın sağlandığı dinamik gölgeleme cepheleri kategorisine panjur, stor perde, jaluzi gibi cephe elemanlarını; kromojenik cephelere elektrokromik, likit kristal ve termokromik camları dahil etmişlerdir. Aktif güneş enerjisi kullanan cephelere ise çift cidarlı cepheleri, yeşil cephe ve çatıları, faz değiştiren malzemeleri dâhil etmişlerdir (Attia vd., 2020).

2.5.2 Uyarlı cephe sistemlerinin “değişim” olgusuna göre sınıflandırma

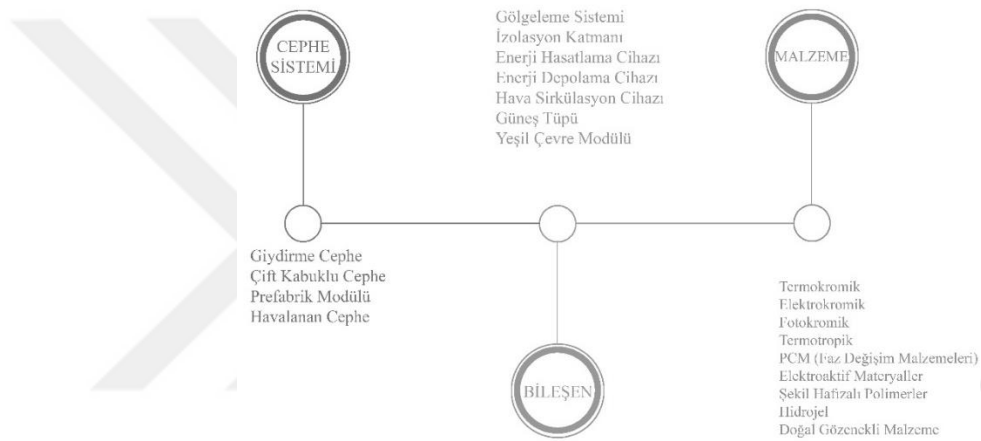
Başarır (2019), çalıştığı doktora tezi kapsamında elde ettiği sınıflandırma verilerine dayanarak yeni bir sınıflandırma sistemi geliştirmiştir. Bu sınıflandırma sistemini tepki veren cephe sistemlerinin “değişim” olgusuna dayandırmış, tepki veren cephe sistemlerini değişim faktörü, değişim mekanizması ve değişim etkisi olarak üçe ayırmıştır. Başarır (2019), sınıflandırmanın bu üç başlığını şu şekilde açıklamıştır;

Değişim faktörü, değişimin gerçekleşmesini tetikleyen unsurdur. Değişim mekanizması, sistemin ilk durumundan son durumuna dönüşebilmesi için izlemesi gereken yoldur. Bu yol değişim için gerekli bileşenleri, koşulları, kaynakları ve kısıtlamaları da içerir. Değişim etkisi ise değişimin başlamasından önceki ve sonraki durumlar arasındaki farktır (s.112).

2.5.3 Uyarlı cephe sistemlerinin uyarlılık barındırdıkları yapısal seviyeye göre sınıflandırma

Uyarlı cepheler hakkında çalışmalar yapan COST TU1403’ün bilimsel çalışmalarına göre, uyarlanabilir cephelerin performansını değerlendirmeye ve test

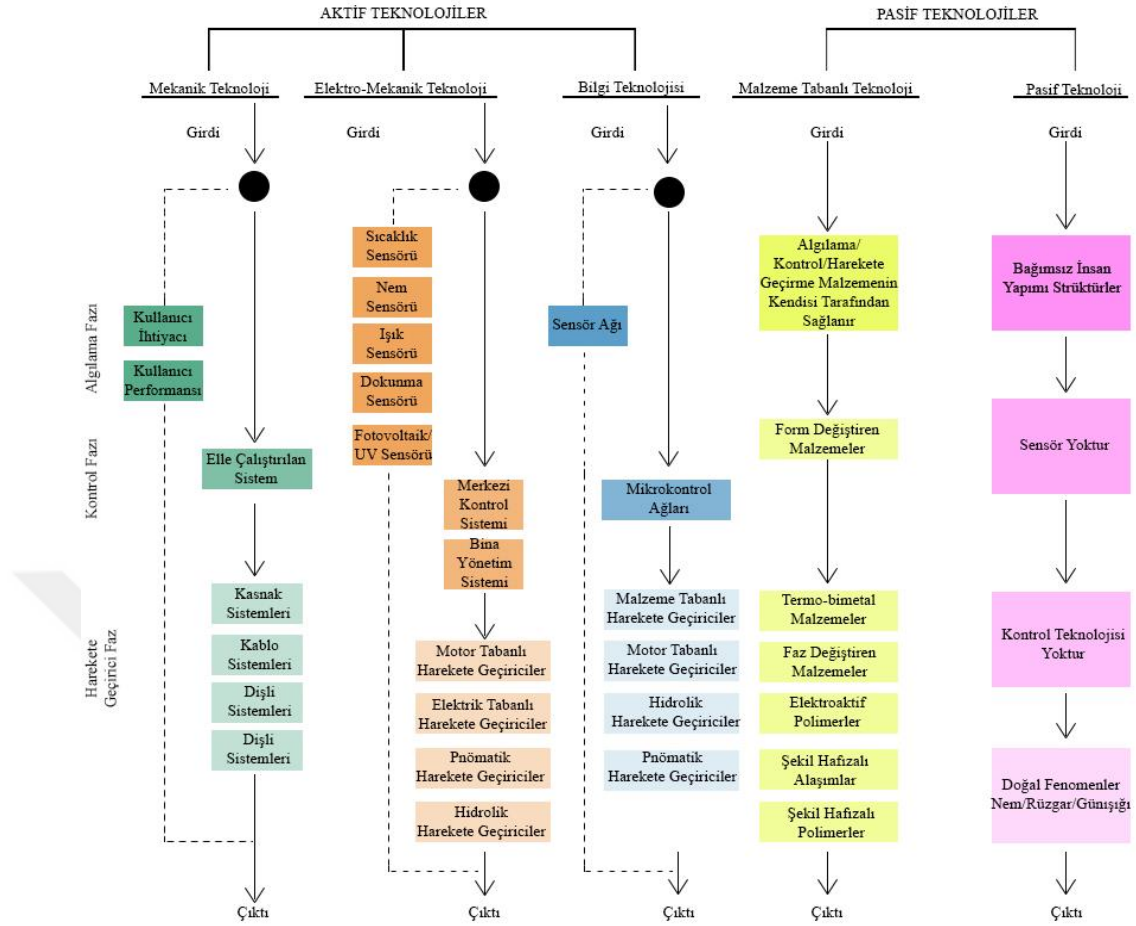
etmeye geçmeden önce, onları teknoloji ve amaçları açısından nitelendirmek esastır (D. Aelenei vd., 2016). Bu çalışma gurubu üyelerinden olan L. Aelenei vd. (2018), tarafından yapılan çalışmada uyarlı cephe sistemleri, barındırdıkları yapısal seviye bağlamında, “cephe sistemi, bileşen ve malzeme” olacak şekilde üçe ayrılmıştır (Şekil 2.10). Bu bağlamda incelendiğinde sistem seviyesinde uyarlılık barındıran cephelerde, sistemin bütünü dâhilindeki bileşenler ve malzemeler ile beraber cephe sistemleri dış etkilere yanıt vermektedir. Alt seviye olan bileşen ve malzeme seviyesinde uyarlılık barındıran cephelerde ise çevresel koşullara yanıt malzeme ya da bileşen seviyesinde gerçekleşmektedir (L. Aelenei vd., 2018).



Şekil 2.10 L. Aelenei vd. (2018)'ne ait sınıflandırma çalışması

2.5.4 Uyarlı cephe sistemlerinde kullanılan teknolojiye göre sınıflandırma

Matin, Eydgahi ve Shyu (2017), çalışmalarında uyarlı cephe sistemlerinde kullanılan teknolojilerin ana özelliğini esas alan bir sınıflandırma yöntemi önermişlerdir. Bu kıstas doğrultusunda uyarlı cephe sistemlerini; mekanik teknoloji, elektro-mekanik teknoloji, pasif teknoloji, bilgi teknolojisi ve gelişmiş malzeme tabanlı teknoloji olarak 5 ayrı gruba ayırarak incelemişlerdir (Şekil 2.11).



Şekil 2.11 Matin, Eydgahi ve Shyu (2017) sınıflandırma sistemi

- Mekanik teknoloji;

Mekanik teknoloji cephelerinde gelen uyarılara yanıt olarak oluşan hareket, döndürme kolu mekanizması, kremayer dişli, dişli, çark ve kasknak sistemleri gibi hareketi geçirme teknolojileri kullanarak gerçekleştirilebilir. Bu cephelerdeki sistemler manuel olarak ya da bilgisayar ile kontrol edilebilirler. Matin, Eydgahi ve Shyu (2017), çalışmalarında dişliler, kasknaklar ve kablolardan oluşan mekanizmaya sahip elle çalıştırılan geleneksel panjur sistemlerini ilk uyarlı cepheler sistemi olarak kabul etmişlerdir. 1947 senesinde Richard Neutra tarafından tasarlanan, Kaufmann House yapısının ilk uyarlı cepheler sistemine sahip olduğunu eklemiştir. Yapıda kullanılan jaluzi sistemi, kremayer dişli sistemi sayesinde doğrusal hareketi dönme hareketine dönüştürmektedir. Aynı zamanda, alüminyum panjurların

hareketi ile, termal ve görsel tercihler doğrultusunda cephede kontrol sağlanmıştır (Heidari Matin, Edyghahi ve Shyu, 2017).

- Elektro-mekanik teknoloji;

Elektro-mekanik teknolojiye sahip cephe sistemlerinde, merkezi kontrol söz konusudur. Dışarıdan gelen uyarılara sistem tarafından tek bir tepki ile cevap verilir. Bu cephe sistemlerine Montreal Expo, Arap Enstitüsü, ThyssenKrupp genel merkezi, Q1 binası örnek verilebilir.

- Pasif teknoloji;

Pasif teknolojilerin kullanıldığı cephe sistemlerinde elektriksel uyarıya veya manuel müdahale gibi bir güce bağımlılık söz konusu değildir. Sistem, güç kaynağı olarak rüzgâr, su ve güneş ışığı gibi doğal kaynakları kullanarak cephe sistemini aktive etmektedir. Bu cephe sistemlerine örnek olarak Ned Kahn tarafından tasarlanan Pittsburg Çocuk Müzesi, SFPUC binası, Chandler belediye yapısı verilebilir.

- Bilgi teknolojisi;

Bilgi teknolojisine sahip cephe sistemleri, merkezi olmayan bir kontrol sistemine ve çok işlemcili kontrol mekanizmalarına sahiptirler. Bu cephe sistemlerinde IT teknolojileri, elektro-mekaniklerin yerini almıştır. Birbirine bağlı paneller mikro denetleyiciler tarafından kontrol edilmektedir. Yerel sensörler ve aktüatörler tarafından yürütülen işlemler, işleme ve kodlama için mikro denetleyicilere veri sağlar.

Bilgi teknolojisine sahip cephe sistemleri, dışarıdan gelen etkilere lokal olarak tepki verebilirler. Her panelde çevresel verilerin verimli zaman hesabı, düşük maliyetli cephe bileşenleri ve işlevsel ve kompozisyon özgürlüğü gibi avantajlara da sahiptirler. Bu cephe sistemlerine örnek olarak

bilgi teknolojisine sahip ilk uyarlı cephe yapı olan Media-Tic ofis binası verilebilir.

- Malzeme tabanlı teknoloji;

Malzeme tabanlı teknolojilerin kullanıldığı sistemlerde, mekanik ya da elektro-mekanik sistemlerin yerini malzemenin yapısındaki moleküller almıştır. Malzeme tabanlı aktüatörler, ışık fotonları, sıcaklık değişiklikleri, kimyasal maddeler, manyetik alan kuvvetleri ve elektrik akışları gibi dış sinyaller tarafından uyarıldığı zaman, malzemenin yapısında bulunan moleküller sayesinde sistemde değişiklikler oluşur ve gelen etkilere tepki gerçekleşir.

Malzeme hareketleri hacim, şekil, renk, akışkanlık ve elektrik akımlarındaki değişikliklerle oluşturulur. Bununla birlikte, şekil hafızalı alaşımlar, şekil hafızalı polimerler, elektro aktif polimerler ve faz değiştiren malzemeler gibi çeşitli akıllı malzemeler, binaların yapısında aktüatör ve sensör olarak kullanılabilirler.

Bu cephe sistemlerine örnek olarak, Hygroskin meteosensitive pavyonu verilebilir. Hygroskin meteosensitive pavyonunda, yapı cephesinde kullanılan Veneer kompozit malzeme sayesinde, pavyonun kabuğu, güneşli ve yağmurlu günler için çevresel nem aralığını temsil eden %30 ila %90'lık bağıl nem sapmalarına, cephedeki gözenekler, ince kontrplak levhaların elastik bükülme davranışı ile kontrol ederek tepki vermektedir (Matin, Eydgahi ve Shyu, 2017).

Yapısal özelliği sayesinde çevreden gelen uyarılara yanıt veren malzeme tabanlı teknolojiye sahip uyarlı cephe sistemleri yapılarda çok fazla kullanılmamaktadır. Bu durumun nedenini Heidari Matin vd. (2017), malzeme tepkilerinin sınırlı, limitli, programlanamaz olması şeklinde açıklamışlardır.

2.5.5 Uyarlı cephe sistemlerinin işlevine göre sınıflandırma

Loonen vd. (2015), çalışmalarında uyarlı cephe sistemlerine ait sınıflandırma yöntemini, uyarlanma amacı, tepki veren fonksiyon, işletme, teknolojiler (malzemeler ve sistemler), tepki verme zamanı, mekânsal ölçek, görünürlük ve adaptasyon ölçeği olmak üzere sekiz ayrı kıstas üzerinde geliştirmişlerdir (Tablo 2.2). Bu sınıflandırma sistemi ile Loonen vd. (2015), uyarlanabilir cephe sistemlerinin işlevi ve diğer kavramlar ile bağını açıklamaya çalışmıştır. Bu nedenden dolayı da bu sınıflandırma sistemi farklı birçok araştırmacı tarafından kabul edilmektedir (Ergin, 2019). Sınıflandırmanın, uyarlanabilir bir cephenin uyarlanma amaçlarını belirleyerek başlayacağını belirten Loonen vd. (2015), her uyarlanabilir cephenin bu amaçlardan bir ya da bir kaçını sağlaması gerektiğini de eklemişlerdir.

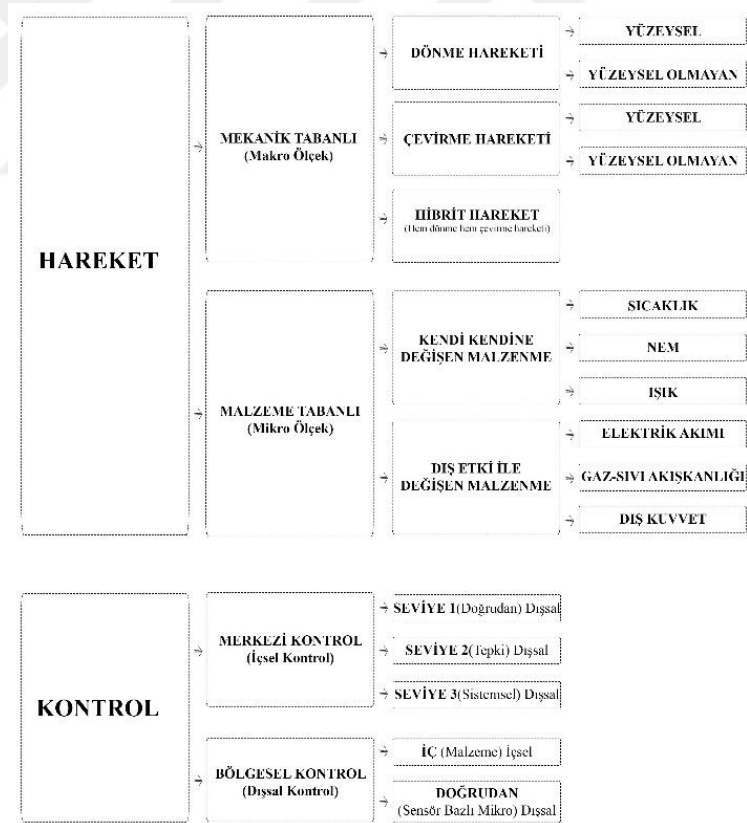
Tablo 2.2 Loonen vd. (2015) sınıflandırma önerisi

Cephe uyarlamasının amacı	Tepki veren fonksiyon	Kontrol Operasyon	Teknolojiler (Malzeme ve sistem)	Adaptasyon derecesi	Adaptasyon süresi	Mekansal ölçek	Görünürlük
Termal konforu sağlama *Gölgeleme *Yalıtım *Değişebilir cam *PCM	Güneş kazançları ve iletken, konvektif ve uzun dalgalı radyan ısı akısını önleme, reddetme, kabul etme veya modüle etme (Depolama, Dağıtma)	İçsel / Kendiliğinden	Gölgeleme	Açık-Kapalı	Saniye	Yapı malzemesi	Görünür olmayan
İç mekan hava kalitesini sağlama *Güneş tübü *BIPV ve güneş termal sistemi	Dış havanın değişimi ve filtrelenmesi için kontrollü gözeneklilik	Dışsal / Dışarıdan gelen	Yalıtım	Kademeli	Dakika	Cephe elemanı	Düşük görünürlük
Görsel performansı sağlama (Aydınlanma, parlama ve dış mekan ile görsel ilişkiyi sağlama) *Şekil hafızalı alaşımlar *Cephe açıklıkları	Görünür ışığı önleme, reddetme, kabul etme, yönlendirme		Değiştirilebilir Cam		Saat	Duvar	Yüksek görünürlük
İç mekan akustik kalitesini sağlama *Kinetik sistem *Parlak cam	Ses basıncını önleme, reddetme, kabul etme, yönlendirme		PCM		Gündüz-Gece	Pencere düzeni	
Enerji üretimi gerçekleştirme	Rüzgar enerjisini ve güneş ışığını toplayıp, elektrik ve termal enerjiye dönüştürme		Güneş Tüpü		Mevsim	Çatı	
Kişisel kontrol	Şahsi ihtiyaçlara uyum sağlama ve kullanıcı ile etkileşim halinde olma		BIPV ve Güneş termal sistemi		Yıl	Tüm yapı	
			Şekil hafızalı alaşımlar		10 senede bir		

Loonen vd (2015), bu çalışmalarında önleme kavramını cephe aracılığı ile enerji aktarımını azaltma, kabul kavramını enerji aktarımına izin verme ve reddetme kavramını ise enerji aktarımını önleme olarak açıklamışlardır. Toplama-dönüşüm-modülasyon-depolama-dağıtım kavramını da, enerjinin uygun şartlar altında biriktirilmesi ve daha sonra ihtiyaç olduğunda tekrar kullanılabilmesi olarak açıklamışlardır.

2.5.6 Uyarlı cephe sistemlerinin hareket ve kontrol sistemlerine göre sınıflandırma

Velasco, R., Brakke, A. P., ve Chavarro, D. ‘nin 2015 senesindeki *Computer-Aided Architectural Design Futures. The Next City - New Technologies and the Future of the Built Environment* adlı çalışmalarında cephe sistemlerini hareket ve kontrol sistemlerine göre sınıflandırmışlardır (Şekil 2.12) (Marysse, 2016).



Şekil 2.12 Velasco, Brakke ve Chavarro ‘nin önerdikleri sınıflandırma sistemi

Loonen vd. (2015) ve Velasco vd.(2015) geliştirdikleri sınıflandırma sistemlerinde ele aldıkları dışsal-içsel kontrol ve makro-mikro ölçekli hareket kavramlarını kısaca açıklamak gerekirse;

- **Dışsal kontrolün** gerçekteştiği uyarlı cephe sistemlerinde çevreden uyarılar geldiğinde önce bu bilginin alınmasını ve işlenmesi, ardından yapılması gereken eylemlere yapay zekâ ile izin verilmesi söz konusudur (Loonen vd., 2015). Uyarılama kontrolü, sensör, işlemci ve aktivatörler ile sağlanır. Bu cephe sistemlerinde kullanıcıların müdahalesi ile de uyarılama gerçekteşebilirken kontrol merkezi sistem üzerinden gerçekteşmektedir. Uyarılamanın gerçekteşmesi için yakıta ya da elektriğe ihtiyaç duymayan bu cephe sistemleri, belli koşullara yanıt vermeye ayarlanmış olduğundan dolayı sistem farklı bir uyarı alır ise buna cevap veremeyecek durumdadır (Ergin, 2019).
- **İçsel kontrol** ile uyarılamanın gerçekteştiği yapı cephelerinde, sisteme aktivatörler ve algılayıcılar yerleştirilmiştir. Sistem, sıcaklık, rüzgâr, güneş radyasyon gibi çevresel tepkilere otomatik olarak, kendi kendini ayarlayarak, yanıt verir. Bu kontrol türlerinde kullanıcı müdahalesine yanıt verme söz konusu değildir (Ergin, 2019).
- Uyarılamanın cephede bulunan elemanların hareketi ile sağlandığı ve bu hareketin gözle görülebilir olduğu uyarlı cephe sistemlerinde hareket *makro ölçekli* olarak tanımlanmaktadır (Yaman ve Arpacıoğlu, 2021). Makro ölçekli hareketin gerçekteştiği cephe sistemleri genellikle dışsal kontrol ile uyarılamanın gerçekteştiği cephe sistemleri ile uyumlu olarak çalışmaktadır. Ergin (2019) çalışmasında, kinetik cepheleri bu ölçekte hareketin gerçekteştiği sistemlere dâhil etmiştir.
- Uyarılamanın cephede bulunan elemanların, içsel davranışı sayesinde, optik ya da termofiziksel özelliklerini değiştirmesiyle gerçekteşmesi uyarlı cephe sistemlerinde *mikro ölçekli* hareket olarak tanımlanmaktadır

(Yaman ve Arpacioğlu, 2021). Kullanıcıların taleplerinin önceden belirlenmesi ile çevre şartları ile birlikte çalışabilen cephe sistemleri iç veya dışsal kontrol ile uyarlama gerçekleştirilmektedir (Ergin, 2019).



BÖLÜM ÜÇ

OFİS KAVRAMI, OFİS KAVRAMININ TARİHSEL SÜREÇTE GELİŞİMİ

Araştırmanın bu kısmında 4. Bölümde örneklerle incelenecek olan ofis yapılarını daha iyi kavrayabilmek adına ofis kavramı ele alınmış, tarihsel süreci incelenmiş ve konfor koşullarını etkileyen faktörler ele alınarak değerlendirilmiştir. Ele alınan konfor koşulları araştırma kapsamında uyarlı cephe sistemleri ile ilişkili olanlar ile sınırlandırılmıştır.

3.1 Ofis Kavramı

Büro ve ofis kavramları eş anlama sahip, dilimizde aynı anlamda kullanılan, iki ayrı kelimedir. Dökmeci, Dülgeroğlu ve Berköz Akkal (1993), bu iki kelimenin etimolojik açıdan değerlendirildiğinde farklı köklere sahip olduğunu belirtmiştir. Latince’de *burro*, eski Fransızca’da *bure* olarak geçen büro sözcüğü, her iki dilde de benzer anlamlar taşıyan, kaba saba kıyafetlere verilen isim olarak geçmektedir. 12. yüzyıla gelindiğinde ise anlamında daralma meydana gelerek yazı masalarını örtmek amacıyla kullanılan yünlü kumaş anlamına gelen *burea* kelimesi olarak kullanılmıştır. Daha sonra şık yazı masalarına verilen isim olan büro kelimesi günümüzde ise yazı masalarının içerisinde konumlandırıldığı mekânlara verilen ad olarak kullanılmaktadır (Dökmeci vd., 1993).

Ofis kelimesinin kökenini Latince’de iş, yapıt anlamına gelen *opus* sözcüğüne dayanmaktadır. Opus kelimesinin *facere* sözcüğü ile bir araya gelmesiyle de iş yapmak fiili oluşmuştur. Bununla birlikte, ofis kelimesinin kökeninde Sankriştçe’de kavuşmak anlamında kullanılan “daire” sözcüğü de yer almaktadır (Dökmeci vd., 1993).

Ofis ve büro kelimelerinin tanımlarına baktığımız zaman ise farklı kaynaklarda farklı şekillerde tanımlandığı görülebilir. Örneğin, büro kelimesi TDK (b.t.b), tarafından çalışma odası, yazıhane; danışma ve yazı işlerinin yürütüldüğü iş yeri; bölüm, şube; yazı masası olmak üzere dört ayrı şekilde tanımlanmıştır. Dilimize

Fransızca'dan geçen ofis kelimesi ise iş yeri, daire, büro olarak tanımlanmıştır (TDK, b.t.c).

Araştırmacıların da ilgisini çeken ofis ve büro kavramları, mekânlar, eylemler, fonksiyonlar, donanımlar veya kullanıcılar dikkate alınarak farklı şekillerde tanımlanmıştır. Örneğin, Çeven ve Özer (2013), büro kavramını, çalışanların zamanının büyük bir çoğunluğunu geçirdiği, kurum ve kuruluşların görev kapsamlarına bağlı olarak çalışanların vazifelerini yerine getirildiği mekânlar olarak tanımlamıştır (Çeven ve Özer, 2013). Ofis kavramı ise, bazı araştırmacılar tarafından tanımlanırken, mekânsal karşılığa ilave olarak, mekânın içerisinde gerçekleşen eylemi ve kullanılan donanımları da ön plana çıkartmışlardır. Pile (1976), ofisleri iletişim ve kontrolün sağlandığı karar alma mekânları olarak özetlemiştir. Marangoz (2018), ofis kavramını bir arada çalışma ortamı sunan, bir işletmeyi veya bir hizmeti yönetmek üzere faaliyetlerin yapıldığı alan olarak tanımlamıştır.

Bazı araştırmacılar tarafından minimum gereksinimler çerçevesinde belirli donanımların barındırılması, ofis olgusunun geçerliliği için ön şart olarak tanımlanmıştır. Dökmeci vd. (1993), kitaplarında mimar Gassan'ın ofis tanımını, işten sorumlu kişilerin kendi iş tanımlarına uygun bir masa başında çalıştığı yerler olarak değerlendirdiğini belirtmişlerdir. Bazı araştırmacılar ise Gassan'ın aksine ofis tanımını masa başında çalışılan yerler olarak değil, kavramsal açıdan gerçekleşen işler ve hizmetler olarak tarif etmiştir. Örneğin Kuruç (2014), esasen ofis kavramının bir mekâna referans vermeyip, iş yapma aksiyonun kendisini tanımladığını savunmuştur. Benzer şekilde, Scognamillo'ın ofis kavramını, bir işin gerçekleştirildiği ve devamlı kılındığı herhangi bir yer olarak tanımlamıştır (Dökmeci vd., 1993).

Günümüz teknolojik imkânları ve dinamik hayat biçimi, Kuruç'un ofis tanımını doğrular nitelikte gelişmektedir. Konvansiyonel ofis algısının aksine günümüzde insanlar evlerinden, kafelerden, parklardan, işlerini yürütebilecekleri herhangi bir alanı kendilerine ofis alanı olarak dönüştürebilmektedir. Ancak, tabiiide bu durum imalat sektöründe çalışan ve fiziksel olarak alanda bulunup, üretmek zorunda olan kişiler için pek mümkün olmamaktadır.

Günümüz mimarlık anlayışında, ihtiyaçlar doğrultusunda, çok kullanımlı (mixed-use), birçok farklı ihtiyaca uygun, yapı tipolojileri gelişmeye başlamıştır. Alışveriş merkezleri ile aynı yapı içerisinde yer alan konut alanları, konutlar ile aynı alanda yer alan ofis mekânları bu yapı tipolojilerine örnek olarak verilebilir. Bu tez kapsamında, ofis kavramı, yapılan işten ya da kullanılan gereçlerden bağımsız, kullanıcıların günün belli saatlerinde, aynı ya da benzer amaçlar için bir araya gelerek ürettikleri, aktif olarak alanda bulundukları somut mekânlar olarak değerlendirilmiştir. Buna bağlı olarak çalışmanın ofis kapsamındaki ölçütleri belirlenmiş ve değerlendirilmiştir. Tezin 4. bölümünde ele alınan ofis yapılarında ise, çeşitli ihtiyaçlara yanıt vermek amacıyla içerisinde otel alanı, restoran, sergi alanları gibi çeşitlilik yaratan fonksiyonların olduğu yapılar olsa bile tasarım amacının çalışma alanı yaratmak olan yapılar seçilmeye özen gösterilmiştir.

3.2 Ofis Kavramının Tarihsel Süreçte Gelişimi

Tarih boyunca toplulukların çalışma biçimleri, alışkanlıkları ve mekânları teknolojik ve siyasal gelişmelerden dolayı belirgin şekilde değişiklik göstermiştir. Örneğin, toplumların baskın şekilde tarım ve hayvancılık ile uğraştığı dönemlerde insanların çalışma mekânlarını köyler ve kırsal bölgelerdeki açık alanlar oluştururken, ticaret ile uğraşıldığı dönemde ise çalışma mekânları ev, kahve gibi kapalı alanlar bazen de pazar gibi sokaklar olarak şekillenmişti (İmal, 2009). Endüstrileşme ile beraber tarım toplumu yerini sanayi toplumuna bırakmış ve insanlar işgücü olarak imalathaneler olan fabrika ve atölyelerde rol almaya başlamışlardır. Sanayileşmenin etkisi ile endüstriyel üretim kadar etkin olan hizmet sektörü de varlığını göstermiştir. Hizmet sektörünün çalışma mekânları ise insanların bir araya gelerek mesai harcadıkları ofis mekânları olarak şekillenmiştir. Bunun yanında endüstriyel üretimin de gerçekleştiği fabrika ve atölyelerde de üretimin sağlıklı ilerleyebilmesi için bedensel güçleri ile iş yapan mavi yakalı işçilere ek olarak idari işleri yönetebilecek, üretim alanlarındaki süreci yönlendirebilecek beyaz yakalı yönetim personelleri de istihdam edilmektedir. Dolayısıyla fabrika gibi endüstriyel üretim tesislerinde dahi ofis mekânları önemli bir yer tutmaktadır.

Zamanla teknolojinin gelişmesi ve telefon, faks gibi iletişim araçlarının icadı ile insanoğlunun hayatı değişmeye başlamış, teknoloji çoğu konuda kolaylık ve yarar sağlamıştır. İnsanların teknolojik gelişmelere bağlı olarak yaşadıkları bu değişim çalışma mekânlarına da yansımıştır. Özellikle hizmet sektöründe yer alan çalışanlar, birbirleri ile iletişim kurabildikleri ve üretebildikleri açık ya da kapalı her alanda çalışma imkânı bulabilmişlerdir. Tüm bu gelişmelere takiben yeni ofis kavramları ortaya çıkmaya başlamıştır. Örneğin, gerçekte olmayan ancak ihtiyaç duyduğunuzda yararlanabileceğiniz sanal ofisler, bilişim teknolojilerinden faydalanarak işlerini evlerinden çıkmadan gerçekleştirebildikleri ev ofisler, işlerini genellikle gezerek arabada, otelde bulundukları her yerde gerçekleştirebildikleri mobil ofisler gibi yeni çalışma alanları bunlardan yalnızca bir kaçıdır. Yeni gelişen bu ofis tanımları ile birlikte ofis kavramını tekrar ele aldığımızda bireylerin çalışmalarını devam ettirebilme imkânı buldukları açık ya da kapalı her alan olarak güncellemek çok da yanlış olmayacaktır. Zaten ofis kelimesinin kökünü incelediğimizde kavramın bir mekân değil iş yapma eylemini tanımladığını görmekteyiz (Kuruç, 2014).

Mestan (2019), çalışmasında ilk ofis işinin yapıldığı dönemleri insanların nüfus, mülk, arazi gibi genel bilgilerinin ve vergi gibi ticari faaliyetlerinin kil tabletlere, papirüsün keşfi ile de kâğıtlara yazıldığı dönemler olarak belirtmiştir. Antik Mısır döneminde ise çizim yapmak, belge kaydetmek ve depolamak gibi ofis işleri Amarna adı verilen bağımsız mekânlarda gerçekleştirilmiştir (Şahin, 2019). 16. YY'nın başlarından 18. YY'nın sonlarına doğru ise özellikle ofis ve ev kavramları iç içe geçmiş şekilde bulunmaktaydı. Ticaret tüccarların şahsi evlerinde, kahvehanelerde yapılmaktaydı (Dökmeci vd., 1993). Günümüz ofis kavramına en yakın karşılık gelen ilk ofis örneği bu zaman diliminde karşımıza çıkmaktadır. İtalya'daki Medici ailesinin Floransa kentinde inşaa ettirdiği Ufizi yapısı günümüz ofis mekânlarına karşılık gelen ilk ofis binası olarak geçmektedir. 1560 senesinde dönemin önemli mimarlarından olan Giorgio Vasari tarafından inşası gerçekleştirilmiştir. U şeklinde 3 katlı olarak tasarlanan yapı yönetim ve belgeleri depolamanın yanında sanat eserlerinin korunması ve sergilenmesi amacıyla da tasarlanmıştır (Kuruç, 2014).

Günümüze geldiğimizde, ofis mekânlarında hukuk, muhasebe, tasarım, finans ve benzeri birçok faaliyet için insanlar bir araya gelmekte ve bir hizmet ürünü ortaya koymaktadır. Özellikle son birkaç yılda dünyanın en büyük firmalarının somut meta üreten firmalardan hizmet üreten kurumlara evrilmiş olması hizmet sektörünün çağımızda ne kadar büyük bir önem arz ettiğini göstermektedir. Bütün bunları değerlendirdiğimizde ofis mekânları ve alanlarının günümüzde çok önemli bir yer tuttuğunu ve toplumun önemli bir kısmının zamanlarının çoğunu bu mekânlarda ya da ofis işlerini yaparak geçirdiğini söylemek yanlış olmayacaktır.

2019 senesinde Çin'in Wuhan kentinde meydana gelen ve tüm dünyayı olumsuz bir şekilde etkisi altına alan Covid-19 salgını insan hayatında farklı pek çok şey gibi ofis kavramının da tekrar tanımlanmasına neden olmuştur. Uzun sürelerce evlerinde karantinada kalmak zorunda kalan pek çok kişi çalışmalarını evlerinde yürütmek zorunda kalmışlardır. Birçok firma, belirli günler iş yerinde belirli günler evde çalışma olarak bilinen, hibrit çalışma sistemini benimsemiştir. Birçok çalışan ise tamamen işlerini evden yürütebilmiştir. Tüm bu gelişmeler eskiden beri var olan ev-ofis kavramının tekrar sıklıkla kullanılmaya başlamasına neden olmuştur. 2023 senesinde hala daha devam eden pandemi koşulları ile birlikte, etkiler azalmış olsa da, pek çok firma benimsedikleri hibrit çalışma sistemlerini devam ettirmiş, pek çok kişi çalışmalarını evlerinde devam ettirmiştir. Bu süreçte uzaktan çalışmanın aslında verimli olabildiği birçok kurum tarafından da deneyimlenmiş ve evlerde insanlar için ofis alanları olarak kullanılmaya başlanmıştır.

3.3 Ofis Yapılarının Konfor Koşullarını Etkileyen Faktörler

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından yapılan çalışmalar sonucunda kişilerin zamanlarının %90'ını iç mekânlarda geçirdikleri, bu oranın %20'sini evlerde, %70'ini çalışma mekânlarında geçirdiklerini belirtmiştir (Aytaç ve Tüfekçi, 2018). Çalışan kişilerin, çalışma mekânlarının birçok yönden kaliteli, nitelikli olması çalışanların iş verimliliğini, psikolojik düzeyini ve sağlıklarını etkiler. Bu durumun aksine çalışma mekânlarının konfor koşullarını sağlamaması çalışanların iş yapma isteğini azaltabilir, psikolojilerini bozabilir hatta çeşitli nedenlerle iş kazalarının yaşanmasına sebep

olabilir. Bu ve benzeri durumların önüne geçebilmek, çalışanların refah seviyelerini yüksek tutarken çalışma verimliliklerini arttırabilmek adına ofis mekânlarının konfor seviyelerinin yüksek olması ofis tasarımlarında önemli bir yer tutmaktadır. Her mesleğin çalışma mekânı ve gereksinimleri, günlük çalışma biçimine ve bireylerin kişisel ihtiyaçlara göre birbirinden farklılık gösterebilir. Kimi çalışma ortamında uygun değerlerde aydınlatmaya ihtiyaç var iken kimi çalışma mekânında karanlık bir ortama ihtiyaç duyulur. Bu çalışmada, genellikle masa başında oturarak, teknolojik donanım cihazları ile çalışan kullanıcıların gereksinimleri dikkate alınarak konfor koşulları irdelenmiş ve bu koşullar çalışma kapsamına bağlı olarak uyarlı cephe sistemleri tarafından sağlanan koşullar ile sınırlandırılmıştır.

Çalışma mekânlarında konfor koşulunun sağlanması ergonominin sağlanması ile birebir ilişkilidir. Ergonomi kavramı Yunanca iş ve çalışma anlamına gelen *ergon* kelimesiyle, yasa anlamına gelen *nomos* kelimesinden türemiştir. Ergonomi, insan-makine-çevre üçlü sisteminin en iyi çalışması için araştırmalar yapan bir bilim dalıdır. Bu bilim, biyolojik bilginin anatomi, fizyoloji ve deneysel psikoloji alanlarında uygulanmasını inceler. Bu sayede çalışan sağlığını korurken iş verimliliğinin artmasında fayda sağlar (Ceylan, 2020; Yararel, 2019). İş bilimi olarak tanımlanan ergonominin ilgilendiği alanları Ceylan (2020) kitabında; “ İnsan - makine sistemine ilişkin fiziksel konular, insan – makine sistemine ilişkin kavramsal konular , iş yeri tasarımı ve iş alanı yerleşimi , fiziksel çevre , psikolojik çevre, görev tasarımı seçme, eğitme” olarak tanımlamıştır (s.75-76).

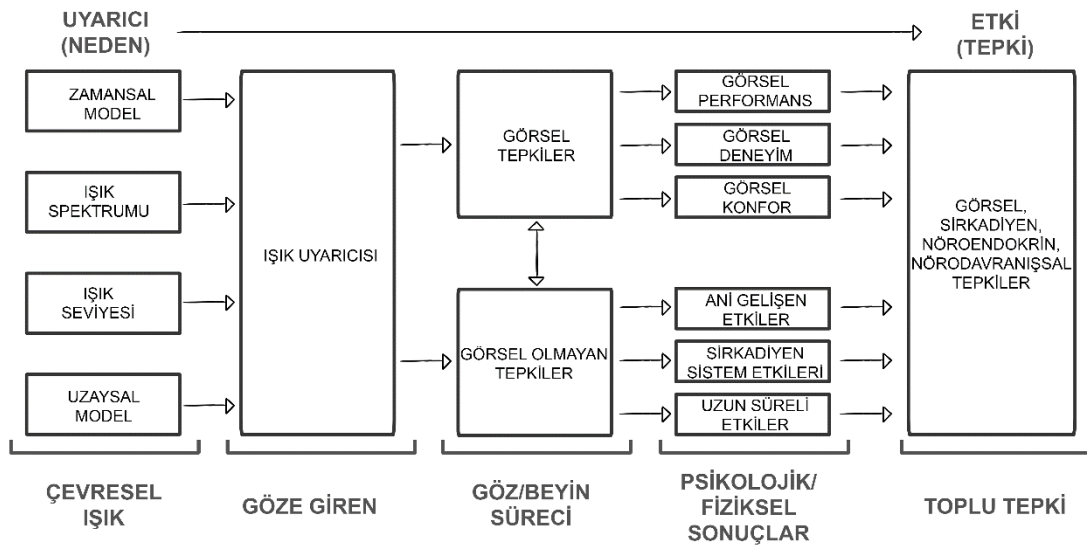
Çeven ve Özer (2013), çalışmalarında ofis yapılarında ergonomik unsurlara göre düzenlenmesi gereken başlıca fiziksel unsurları aydınlatma, akustik (ses ve gürültü), ısı, nem ve havalandırma olarak ele almıştır. Tabii ki de yalnızca bu beş başlığın ofis yapılarında konfor koşullarının sağlamasında yeterli olması mümkün değildir. Yukarıda bahsedilen fiziksel unsurların yanında kullanılan araç-gereçler ile kullanıcı uyumu, çalışanların çalışma ortamlarındaki kişilerle iletişimi, çalışma alanında kullanılan renk tonları gibi değerler de çalışma ortamının kullanıcılar açısından konfor koşullarını etkilemektedir (Çeven ve Özer, 2013). Ancak, bu çalışma kapsamında yalnızca havalandırma, aydınlatma, ısı, nem gibi çevresel etkilere kaynaklanan

konfor koşulları ile ilgili bir değerlendirme yapılacağı için araştırma kapsamında yalnızca görsel, işitsel ve termal konfor başlıklarına yer verilecektir.

3.3.1 Görsel Konfor-Aydınlatma Faktörü

İnsanlar ışığın varlığını ilk olarak orman yangınları ve yıldırımlar ile fark etmişlerdir. Ateşi bulmaları ile kendilerini ısıtabilmişler, tehlikelerden korumuşlar ve bulundukları yerleri aydınlatabilmişlerdir. 1854 senesinde enkandesan lambalarının keşfi ile yapay aydınlatma insanların hayatına girmiş, 1987 senesinde OLED panellerinin keşfi ile gelişmeye başlamıştır (Avcı ve Akbay, 2021).

Bayram (2009), tarafından “bireylerin çevresindeki nesneleri görmesine ve renkleri ayırt etmesine yarayan enerji şekli” olarak tanımlanan ışık kavramı, insanların yaşam kalitesini olumlu ya da olumsuz şekilde etkileyen önemli kavramlardan birisidir (s. 123). Doğru aydınlatma tasarımı kişilerin yaşam kalitesini olumlu yönde etkilerken yanlış bir aydınlatma stratejisi insan yaşamının kalitesiz ve sağlıklı bir hal almasına neden olur. Yani, kamaşma, renk sıcaklığı, parlama, ışık şiddeti gibi birçok farklı özelliğinden dolayı ışık, insanların fizyolojik ve psikolojik sağlıkları üzerinde görsel ve görsel olmayan önemli etkilere sahiptir (Şekil 3.1) (Avcı ve Akbay, 2021; Cengiz, 2021).



Şekil 3.1 Işık ve insan arasındaki uyaran-tepki ilişkisi (Avcı ve Akbay, 2021)

Işığın sirkadiyen sistem üzerindeki etkisi ışığın insan üzerindeki etkilerinden birisidir. Avcı ve Akbay (2021), “sirkadiyen sistem, bir günlük dönemdeki fiziksel, davranışsal ve zihinsel değişikliklerle ilgili olan bir vücut dengesidir. Bu sistem, renk sıcaklığı, renksel geriverim, yoğunluk, parlaklık, parlama, günün herhangi bir saati ve uyarının süresi gibi ışığın karakteristik özelliklerine bağlıdır” şeklinde tanımlamışlardır (s. 98). Sirkadiyen sistem, insanın biyolojik saati yani günün aydınlık-karanlık dönemleri ile birebir ilişkilidir. İnsan gün aydınlandığında uyanma, hava karardığında uyuma eylemine sahiptir. Ortamda bulunan az ışık ya da çok fazla ışık insan biyolojik saatinin, yani sirkadiyen sisteminin, bozulmasına neden olabilir (Cengiz, 2021). Örneğin, loş ve karanlık bir ortamda bulunan kişi, gün içerisinde olsa dahi, melatonin hormonu salgılamaya başlar. Melatonin hormonu karanlık ve loş ışıktaki salgılanmaya başlayan uyku hormonudur. Gün içerisinde salgılanan bu hormon sirkadiyen sistemimizin bozulmasına neden olur. Bunun yanında, çalışma esnasında uyukulu olan bir kişi işine tam odaklanamaz. Bu durum, işin verimliliğini azaltır, olası hata payını ve iş kazası yaşama riskini artırır (Avcı ve Akbay, 2021). Çalışma ortamında kullanılan kötü aydınlatma aynı zamanda gözdeki sinirlerin yıpranmasına, zarar görmesine, zayıflamasına, geçici ve hatta daimi körlüklerin yaşanmasına neden olabilmektedir (S. Ersoy ve A.F. Ersoy, 2007).

Yanlış bir aydınlatma stratejisi kişilerin yalnızca fizyolojik sağlıklarının bozulmasına neden olmaz, kişilerin psikolojik sağlıklarının da önemli ölçüde etkilenmesine neden olmaktadır. Cengiz (2021), çalışmasında bu konu ile ilgili, göze giren ışığın niceliğinin ve niteliğinin bireyin hormonlarını ve sinir sistemini etkilediğini belirtmiştir. Aydınlatmanın insan üzerindeki etkisini vurgulamak için, güneşli bir günde insanların kendilerini diğer günlere göre daha pozitif ve dinamik hissettiklerinden, iyi bir aydınlatma sistemine sahip ofis mekânlarında çalışan kişilerin işlerinden daha çok verim aldığından bahsetmiştir. Ekinci, Okanlı ve Gözüağca (2005), çalışmalarında güneşin olumlu etkisi ise şöyle açıklamışlardır “Gözün ağ tabakasından alınan ve sinirsel yolla epifiz bezine iletilen ışık, melatonin üretimini azaltır, serotonin üretimini artırır. İnsan psikolojik olarak neşelenir. Yaz ayları güneşli olduğundan insanların yaz aylarında olaylara yaklaşımı olumludur. Ayrıca özgüvenleri ve sorun çözme becerileri artmaktadır” (s. 110). Bu durumun aksine yeterli miktarda

gün ışığına maruz kalmayan kişiler gün ışığındaki azalmalara bağlı olarak meydana gelen mevsimsel duygu durum bozukluğu (season affective disorder) hastalığını yaşamaktadır. Kış aylarında özellikle Kasım ayından Mart ayına kadar devam eden gün ışığındaki azalmalara bağlı olarak yaşanan depresyon hastalığını Ekinci vd. (2005), şöyle açıklamışlardır;

Beyinde bulunan epifiz bezi melatonin hormonunu üretmekle görevlidir. Bu bez karanlık ortamlarda hormon üretimini arttırır. Melatonin hormonu insanın fiziki hareketlerini yavaşlatan, uykulu ve bitkin yapan, doğal bir sakinleştiricidir. Ruh halini olumsuz yönde etkiler, uykulu ve yorgun yapar. Çoğu zaman on, on iki saat uyku yetersiz kalır. Zihinsel ve bedensel verimlilik bitme noktasına gelir. Gecelerin uzun, gündüzlerin kısa ve sisli olduğu kış aylarında insan organizması normal olarak uyanık uyku ritmine ihtiyaç duyduğundan daha fazla melatonin üretir (s. 110).

Yukarıda üzerinde durulan durumlar göz önünde bulundurulduğunda ışık faktörünün insan yaşamında ne kadar önemli bir etken olduğu yadsınamaz bir gerçektir. Bu bağlamda ışığın insan üzerindeki etkisini sağlıklı hale getirmek, aydınlatma ve insan arasındaki ilişkiyi doğru kurmak amacıyla *insan odaklı aydınlatma* kavramı geliştirilmiştir. İnsan odaklı aydınlatma, ışığın insan üzerindeki etkileri değerlendirerek psikolojik ve fizyolojik konuları da ortaya koyarak uygun aydınlatma ölçülerini belirlemektedir. Özellikle günlerinin büyük bir kısmını ofis ortamında geçiren kişiler için ofis mekânlarının tasarımı yapılırken aydınlatma faktörü önemli bir yere sahip olmalıdır. İç mekânlarda kullanılan yapay aydınlatmanın parlaklık, renk sıcaklığı gibi değerlerinin de doğal aydınlatma gibi gün içerisinde değişmediğini göz önünde bulundurarak gün ışığının iç mekânda kullanımını arttıracak yönde tasarım stratejilerinin belirlenmesi faydalı olacaktır. Bunun yanında, iç mekâna yeteri kadar alınan gün ışığı kullanılan yapay aydınlatma miktarını da azaltacağı için enerji tüketiminin azaltılmasında da fayda sağlayacaktır (Avcı ve Akbay, 2021; Cengiz, 2021).

Günümüzde aydınlatma ihtiyacı yapay aydınlatma, doğal aydınlatma ve ya hibrit aydınlatma (yapay ve doğal aydınlatmanın birlikte kullanılması) ile sağlamaktadır (Cengiz, 2021).

3.3.1.1 Doğal Aydınlatma

İç mekânda kullanılan doğal aydınlatma yapay aydınlatma ile karşılaştırıldığında daha fazla tercih edilen bir aydınlatma kaynağıdır. Ofis pencerelerinin kullanıcılara manzara ve doğal aydınlatma sağlama konusunda kullanıcıların fiziksel sağlığı kadar psikolojik sağlıkları için de son derece önemli oldukları bilinmektedir (Lou ve Ou, 2019). Bunun ile birlikte iç mekâna yeteri kadar alınan doğal ışığın kullanılan yapay aydınlatma miktarının, yani tüketilen enerji miktarının da azalmasını sağlamaktadır. Ancak, gün ışığının geliş açısının güneşin günlük hareketinden dolayı farklılık göstermesi beraberinde bir takım sorunları da getirmektedir. Örneğin çalışma alanına doğrudan gelen gün ışığı kullanıcıların gözlerinde kamaşma yaşanmasına ya da bilgisayar ekranına direkt vuran gün ışığı çalışma alanında parlamalara neden olmaktadır. Ayrıca, yaz aylarında iç mekâna alınan gün ışığı miktarının azalması ya da kış aylarında daha çok gün ışığının iç mekâna girmesi aydınlatma kadar iç mekânın termal konforu için de önemli bir etkidir. Bu ve bunun gibi çeşitli nedenlerden dolayı gün ışığı artışının her zaman konfor koşullarını sağladığını söylemek de çok doğru olmayacaktır. Burada önemli olan yeteri kadar gün ışığının içeriye alınmasını sağlamaktır.

Tarih boyunca iç mekâna alınan gün ışığı gerek görsel konfor gerekse termal konfor gibi çeşitli nedenlerden dolayı kontrol altına alınmaya çalışılmıştır. Cephelerde kullanılan güneş kırıcı elemanlar, panjurlar, perdeler iç mekâna alınan gün ışığının kullanıcı ihtiyacına göre kontrol edilmesini sağlayan cephe elemanları olmuştur. Ancak çoğu zaman bu gibi elemanların içeriye giren güneşi kontrol etmek amacıyla kapatılması iç mekânda kullanılan yapay aydınlatma miktarının artmasına neden olurken kullanıcıların dış mekân ile görsel ilişkilerinin kesilmesine de neden olmaktadır.

Uyarlı cephe elemanlarına sahip ofis yapılarında, genellikle kullanıcıların konfor koşullarını sağlarken tüketilen enerjinin azalması ve kullanıcıların dış mekân ile ilişkisinin kesilmemesi amaçlanmıştır. Uyarlı cephelerin özelliklerinde de bahsedildiği gibi, bu cephe sistemlerinin gün ışığının geliş yönüne göre kendilerini uyarlaması doğal aydınlatmadan maksimum düzeyde fayda sağlanırken iç mekân konforunun artmasına, tüketilen enerjinin azalmasına ve kullanıcının dış mekân ile görsel ilişkisinin maksimum düzeyde sağlanmasına olanak sağlamaktadır.

3.3.1.2 Yapay Aydınlatma:

Yapay aydınlatma iç mekân konfor koşulları ve tüketilen enerji miktarı için dikkat edilmesi gereken önemli bir faktördür. Çalışma alanlarında sağlıklı bir yapay aydınlatmaya sahip olmak için insan odaklı aydınlatma stratejilerini dikkate alarak aydınlatma tasarımlarının geliştirilmesinde fayda vardır. Bunun yanında aydınlatma ihtiyacının her meslek için ve bireylerin kişisel ihtiyaçlarından kaynaklı olarak farklılık gösterebileceğini de unutmamak gerekir. Ceylan (2020), kitabında yapay aydınlatma olarak yüksek ve floresanlı aydınlatma kullanılabileceğinden bahsetmiştir. Yüz ölçümü olarak geniş mekânlardaki sarı aydınlatmanın kullanıcının gözünü yoracağından dolayı titreşimsiz, beyaz ışığın konfor koşullarını sağlamak adına daha etkili olacağını eklemiştir. Ayrıca, endirekt aydınlatmanın şiddetinin az olması nedeniyle serbest düzenli çalışma ortamlarında kullanılabileceğini belirtmiştir.

3.3.2 İşitsel Konfor-Gürültü Faktörü

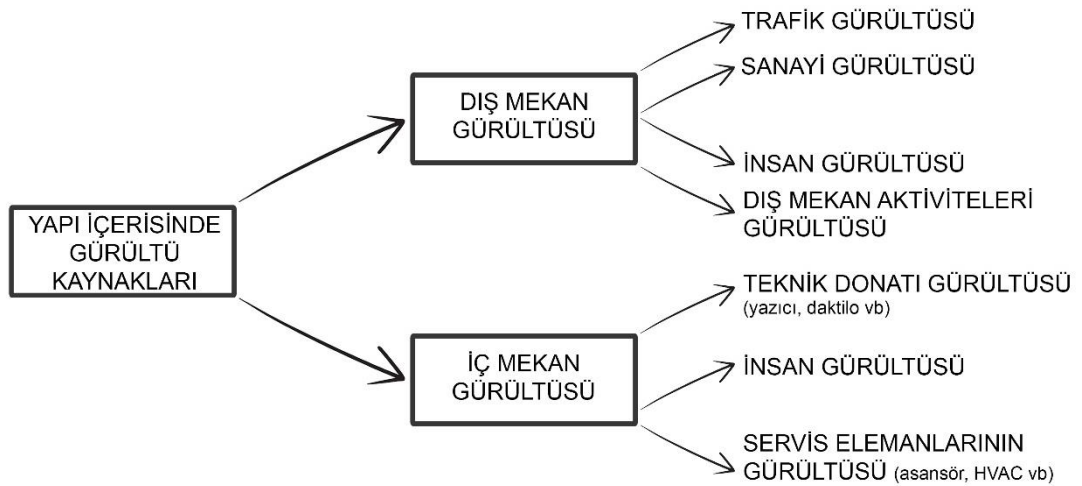
Kişilerin hayatında aydınlatma kadar önemli olan bir diğer konfor faktörü ise işitsel konfordur. İşitsel konfor, iç mekânda sağlanan ses düzeyi ile birebir ilişkilidir. Bireyler için çok yüksek ses seviyesi fiziksel ve psikolojik sağlık açısından zararlı olabileceği gibi ihtiyaçların altındaki sessizlik de bireylerin sağlıklarına olumsuz etki etmektedir (Kayan ve Tekin, 2013).

Birçok farklı meslekte çalışanların çalışma süreleri boyunca çok yüksek sese maruz kalmaları gerekebilir. Bu gibi durumların uzun süre devam etmesi çalışanların kulak

sağlıklarının bozulmasına geçici duyma kaybının hatta kalıcı duyma kayıplarının yaşanmasına sebep olur. Bu tür yüksek seslere maruz kalınan çalışma ortamlarında çalışanların kulak sağlıklarını korumak adına çeşitli önlemler alması, kulaklarını korumak için çeşitli ekipmanlar kullanmaları gerekebilir.

Ofis ortamında çalışan kişilerde ise bu durum genellikle biraz daha farklıdır. Çevreden gelen çeşitli sesler çalışanların düşünmesini olumsuz yönde etkileyebilir. Bu durumda çalışanların dikkatlerinin dağılmasına, iş verimliliğinin azalmasına neden olabilmektedir. Aynı zamanda gürültünün çok olduğu mekânlarda çok fazla zaman geçiren kişilerde merkezi sinir sisteminde bozulmalar, psikolojik bozukluklara bağlı olarak gerginlikler, baş ağrısı gibi çeşitli fizyolojik rahatsızlıklar da meydana gelebilmektedir (Kürklü, Görhan ve Burgan, 2013; Sağlam, 2019).

Ofis yapılarında işitsel konforun sağlanması, konuşanların birbirini işitmesi, konuşma gizliliğinin sağlanması ve gürültünün engellenmesi ile sağlanabilir. Yapı içerisinde ya da ofis yapılarında gürültü dış mekândan gelen sesler ya da iç mekânda var olan seslerden kaynaklanır (Şekil 3.2) (Dökmeci vd., 1993).



Şekil 3.2 Yapı içerisinde meydana gelen gürültünün nedenleri (Dökmeci vd., 1993; Aydın ve Mihlayanlar, 2017 makalelerinden uyarlanmıştır)

Geleneksel yapılarda kullanıcılar genellikle dış mekândan gelen sesleri engellemek için yapı açıklıklarının (pencere gibi) kapatarak çözüm üretirler. Bu iç mekânda temiz

hava almak adına sağlanan hava sirkülasyonun engellenmesine neden olur. Bu durum da iç mekânda hava sirkülasyonunu sağlamak adına HVAC gibi sistemlere başvurulmasına neden olur.

Uyarlı cephelere sahip yapılarda genellikle dış mekândan gelen gürültüler, akustik konfor sağlamak adına, farklı yöntemler ile engellenmeye çalışılmıştır. Örneğin, 4. Bölümde ele alınacak olan EY Merkezinde bu konfor koşulu kullanılan camın özelliği ile sağlanmaya çalışılmıştır. Ya da, Media-Tic yapısında cephede konumlanan ve çevre şartlarına göre kendini uyarlayarak şişen hava yastıkları iç mekâna alınan çevre seslerinin de absorbe edilmesini sağlamaktadır.

Bu çalışmanın 4. bölümünde incelenecek olan örneklerde genellikle aydınlatmaya uyarlılık söz konusu olsa bile yapıların çoğunda uygulanmış olan ikinci bir cidar sisteminin dışarıdan gelen çevre seslere karşı bir yalıtım görevi gördüğü yadsınamaz bir gerçektir.

3.3.3 Termal Konfor

Yapılarda cephelerden iç mekâna alınan güneş ışığı niteliği ve niceliği aydınlatma ve termal konfor ile birebir ilişkilidir (Kurtoğlu ve Kıstır, 2018). İnsanların günlerinin büyük birçoğunu geçirdikleri iç mekânlarda aydınlatma, akustik konfor kadar termal konfor da son derece önemli bir faktördür. Termal konforun sağlanmadığı mekânlarda insanlar fizyolojik ve psikolojik olarak etkilenebilmektedirler. Özellikle kişilerin günlerinin büyük birçoğunu geçirdikleri ofis yapılarında, termal konfor çalışanların sağlığını fiziksel ve psikolojik olarak etkileyebileceği gibi çalışma verimliliklerini etkileyebilmektedir.

Termal konfor, yeterli havalandırma düzeyi, optimum sıcaklık ve nem ile alakalıdır (Kurtoğlu ve Kıstır, 2018). Bunun yanında iç mekânda çeşitli nedenlerden dolayı oluşan kimyasal ve diğer kirletici maddeler de iç hava kalitesini etkileyen önemli faktörlerdendir (Demirarslan ve Başak, 2018). Hava kalitesinin yeteri kadar iyi olmadığı ortamlarda kişilerde baş ağrısı, yorgunluk, deri ve gözde dökülme, psikolojik

rahatsızlıklar, uykusuzluk, dikkat dağınıklığı gibi durumlar gözlemlenebilir. Bu hastalık *hasta bina sendromu* (HBS) olarak adlandırılmaktadır. HBS'nin, en yaygın olarak ofis yapılarında çalışan kişilerde de görülmesinin yanında okul ve diğer yapılarda da zaman geçiren kişilerde rastlanmaktadır (Demirarslan ve Başak, 2018). HBS'nin oluşmasında etkili olan nedenler, havalandırmanın kötü olması, dış ve iç mekân nedenli kirleticiler, optimum değerleri sağlamayan nem, sıcaklık ve aydınlatma, kötü kokular, gürültü, yapı inşaat malzemeleri ve elektromanyetik değerler yer alabilir (Demirarslan ve Başak, 2018). Bununla birlikte yapılan işin türü, kişinin yaşı, cinsi, kapalı mekânın ölçüleri de etkili olmaktadır (Demirarslan ve Başak, 2018; Özdamar ve Umaroğulları, 2017).

Aytaç ve Tüfekçi (2018), hasta bina sendromunu “belirli bir binada yaşarken veya çalışırken ortaya çıkan ancak bu ortamdan uzaklaşınca kaybolan semptomlar” olarak tanımlamışlardır (s. 138). Hasta bina sendromunun nedenleri somatik (atopi, mukozal, hiperaktivite), psiko-sosyal (stres, kişilik, davranış ve sosyolojik faktörler) ve çevresel (fiziksel, biyolojik, kimyasal tehlikeler) şeklinde belirtilmiştir (Aytaç ve Tüfekçi, 2018). HBS hastalığı Birleşmiş Devletler Çevre Koruma Ajansı'nın (EPA) araştırmalarına göre ciddiye alınması gereken 10 hastalık içerisinde 4. Sırada yer almaktadır (Özdamar ve Umaroğulları, 2017).

Isıl konfor ve iç mekân hava kalitesi farklı kavramlardır. ASHRAE'nin 1999 senesinde yayınladığı havalandırma standartlarında, iç mekân hava kalitesinin kabul edilebilir düzeyde olması için ortamda bulunan kişilerin en az %80'inin bulundukları ortamın hava kalitesi şartlarından memnun olması gerekmektedir. Isıl konfor ise, kişilerin cinsiyeti, yaşı, beslenme biçimi, boy, kilo, deri altındaki yağ miktarı ile ilişkilidir. ASHRAE ısı konforu kişinin içinde bulunduğu ortamın şartlarından memnun olma durumu olarak tanımlamıştır (Özdamar ve Umaroğulları, 2017).

Hava kalitesinin iyi seviyede olması için sıcaklığın 19-23 derece arasında, nem oranının %40-60 arasında olması, hava dolaşımı hızının 0,1 m/sn den fazla ya da az olmaması gerekmektedir (Demirarslan ve Başak, 2018).

Uyarlı cephelere sahip yapılarda havalandırma iç mekân şartlarına ve dış hava şartlarına bağlı olarak iç mekân konfor koşullarını arttırmak ve kullanılan enerji miktarını azaltmak amacıyla kullanılır. Çalışmanın 4. Bölümünde yer alan ofis yapılarından PNC Plaza ve Sisag Kampus yapısı iç mekân hava kalitesini düzenlemek adına cephede uyarlı cephe sistemlerine yer vermiş örneklerden bazılarıdır.



BÖLÜM DÖRT

OFİS YAPILARINDA İKLİME UYARLI CEPHE SİSTEMLERİNİN KULLANIMI

Bu bölümde iklime uyarlı cephe sistemine sahip, lokasyonları ve uyarlı cephe sisteminde kullanılan malzeme ve bileşenleri birbirlerinden farklı olan 11 örnek ofis yapısı incelenmiştir.

4.1 Promega Kornberg Merkezi

Bu bölümde Tablo 4.1’de bilgileri verilmiş olan Kornberg Merkez binası incelenmiştir.

Tablo 4.1 Kornberg Merkez binası yapı künyesi

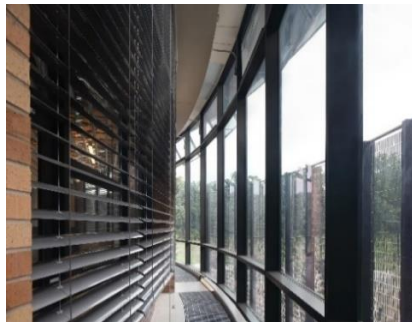
Konum:	Madison, ABD
Yıl:	2021
Tasarımcı:	Ramlow Stein ve Smith Grubu
Müşteri:	Promega
Uyarıcı:	Güneş ve sıcaklık uyarlı cephe
Fonksiyon:	Optik ve termal konfor

Kornberg merkez yapısı, ABD’nin Madison şehrinde yer alan bir araştırma ve geliştirme merkezi olarak hizmet vermektedir. 2021 senesinde inşaatı tamamlanan yapı Ramlow/Stein mimarlık ve Smith Grubu iş birliği içerisinde tasarlanmıştır. Kornberg merkezi, kafeterya, araştırma laboratuvarları, konferans alanları, spor salonu ve idari birimler gibi çeşitli kullanım alanına ev sahipliği yapmaktadır. (Şekil 4.1). İç mekân konfor koşullarını sağlamak için birden fazla tasarım stratejisini birleştiren yapıda enerji verimliliği sayesinde karbon ayak izi düşürülmüş ve nemli karasal iklimde bulunan yapıya ileriye dönük dayanıklılık katarak binanın uzun ömürlü olması sağlanmıştır (Transsolar Klima Engineering, b.t.).



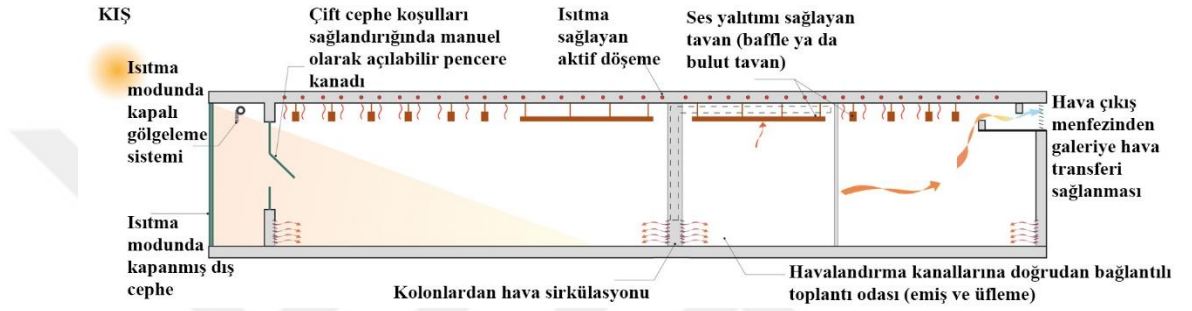
Şekil 4.1 Promega Kornberg Merkezi (Transsolar Klima Engineering, b.t.)

Kornberg Merkezi binasının sürdürülebilirlik ve konfor şartlarını yerine getirebilmesi amacıyla uygulanan tasarım stratejilerinden birisi de yapının cephesinde yer alan ve nefes alabilen çift katmanlı bina kabuğudur. Yapının belirli alanlarında uygulanan çift katmanlı kabuk, otomatik olarak açılabilen kanatlara sahip konvensiyonel camdan ve buna karşılık kullanıcı tarafından manuel olarak açılabilir kanatlara sahip bir iç cidardan oluşmaktadır. Bu iki katman yaklaşık 90 cm'lik (3 feet) bir hava boşluğuyla birbirinden ayrılmıştır (Affiliated Engineers, b.t.; Transsolar Klima Engineering, b.t.). İki cidarı birbirinden ayıran hava boşluğunda, yaz aylarında içeriye alınan güneş ışığının kontrolünü sağlayarak parlamayı önleyen ve iç mekân termal konfor koşullarını iyileştiren hareketli güneş kırıcı jaluziler yer almaktadır. Bu jaluziler, iç mekâna alınan güneş ışığını kontrol etmek amacıyla güneşin hareketine uyumlu olarak cephe yüzeyini örtmekte ya da toplanarak güneş ışığının iç mekâna tamamen nüfuz etmesini sağlamaktadır. (Şekil 4.2) (Affiliated Engineers, b.t.; Transsolar Klima Engineering, b.t.). Bu sayede güneş ısı kazanımı ve güneş ışığından kaynaklı parlama azaltılarak iç mekân konfor koşulları sağlanmaktadır. Cephenin kontrol sistemi jaluzilerin hareketini çatıya monte edilmiş sensörler ile güneşin hareketini takip ederek yönetmektedir. (Affiliated Engineers, b.t.).



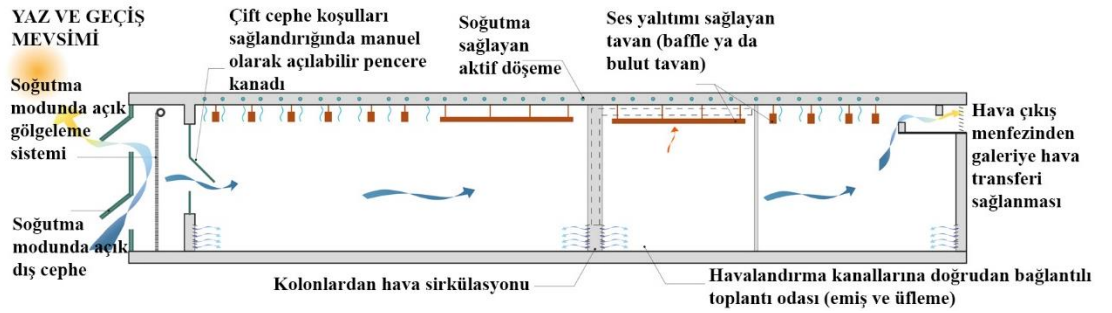
Şekil 4.2 Üç feetlik hava boşluğunda yer alan güneş kırıcı jaluziler ve manuel açılır kanatlar (Transsolar Klima Engineering, b.t.)

Kornberg yapısı çift katmanlı cephesinde, cidarlar arasındaki boşlukta yer alan jaluziler mevsimlere ve günün çeşitli aralıklarına göre farklı konumlanabilmektedir. Kış aylarında jaluzi sistemleri, iç mekânlara güneş ışınlarının girişini sağlamak ve bu sayede iç mekân ısınımasını korumak amacıyla toplanmış vaziyettedir. Çift katmanlı cephenin dış tabakası ise iç mekân ısınımasını korumak amacıyla kapalı konumdadır. Bu cephenin iç cidarı ise kullanıcılar tarafından otomatik olarak açılıp kapanabilecek durumdadır (Şekil 4.3).



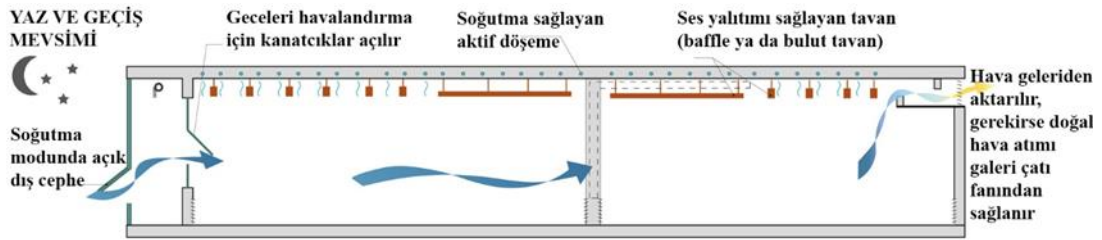
Şekil 4.3 Kış mevsimlerinde çift katmanlı cephenin tepkisi (Transsolar Klima Engineering, b.t.)

Yaz ve geçiş mevsimlerinde, Kornberg Merkezi yapısının çift katmanlı cephe sistemi gündüz ve gece saatlerine göre farklılık göstermektedir. Yapı cephesinin hareketli jaluzi sistemleri gündüz saatlerinde iç mekâna alınan güneş ışığını kontrol etmek amacıyla cephe yüzeyini örtmektedir. Bu sayede iç mekân termal konforu ideal seviyede tutulmakta ve yaz güneşinin neden olduğu parlama kontrol edilmektedir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4 Yaz ve geçiş mevsimlerinde, gündüz saatlerinde, çift katmanlı cephenin tepkisi (Transsolar Klima Engineering, b.t.)

Yaz ve geçiş mevsimlerinin akşam saatlerinde ise, hareketli jaluzi sistemleri toplanmış vaziyettedir. İç mekân hava sirkülasyonun sağlanması amacıyla cephenin dış katmanında yer alan kanatçıklar zemin kotunda açıktır. Boşluğa giren hava kullanıcılar tarafından manuel olarak açılmış olan iç katmandan içeriye akarak iç mekânda hava sirkülasyonun oluşmasını ve bu sayede iç mekân havasının tazelenmesini sağlamaktadır (şekil4.5).



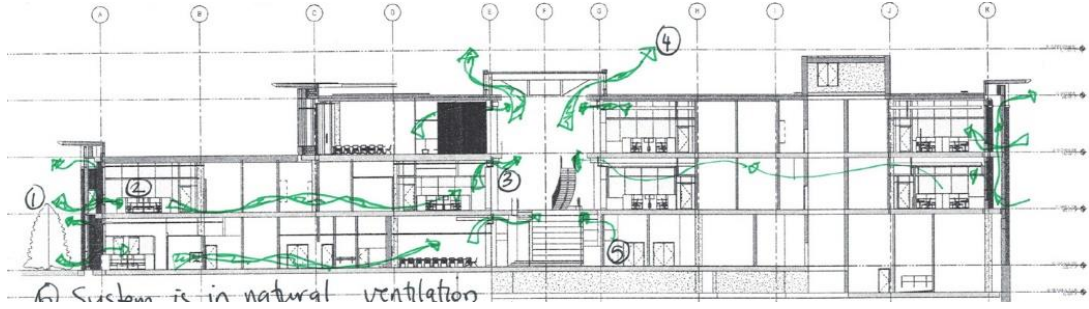
şekil 4.5 Yaz ve geçiş mevsimlerinde, akşam saatlerinde, çift katmanlı cephenin tepkisi (Transsolar Klima Engineering, b.t.)

Kornberg Merkezi binası aynı zamanda yaz ve geçiş sezonlarında iç mekân konfor koşullarını sağlamak ve tüketilen enerji miktarını azalmak amacıyla uyarlı cephe sistemi sayesinde doğal havalandırma sağlamaktadır. Cephenin doğal havalandırma sağlayan bu sistemi özel çalışma gereksinimleri nedeniyle doğal havalandırmanın mümkün olmadığı laboratuvar alanlarında uygulanmamıştır (Transsolar Klima Engineering, b.t.). Dolayısıyla alışma alanlarında ve galeri boşluğunda hibrit havalandırma sistemi söz konusu iken laboratuvar alanlarında mekanik havalandırma sistemi uygulanmıştır. Hibrit havalandırma sistemi, havalandırmanın uygun dış koşul şartlarında doğal havalandırma ile sağlanması, aksi durum söz konusu olduğunda mekanik havalandırma ile sağlanması anlamına gelmektedir (Transsolar Klima Engineering, b.t.).

Kornberg Merkezi yapısının ofis alanları ve galeri boşluğunda gerçekleşen doğal havalandırma, çift katmanlı cephe sisteminin dış cidarında yer alan kanatçıklar ile sağlanmaktadır. Bu kanatçıkların havalanmayı sağlamak amacıyla açılması ya da kapanması dört ayrı şarta bağlanmıştır. Bu şartlar;

1. Dış evre sıcaklığı 16 °C den yüksekse ve 26 °C den küçükse

2. Çalışma alanları sıcaklığı 20 °C den büyükse
3. Galeri boşluğunun sıcaklığı 18 °C den büyükse
4. Herhangi bir ısıtma ihtiyacı yok ise (ısı geri kazanımı istenmiyor)



Şekil 4.6 Doğal havalandırma eskizi (Transsolar Klima Engineering, b.t.)

Yukarıda bahsedilen şartlar uygun olduğu takdirde kanatçıklar, iç mekânın havasını tazelemek amacıyla zemin ve tavan kotundan otomatik açılmaktadır. Cephenin iç katmanını ise kullanıcılar tarafından manuel olarak açılıp, kapatılabilmektedir. İç katmanın kullanıcılar tarafından açılması ile ofis birimlerine giren temiz hava ofis mekânlarının tavanında yer alan hava kanalları aracılığıyla 5 Paskaldan daha düşük bir basınç düşmesiyle galeri alanına transferi gerçekleşmektedir. Açılabilir çatı pencereleri sayesinde hava dışarıya atılabilmektedir. Bu pencereler, CO₂ seviyesi 1000 PPM'in üstüne çıkar ise yangın detektörü aracılığı ile algılanıp otomatik olarak açılabilir. Galeri alanına açılan kapılar ise sadece manuel olarak kullanıcı tarafından ihtiyaç duyulduğunda açılabilir (Şekil 4.6).

Kornberg Merkezi yapısında bulunan cephe sistemi sıvıları veya yiyecekleri sıcak/soğuk tutmak için kullanılan çift duvarlı bir kap gibi çalışmaktadır (Bell, 2021). Kombine olarak bulunan bu çift katmanlı cephe termal koruma açısından yüksek verimlilik sağlamaktadır. Aynı zamanda, tek katmanlı yüksek performanslı bir cephe sistemine göre daha ekonomiktir (Transsolar Klima Engineering, b.t.).Yapının belirli kısımlarında uygulanan bu cephe sistemi sayesinde iç mekânda termal konfor artırılmış ve güneş ısısı kazanımı azaltılmıştır. Bunun ile birlikte, enerji verimliliği artırılmış, ısı kaybı azaltılmış ve bitişik ofis alanlarının doğal havalandırması sağlanmıştır (Transsolar Klima Engineering, b.t.; Affiliated Engineers, b.t.).

Kornberg Merkez yapısı tasarımının temel amaçlarından bir diğeri de tüm binayı doğal gün ışığı ile aydınlatmak olmuştur. Bu amaç doğrultusunda galeri boşluğu şeffaf düşey yüzeyler aracılığıyla doğal olarak aydınlatılmıştır. Çatı yapısından asılı ahşap bağlantı yürüyüş yolları olarak tasarlanan iç sirkülasyon sistemi sayesinde laboratuvarlara dolaylı olarak gün ışığı erişimini sağlamıştır. Aynı zamanda bina çeperinde yer alan çalışma mekânlarına yapının enerji verimli çift cidarlı cephesi ve galeri boşluğunun tepesinde yer alan 360 derecelik bant pencereler ve çatı ışıklıkları aracılığı ile doğal aydınlatma sağlanmıştır (Affiliated Engineers, b.t.; Transsolar Klima Engineering, b.t.).

4.2 Sisag Kampüs

Bu bölümde Tablo 4.2’de bilgileri verilmiş olan Sisag Kampüs binası incelenmiştir.

Tablo 4.2 Sisag Kampüs binası yapı künyesi (Schröder ve Brandstätter, 2020)

Konum:	Schattdorf, İsviçre
Yıl:	2020
Tasarımcı:	Drost + Dittli Mimarlık AG
Müşteri:	Sis-Campus AG
Uyarıcı:	Güneş uyarlı cephe
Fonksiyon:	Optik ve termal konfor

Sisag yapısı İsviçre’nin Schattdorf köyünde yer almaktadır. Bina, SisCampüs AG firmasının alanda bulunan diğer yapılarına ek olarak tasarlanmıştır. Firmanın genel merkezi olarak inşa edilen yapı, alandaki eski yapıların da mimarı olan Drost + Dittli Mimarlık tarafından tasarlanmıştır (Drost+Dittli Arkhitekten AG., b.t.; Schröder ve Brandstätter, 2020).

31 metre yüksekliğinde tasarlanmış olan yapı 8 kattan oluşmaktadır (Şekil 4.7). Zemin kattan 7. kata kadar olan alanlar ofisler için çalışma alanlarına ayrılmıştır. 7. katta otel kısmı, 8. katta ise restoran alanı yer almaktadır (Saint-Gobain, 2022).

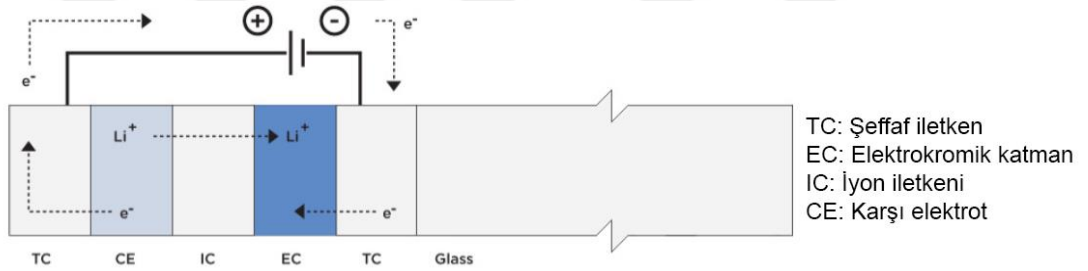


Şekil 4.7 Sisag kampüsünde yeni inşaa edilen bina (Drost+Dittli Arkhitekten AG., b.t.)

Yeni yapı, maliyet nedeniyle betonarme olarak inşa edilmiştir. Bunun yanında, manzara ile kullanıcının ilişkisini korumak adına yapının cepheleri tamamen şeffaf olacak şekilde tasarlanmıştır. Bina tasarımını yenilikçi iklim ve enerji konsepti üzerine kurgulayan mimarlar yapı cephelerinin enerji tüketiminde önemli bir rol oynadığının farkında olduklarını da eklemişlerdir. Hem konfor koşullarını sağlamak hem tüketilen enerji miktarını azaltmak hem de kullanıcının dış çevre ile görsel ilişkisini kesmemek amacıyla yapı cephesinde uyarlı cephe sistemi kullanma kararı almışlardır. İncelenen diğer örneklerde benzerleri olduğu gibi, bu yapının cephesinde de uyarlı güneş kırıcı elemanlar kullanılarak enerji tüketimi, ideal iç mekân konfor koşulları ya da dış çevre ile görsel ilişki gibi başlıklarda gereksinimler karşılanabilirdi. Ancak, yapının Uri'nin Reuss Vadisinde bulunması ve bu bölgenin iklimi, cephede uygulanacak olan uyarlı cephe sistemi kararlarını etkilemiştir. Schröder ve Brandstätter (2020), bu bölgenin iklimini, sıcak havanın kısa sürede yüksek rüzgâr hızlarına sahip olan tehlikeli fırtınaları tetikleyebileceğini belirtmiştir. Bu durum cephede güneş kontrolünü sağlayacak olan güneş kırıcı elemanların kullanımına engel olmuştur. Enerji kaynaklarının kullanımı, kullanıcı konfor koşulları ve bölgeye hâkim rüzgârlar da ele alınarak yapının cephesinde elektrokromik cam malzemesi kullanma kararı alınmıştır. Yapının kuzey cephesi hariç diğer tüm cepheleri bu cam sistemi ile kaplanmıştır. Yapı cephesinde kullanılan elektrokromik cam cephe sistemi sayesinde kullanıcıların dış

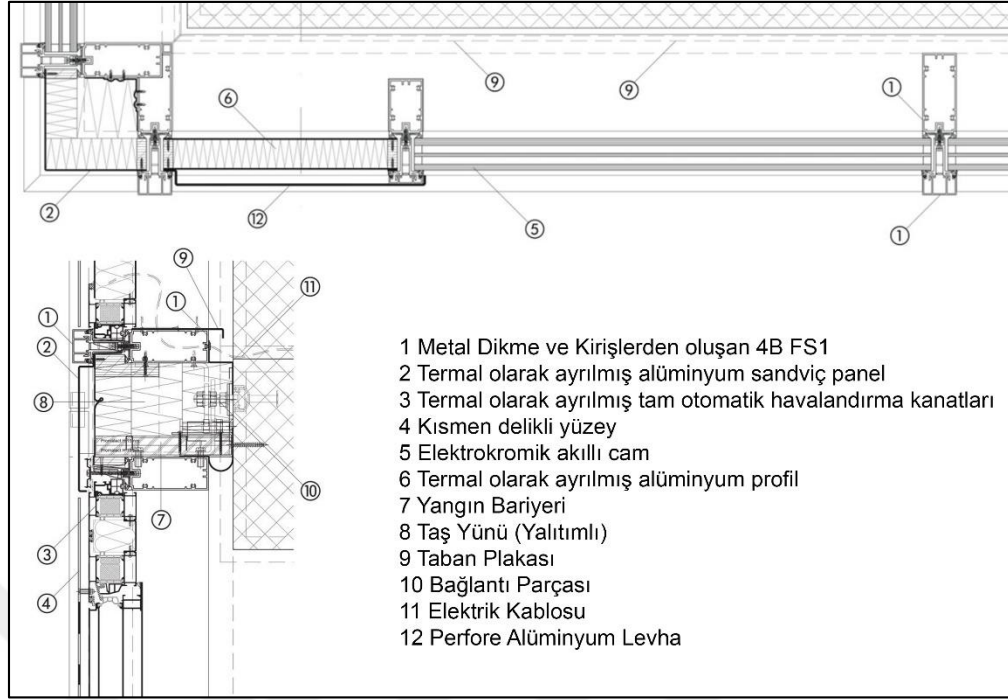
mekân ile ilişkisi kesilmemiş, kullanıcı konfor koşulları sağlanmış ve tüketilen enerji miktarı azaltılmıştır (Saint-Gobain, 2022; Schröder ve Brandstätter, 2020).

Sisag Kampüs yapısı cephesinde kullanılan elektrokromik cam sistemi, uygulanan camın renginin koyulaşmasını elektrokromik olarak sağlayan akıllı bir cam sistemidir. Konis ve Selkowitz (2017), elektrokromik camların yüzeyinin iki adet şeffaf iletken (TC) katman, elektrokromik katman (EC), iyon iletkeni (IC) ve karşı elektrot (CE) olacak şekilde beş adet elektrokromik kaplamadan oluştuğunu belirtmiştir. Ayrıca, elektrokromik camın kararmasını da şöyle açıklamışlardır; CE ile temas halindeki TC'ye pozitif bir voltaj uygulandığında lityum iyonları IC boyunca devam ederek EC katmanına yerleşmesine neden olmaktadır. Eş zamanlı olarak CE'den yük dengeleyici olarak elektron çıkartılır ve bu elektron harici devre etrafında akarak EC katmanına eklenir. Sonuç olarak camın kararması gerçekleşmiş olur. Voltaj kesildiğinde ise elektron ve iyonlar kendi katmanlarına dönerek camın renksiz bir hal almasını sağlar (Şekil 4.8).



Şekil 4.8 Elektrokromik cam sisteminin çalışma prensibi (Konis ve Selkowitz, 2017)

Sis-Kampüs yapı cephesinde kullanılan elektrokromik cam cephe SageGlass tarafından üretilmiştir. Elektrokromik camların cepheye montajı 4B AG şirketi tarafından üretilen metal dirsek ve kirişlerden oluşan FS1 cephe sistemi ile sağlanmıştır. FS1 cephe sistemine motorlu havalandırma kanatları ile birlikte yaklaşık olarak 1.100 m² elektrokromik cam yerleştirilerek cephe montajı gerçekleştirilmiştir. Yapının cephesinde yer alan motorlu kanat klapeleri gece soğutması için kullanıcı tarafından merkezi olarak ya da manuel olarak ayrı ayrı açılabilir (Şekil 4.9) (Schröder ve Brandstätter, 2020).



Şekil 4.9 Sisag Kampüs yapısı cephe sistemi kesitleri (Schröder ve Brandstätter, 2020)

Yapının cephesinde yer alan elektrokromik cam sistemi gün ışığı, güneş ısı ve parlama koruması sağlamaktadır. Sistem bunu cam yüzeye gelen ışığa göre farklı tonlarda renklendirme sağlayarak kontrol etmektedir. (Schröder ve Brandstätter, 2020). Bu sayede kullanıcı konfor koşullarını ve kullanıcı ile manzara arasındaki ilişkiyi gün boyu korumaktadır. Schröder ve Brandstätter (2020)'in yapının cephesinin ışık geçirgenliğinin %1 ile %60 arasında, g değerlerinin %3 ile %37 arasında değişmekte olduğunu belirtmişlerdir. Bu sayede bina içerisinde maksimum termal ve optik konfor sağlandığını eklemiştir. Ayrıca, kışın ısıyı iç mekânda tutulması, yazın gün ışığının iç mekânı az ısıtması iç mekânda kullanılan klima sistemlerinin maliyeti önemli ölçüde düşmüştür.

Sisag Kampüs yapısının cephe sisteminde kullanılan cam cephesi otomatik olarak renk değiştirebildiği gibi istendiği takdirde dokunmatik ekran aracılığıyla manuel olarak da kontrol edilebilmektedir.

Son olarak beton olarak inşa edilen yapının termal aktivasyonu ve cam cephe kombinasyonu sayesinde yapının termal konforu neredeyse hiç ek ısıtma maliyeti

olmadan sağlanmaktadır. Betonun sıcak ya da soğuğu emerek daha sonra tekrar bırakmasını enerji tüketiminde de önemli olmuştur (Schröder ve Brandstätter, 2020).

4.3 İzmir Ticaret Odası Yeni Hizmet Binası (İZTO)

Bu bölümde Tablo 4.3’de bilgileri verilmiş olan İzmir Ticaret Odası binası incelenmiştir.

Tablo 4.3 İzmir Ticaret Odası binası yapı künyesi (Çatıder, 2018)

Konum:	İzmir, Türkiye
Yıl:	2017
Tasarımcı:	Ayyapı Mimari
Müşteri:	İzmir Ticaret Odası
Uyarıcı:	Güneş ve rüzgâr uyarlı cephe
Fonksiyon:	Optik ve termal konfor

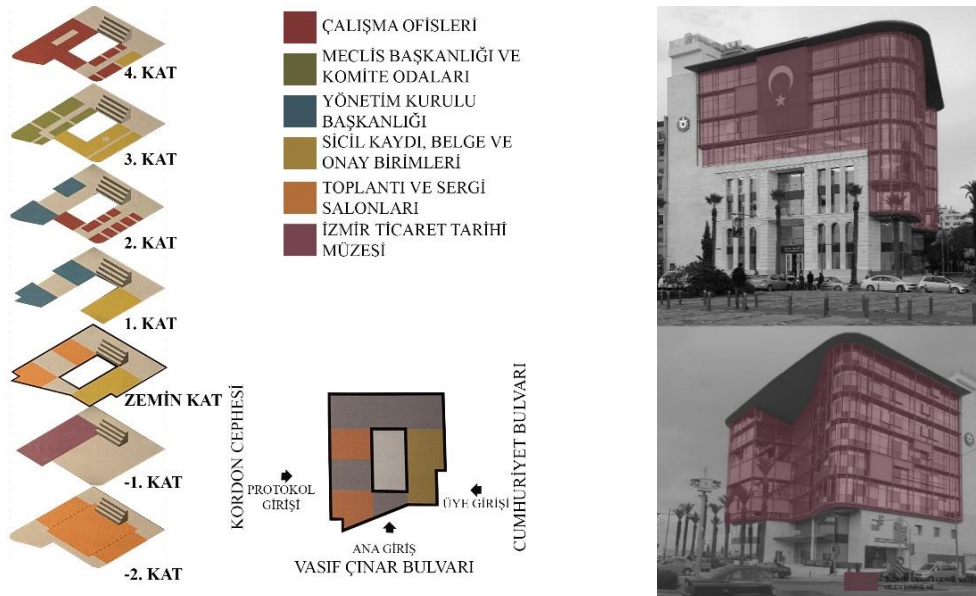
İzmir Ticaret Odası binası İzmir Alsancak, Kordonboyu’nda, kullanıcı ve çalışanlara daha iyi hizmet verebilmek amacıyla teknolojik kaygıları barındırarak inşa edilmiş bir kamu yapısıdır. Ayyapı Mimarlık tarafından tasarlanan yapının inşaatı 2017 senesinin Aralık ayında tamamlanmıştır. Binada yönetim hizmetlerine ek olarak çok amaçlı salon, müze ve sergi alanı, toplantı odaları, ofisler, kiralık ofisler ve bir restoran yer almaktadır (ÇATIDER, 2018).

Sahil şeridinde yer alan hizmet binasının yapı cephesi, batı cephesinin ilk dört, doğu cephesinin ilk iki katında İzmir’in tarihi kimliğini vurgulayacak şekilde mermer ile kaplanmıştır. Bu alanlar dışında kalan cephe kısımları ise, şeffaf cam cephe olarak tasarlanmıştır (Şekil 4.10).



Şekil 4.10 İZTO hizmet binası (K. Kocatürk (kişisel iletişim, 11 Kasım 2022))

İlk dört katında İZTO birimlerine hizmet eden yapının beşinci, altıncı ve yedinci katları kiralanabilir ofis alanlarına, sekizinci kat restoran alanına ayrılmıştır. Güneş ışığına direkt maruz kalan yapıda kullanıcıların ve misafirlerin konfor koşullarını sağlamak, tüketilen enerji miktarını azaltmak amacıyla da ikincil bir uyarlı cephe sistemi uygulanmıştır. Bu ikincil cephe sistemi, Kordon cephesinin dördüncü, beşinci, altıncı ve yedinci katlarında, güney ve doğu cephesinin ikinci, üçüncü, dördüncü, beşinci, altıncı ve yedinci katların cephesinde uygulanmıştır (Şekil 4.11) (K. Kocatürk, kişisel iletişim, 11 Kasım 2022).



Şekil 4.11 İZTO yapısı plan kurgusu ve İkincil uyarlı cephe sisteminin uygulandığı kısımlar (Yazgan Bulgun, Mura, Pilevneli, Kızmaz, Matay, b.t.; K. Kocatürk, kişisel görüşme, 11 Kasım 2022)

İZTO hizmet yapısının cephesinde uygulanan ikincil cephe sistemi güneşin günlük hareketine bağlı olarak cephe yüzeyini örtme ya da toplanma hareketi yaparak iç mekâna alınan güneş ışığının ve ısının kontrolünü sağlamaktadır (Şekil 4.12). Yapı kütlelerinin dış yüzeyinde konumlanan ve çelik konstrüksiyonlar ile taşınmakta olan bu uyarlı ikincil cephe sistemi, güneşin günlük konumuna bağlı olarak, güneşe iki farklı pozisyon ile yanıt verebilecek şekilde tasarlanmıştır. Yani, cephe sistemi güneşin günlük konumuna bağlı olarak ya cephe yüzeyini tamamen örtmekte ya da tamamen toplanmış vaziyette konumlanmaktadır. Yapının uyarlı cephe sistemi güneşin günlük hareketini yapının çatısında yer alan sensör sistemleri ile algılamaktadır. Matin, Eydgahi ve Shyu (2017)'nin, sınıflandırma sistemine göre elektro-mekanik teknoloji sınıfında yer alan cephe sistemi merkezi bir yönetim ile kontrol edilerek binanın otomasyon sistemine bağlıdır. Bununla birlikte, uyarlı ikincil cephe sisteminin kontrolü konusunda ofis kullanıcılarına da müdahale yetkisi verilmiştir. Bu, kullanıcıların kendi taleplerine bağlı olarak cephe sistemini açabilmelerine ya da kapatabilmelerine olanak sağlamaktadır.

Merkezi yönetim sistemi ile bina otomasyonuna bağlı olarak kontrol edilen cephe sistemi, cephelerin yönlendikleri konumlara göre bölümlere ayrılmıştır. Yani, sabahları Cumhuriyet Bulvarı üstünde konumlanan doğu cephesinin güneş kırıcıları toplanmış vaziyette iken öğleden sonra Kordon/batı cephesi, yönündeki güneş kırıcılar toplanmış durumda bulunmaktadır. K. Kocatürk (kişisel iletişim, 11 Kasım 2022), Vasıf Çınar Bulvarı'na yönelen güney cephesindeki güneş kırıcıların, hizmet binasının bu cadde karşısında bulunan otelin gün içerisindeki gölgesinin yapı cephesi üzerine düşmesinden dolayı yoğun güneş ışığına maruz kalmadığını, bu sebepten dolayı bu cephe yüzeyinde bulunan güneş kırıcıların çoğunlukla toplanmış vaziyette bulunduğunu belirtmiştir.



Şekil 4.12 İZTO hizmet yapısı Kordon cephesi gün içerisindeki görüntüsü (Kişisel arşiv, 2022)

İZTO hizmet yapısı cephesinde kullanılan uyarlı cephe sistemi iç mekân konfor koşullarını sağlarken aynı zamanda tüketilen enerji miktarını da azaltmaktadır. G. Yılmaz (2018), İZTO binasının cephesinde kullanılan uyarlı cephe sistemi sayesinde %55 enerji tasarrufu gerçekleştiğini söylemiş, binanın %75'inin gün ışığından faydalanabileceğini eklemiştir. İkincil cephe sistemi, kullanıcı ile dış mekân ilişkisini kesmemek amacıyla, Serge Ferrari markasının kompozit kumaş modeli olan, delikli, Soltis ürünü kullanılarak tasarlanmıştır (K. Kocatürk, kişisel iletişim, 11 Kasım 2022).

İZTO yapı cephesinde kullanılan uyarlı cephe sistemi iç mekânda oluşacak olan parlamaları azaltmak amacıyla güneşe uyarlı olma durumu ile birlikte rüzgâra da uyarlı bir cephe sistemi olarak tasarlanmıştır. Sahil şeridinde yer alan ve özellikle batı cephesinin önü tamamen açık halde bulunan yapı, batı yönünde esen imbat hâkim rüzgârına maruz kalmaktadır. İkincil cephe sisteminde kullanılan kompozit kumaş malzemesinin zarar görmemesi amacıyla, rüzgâr hızı 40 km/s'ye ulaştığı zaman, ikincil cephe otomatik olarak toplanacak şekilde rüzgâr hızına da uyarlı olarak tasarlanmıştır (Ayyapı mimari, kişisel iletişim, 2 Aralık 2022).

İZTO yeni hizmet binası aldığı tasarım kararları ile de pek çok konuda sürdürülebilir bir yapı olma konusunda önemli adımlar atmıştır. Bu amaç kapsamında, iç mekânda kullanılan malzemelerin yerel malzemeler olmasına özen gösterilmiş, iç mekânda kullanılan yapay aydınlatmaların mesai saatlerinden sonra belli aralıklar ile otomasyona bağlı olarak kapanması sağlanmıştır. Ayrıca, iç mekân yapay aydınlatmaların ihtiyaç oranına bağlı olarak kullanılmasını sağlamak amacıyla manuel

olarak kontrol edilebilir şekilde mekân bazlı otomasyona bağlanmıştır (K. Kocatürk, kişisel iletişim, 11 Kasım 2022). Yapı, bu ve pek çok farklı tasarım kararı sayesinde Gonca Yılmaz Mimarlık ve Yeşil Bina Danışmanlığı firmasının danışmanlığında LEED Gold Sertifikası almaya hak kazanmıştır (ÇATIDER, 2018).

4.4 CJ CheilJedang Araştırma ve Geliştirme Merkezi

Bu bölümde Tablo 4.4’de bilgileri verilmiş olan CJ CheilJedang araştırma ve geliştirme merkezi binası incelenmiştir.

Tablo 4.4 CJ CheilJedang araştırma ve geliştirme merkezi yapı künyesi (Fortmeyer ve Linn, 2014)

Konum:	Seul, Güney Kore
Yıl:	2016
Tasarımcı:	Yazdani Studio ve Cannon Design
Müşteri:	CJ Şirketi
Uyarıcı:	Güneş uyarlı cephe
Fonksiyon:	Optik ve termal konfor

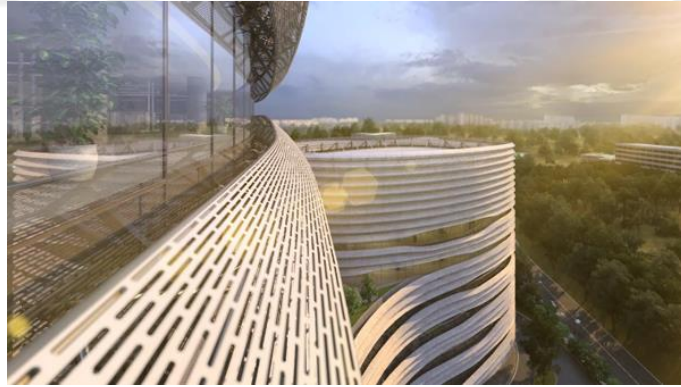
CJ CheilJedang araştırma ve geliştirme merkez yapısı, Yazdani Studio ve Cannon iş birliği ile Güney Kore’nin başkenti Seul’da tasarlanmıştır. 1,2 milyon metrekarelik alanda inşası gerçekleşen yapının amacı CJ şirketinin farklı iş kollarını tek bir yapıda toplamaktır. Yapı, şirketin logosunda yer alan yapraktan ilham alınarak beş katlı bir galeriden dağılan, üç ayrı kuleden oluşacak şekilde tasarlanmıştır (Şekil 4.13). Yapının kule kısımlarında toplantı odaları, laboratuvarlar, çalışma alanları, araştırma ve geliştirme tesisleri yer almaktadır (Berkmen ve Altın, 2019).



Şekil 4.13 CJ CheilJedang araştırma ve geliştirme merkezi genel görünüm (Mimdaporg, 2012)

Proje yatırımcılarının Korece *tek* anlamına gelen *Cheiljedang* kelimesinin projeye fiziksel olarak da yansımaları istemeleri üzerine mimarlar bu talebi yapı kütlelerinde bilim ve yaratıcılığı bir araya getirerek karşılamayı hedeflemişlerdir. Bu amaç doğrultusunda yapı cephesinin tamamı güneşin günlük hareketine bağlı olarak açılıp kapanacak şekilde güneşe uyumlu olarak tasarlanmıştır (Berkmen ve Altın, 2019).

CJ CheilJedang yapısının güneşe uyumlu olarak geliştirilen ikincil cephesi, ETFE malzemesine benzer, floropolimer (teflon) reçinesi olan PTFE malzemesinden elde edilmiştir. Şerit delikli bir yüzeye sahip ikincil cephe, güneşin günlük hareketine bağlı olarak iç mekâna alınacak olan gün ışığını kontrol edecek şekilde tasarlanmıştır (Şekil 4.14). Cephe sistemi bu kontrolü cephe yüzeyini örtme veya toplanma hareketini gerçekleştirerek sağlamaktadır. Sistem, cephe yüzeyini tamamen örttüğünde yüzeyinde bulunan şerit açıklıklar sayesinde iç mekâna gün ışığını dağıtarak alır. Bu sayede iç mekânda yüksek yaz güneşi parlamasının önüne geçilir. İkincil cephe sistemi tamamen toplandığında ise iç mekâna doğrudan gün ışığının girmesine izin verilir (Berkmen ve Altın, 2019).

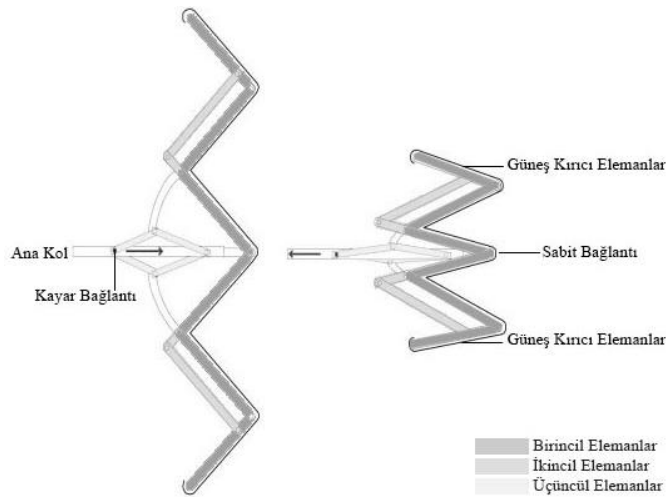


Şekil 4.14 CJ CheilJedang araştırma ve geliştirme merkezi şerit delikli yapısı

CJ CheilJedang yapısının uyumlu cephe sistemi, aynı zaman aralığında güneşin konumuna bağlı olarak, cephenin farklı kısımlarında farklı tepkiler verebilecek şekilde bölümlere ayrılmıştır. Bu sayede cephenin güneş ışığına maruz kalan kısmında ikincil cephe ana cephenin yüzeyini örterken, güneş ışığına maruz kalmayan farklı bir bölümde toplanmış vaziyette konumlanabilmektedir (Berkmen ve Altın, 2019). Bu durum sistemin ihtiyaca göre yanıt vermesi ile ilgilidir. Heidari Matin vd., (2017),

önerdiği sınıflandırma sistemini dikkate aldığımızda CJ yapısının sahip olduğu cephe sistemini, bölümlere ayrılmış cephe sistemi sayesinde aynı anda farklı yanıtlar verebilen cephe sistemleri olarak geçen bilgi teknolojisi sınıfına dâhil edebiliriz.

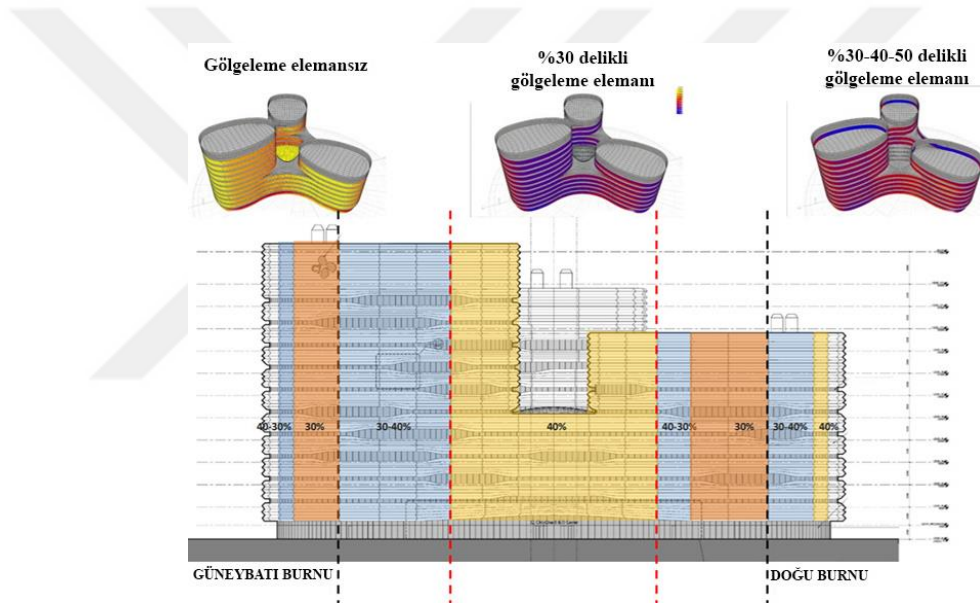
CJ yapısının uyarlı cephe sisteminin, güneşin hareketine bağlı olarak cephe yüzeyini örtmesi ya da toplanması için cephenin çevresine düzenli olarak pantografik (birbirine hareketli eklemlerle tutturulmuş, bir dizi çubuk) elemanlar yerleştirilmiştir. Tüm bina çevresini saran bu uyarlı, ikincil cephe sistemi birbirine bağlı 3 adet çift katlı şerit banttı meydana gelmiştir. Her birim, 3 adet çift katlı şerit bandın yüzeyine yerleştirilmiş altı adet gölgeleme elemanından oluşur. Altı adet gölgeleme elemanını destekleyen birincil pantografik elemanlar ana kola bağlanmıştır. İkincil ve üçüncül pantografik elemanlar ise, sistemdeki birimleri aşağı katlamak için ana elemanları itmekte ve çekmektedir (Şekil 4.15). Cephe sisteminin hareketini üç bağlantı tipi belirlemektedir. Birincil ve ikincil elemanlar ile sabit bağlantı, üçüncül pantografik elemanlarla ise hem sabit hem sürgülü bağlantı kurulmuştur. Bu kayar bağlantı, tüm pantografik elemanları hareket ettirir ve motorludur. Bu elemanların açılma ya da katlanma hareketi ise elektronik motor sistem ile kontrol edilmektedir (Asefi, Mitton ve Currie, 2017).



Şekil 4.15 CJ yapısı ikincil cephe sistemi modülü (Asefi vd., 2017)

CJ yapısının uyarlı dış cephe kabuğu her iç mekân için uygun aydınlatma sağlayabilmek adına farklı yoğunluklarda şerit delikli olarak tasarlanmıştır. Berkmen ve Altın (2019), bu durumu şöyle açıklamışlardır;

Yapının cephesinde hiç gölgeleme elemanı kullanılmadığında yapıda aşırı ısınma meydana gelirken, şeritlerde kullanılan delik oranı tüm cephede %30 olarak ayarlandığında ise Şekil 4'te (Şekil 4.16) görüldüğü gibi iç mekâna doğal ışık orantısız olarak yayılmaktadır. Yapının her mekânı için uygun doğal ışık seviyesini ayarlayabilmek adına yapının farklı cephelerindeki şeritlerde %30-40-50 oranında delik yoğunluğu sağlanmıştır (s. 376).



Şekil 4.16 CJ yapı cephesinde bulunan şerit deliklerin yoğunluk çalışması

Asefi vd. (2017), yapının cephesinde kullanılan bu uyarlı ikincil cephe sistemi ve optimize edilmiş güneş ısısı kazanımı sayesinde termal verimliliği de artırdığını belirtmişlerdir. Ancak, güneşe göre konumunu belirleyen bu ikincil cephe sistemi ile ilgili de bazı eksiklikler olduğunu da eklemişlerdir. Asefi vd. (2017), bu eksiklikleri şöyle sıralamıştır;

- Uyarlı cephe sistemi yalnızca açık, kapalı ya da gölgelerin yönlendirilebileceği bir aralıkta yani 3 farklı pozisyonla sınırlı şekilde konumlanmaktadır.

- Sistem gölge bölümlerine ayrılrsa bile bir ünite açıldığında diğer üniteleri de sürükleyerek dışarıya çıkartmaktadır.
- Gölgeleme panelleri güneşin hareketine göre yönünü değiştirememektedir. Bu durum ile ilgili Asefi vd. (2017), SOM'un, bir tasarım çalışmasında, altı derece kadar küçük bir yönelim değişikliğinin bir binadaki ısı kazanımını yaklaşık %25 oranında azaltabileceğini belirlediğini de eklemişlerdir.

4.5 EY (Ernst & Young) Merkezi

Bu bölümde Tablo 4.5'de bilgileri verilmiş olan EY Merkezi binası incelenmiştir.

Tablo 4.5 EY Merkezi binası yapı künyesi (Oldfield, 2017)

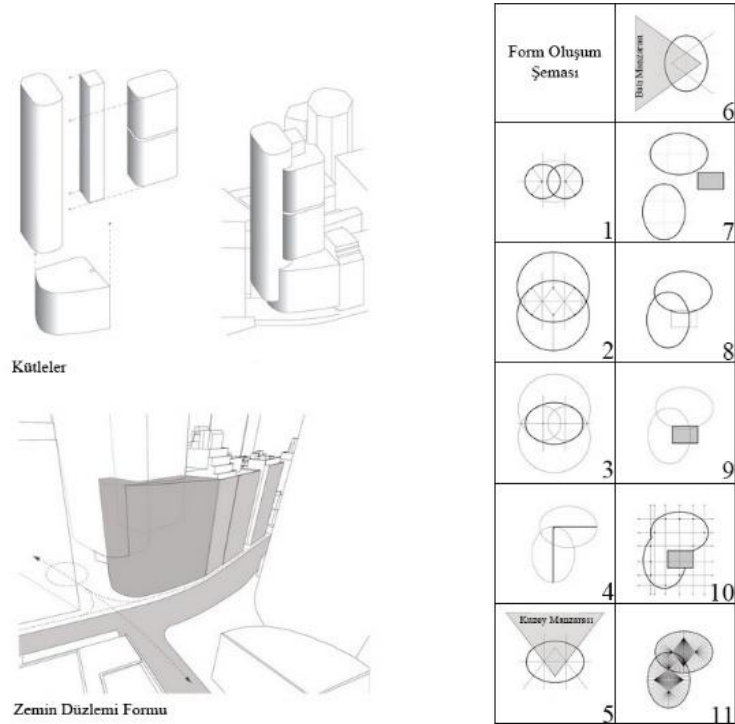
Konum:	Avustralya, Sidney
Yıl:	2016
Tasarımcı:	FJMT
Müşteri:	AMP Capital Wholesale Office Fund, Mirvac
Uyarıcı:	Güneş uyarlı cephe
Fonksiyon:	Optik ve termal konfor

EY Merkez yapısı, Avustralya'nın Sidney şehrinde, 200 George Caddesi adresinde konumlanmış yenilikçi bir ofis yapısıdır. FJMT mimarlık tarafından tasarlanan proje farklı birçok iş birlikçi ile geliştirilmiştir. 2012 senesinde kazanılan bir yarışma sonucu inşa edilen projenin yapımı 2016 senesinde tamamlanmıştır (Lochhead ve Oldfield, 2017; Oldfield, 2017). Ahşap cepheye sahip yapı, zemin düzleminde birbiri ile kesişen, köşeleri yuvarlanmış, orantılı iki dikdörtgenden oluşmaktadır (Şekil 4.17).



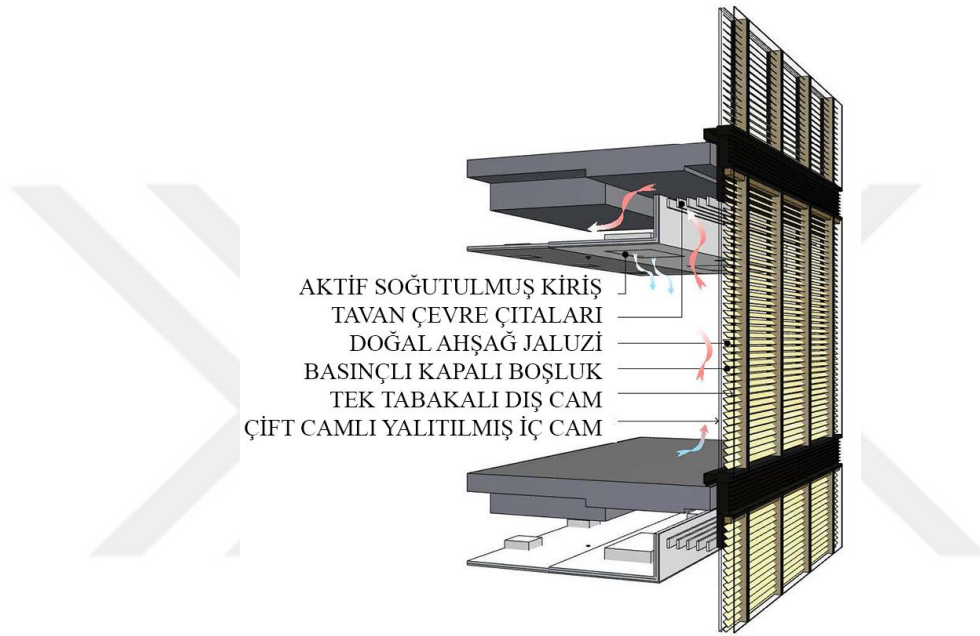
Şekil 4.17 EY Merkez binası yapısı (Obermoser, 2018)

Kiralanabilir alanların yer aldığı kulelerden birisi kuzeyde Liman Köprüsüne, diğeri batıda Darling Limanına manzara verecek şekilde konumlanmıştır (Şekil 4.18) (Oldfield, 2017). 155 metre yüksekliğinde 37 katlı yapının yaklaşık olarak 44.000 metre karelik bir alana sahip olduğu bilinmektedir. (Obermoser, 2018)



Şekil 4.18 EY Merkez binası form oluşum grafiği (Rethinking, b.t.)

Gün içerisinde farklı açılarda güneş ışığına maruz kalan EY Merkezi yapısı cephe sistemi sızdırmaz çift cidarlı cam ve bu çift cidar arasında bulunan basınçlı kapalı boşluğa yerleştirilmiş, güneşin gün içerisindeki konumuna ve değişen dış koşullara yanıt verebilen, ahşap jalûzilerden oluşmaktadır (Margalit, 2019). Yapı cephesinde yer alan çift cidarlı cephe sisteminin dış katmanı düşük demirli tek bir cam tabakadan, iç katman ise yüksek performanslı çift camlı tabakadan oluşmaktadır (Şekil 4.19) (The Plan, b.t.).

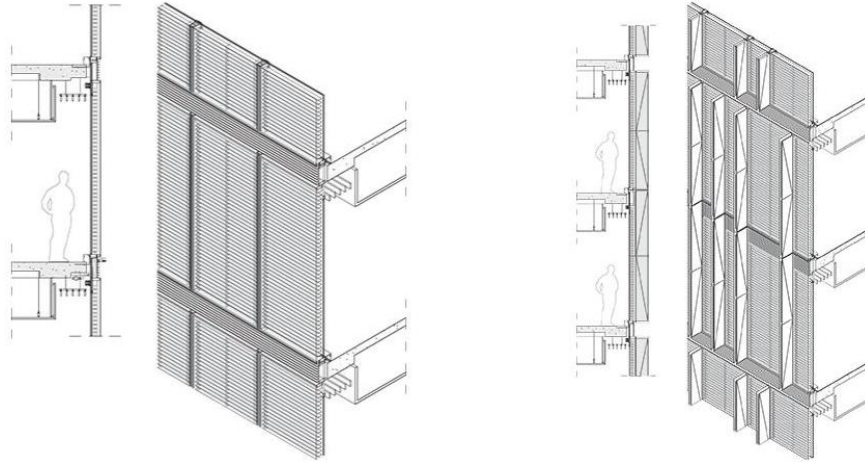


Şekil 4.19 EY Merkezi cephe sistemi (The Plan, b.t.)

EY Merkez yapısının cephesinde kullanılan çift cidarlı cephe sistemi İtalyan Permasteelisa Group tarafından üretilmiştir. Bakım gerektirmeyen, sürdürülebilir, kapalı boşluklu cephe sistemi (mfree-sccf) olarak adlandırılan sistem EY Merkez yapısında kullanılmak üzere iki senelik testlerden geçirilmiştir (Obermoser, 2018; Rogers, 2017). Bahsi geçen bu cephe sistemlerinin geleneksel çift cidarlı cepheler (ÇCC) ile aynı çalışma prensiplerine sahip olmasının yanında kullanıcı adına birçok avantaja sahip olduğundan bahsedilmektedir. Bunlardan ilki cephe sisteminin temizliği ve bakımı ile ilgilidir. ÇCC sistemlerinde cephe sisteminin performansının iyi olması için cidarlar arasındaki boşluğun ve var olan dört ayrı cephe yüzeyinin sürekli temizlenmesi gerekmektedir. Ancak bu durum, tek cidarlı gibi çalışan, mfree-sccf cephe sistemlerinde farklıdır. İki cidar arası kapatılan ve basınçlandırılan mfree cephe sistemlerinde nem, toz ve yoğunlaşma gerçekleşmediği için iki cidar arasındaki

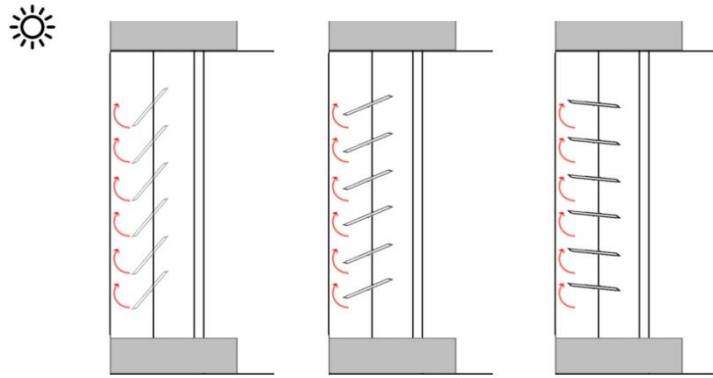
boşluğun uzun süre temizlenmesine ihtiyaç duyulmaz. Bu durum, sistemin sahip olduğu iki cidar arasına basılan kuru ve temiz hava ile pozitif bir basınç yaratılarak sağlanmaktadır. Bu yöntem sayesinde boşluğun basıncı dış mekân ve iç mekân hava basınç seviyesinden daha fazla olur ve nem, toz gibi etmenlerin boşluğa doğru akmasının önüne geçilir. Dolayısıyla boşluk içerisinde herhangi bir bakım ve temizlik gereksinimi ortadan kalkmış olur (Rogers, 2017). Sonuç olarak EY Merkezi yapı cephesinde kullanılan bu sistem, yapının uzun vadede cephe boşluğu için harcanan temizlik maliyetinin daha düşük olmasına olanak sağlamaktadır (National Institute of Building Sciences, 2018). Çift cidar arasına eklenen kapalı boşluk ile de yapıda geleneksel ÇCF'lere göre iyi derecede akustik konfor sağlandığı belirtilmiştir (Rogers, 2017). Mfree-sccf sistem geleneksel ÇCC sistemlere göre daha ince sistemlerdir. 150 mm kalınlığında yer kaplayan cephe sistemi EY Merkez yapısında kiralanabilir ve kullanılabilir alanın m^2 'sini arttırmasına imkân sağlamaktadır (Oldfield, 2017). Ayrıca cephe sisteminin nakliye ve şantiye ortamında zarar görmemesi adına tüm bir araya getirme işlemlerinin fabrika ortamında yapıldığı belirtilmiştir. Bu durumda çift cidarlı cephe gibi çalışan mfree-sccf cephesinin montajının şantiyede tek cidarlı cephe gibi uygulanmasına olanak sağlamıştır. Sonuç olarak tek cidar uygulama süresinde çift cidar cephe montajı yapmak ve maliyetin düşmesine olanak sağlanmıştır (National Institute of Building Sciences, 2018).

EY Merkezi cephe sistemi mfree-sccf cephe sistemi ve arasındaki kapalı, basınçlı boşluğa yerleştirilen ahşap panellerden meydana gelir. Prodema tarafından üretilen bu paneller EY merkezi yapısında kullanılmak üzere Orman Koruma Konseyi (FSC), Orman belgelendirme onay programı (PEFC) sertifikalı olarak seçilmiştir (Obermoser, 2018; The Plan, b.t.). Yapının baza kısmında kapalı boşluğa yerleştirilen ahşap jaluzilere ek olarak sokak parlamasını kontrol altına almak adına sabit dikey elemanlar da eklenmiştir (Şekil 4.20) (Permasteelisa Group, b.t.).



Şekil 4.20 Tipik kule ve baza cephe görünümü (Permasteelisa Group, b.t.).

Kapalı boşlukta yer alan ahşap jaluzi sistemi güneşin hareketine ve dış koşullara cevap verecek şekilde tasarlanmıştır. Gün içerisinde değişen koşullara bu sistem, düşey açılı kanat hareketi yaparak tepki verir (Şekil 4.21). Bu sayede sistem istenmeyen güneş parlama ve ışımlarını önleyerek kullanıcı konfor koşullarını artmasını sağlamaktadır (Somfy, b.t.). Gün boyunca güneşin hareketine bağlı olarak yapının cephesi devamlı görünüm değiştirmektedir. Sabahları batı cephesi açık ve şeffaf, öğleden sonra batı cephesi daha kapalı ve ahşap görünümünde, doğu cephesi ise tam tersi olacak şekilde hareket halindedir (Şekil 4.22) (The Plan, b.t.).



Şekil 4.21 Ahşap jaluzi kanatçık hareket şeması



Şekil 4.22 Kuzey-batı cephesinin bulunan ahşap jaluzilerin gün içerisinde hareketi (Mirvac, 2017'den uyarlanmıştır)

EY Merkezi ahşap jaluzi sistemi Somfy tarafından üretilen animeo dış cephe yönetim sistemi ile kontrol edilmektedir. EY Merkezi binasında animeo sistem bina otomasyonu için küresel standart olan KONNEX (KNX)'in yanı sıra internet üzerinden uzaktan kumanda (*web remote*) sistemini de kullandığı belirtilmektedir. İnternet üzerinden uzaktan kumanda sistemi kullanıcıların panjur sistemini uzaktan kumanda, internet ya da akıllı telefonlar ile kontrol edebileceği bir sistemdir (Somfy, b.t.). Ancak EY Merkez binasında kullanıcılara internet üzerinden uzaktan kumanda yöntemi ile müdahale edilmesi konusunda, sistemin düzgün çalışması amaçlandığından dolayı, tam özgürlük verilmemiştir (Cibsejournal, 2019).

Somfy, EY merkez yapısının cephesini geliştirirken 365 günlük bir model üretmiştir (Somfy, b.t.). Yapının cephesinde bulunan ahşap jaluziler oluşturulan bu 365 günlük güneş izci modeli ve hava sensörü içeren bir algoritma ile kontrol edilmektedir (Rethinking, b.t.). Yapının çatısında bulunan sensörler ile de cepheye erişen ışık seviyeleri algılanmaktadır. Sonuç olarak panjur yönetim sistemi buna göre jalûzilerin uygun açısını ayarlamaktadır (Cibsejournal, 2019).

Aynı zamanda, EY Merkezi cephesinde yer alan ahşap jaluziler kontrol bölgelerine ayrılmıştır. Bu bölgeler pencerelerin cephedeki konumlarına, binanın donanımına bağlı olacak şekilde belirlenmiştir. Bu bölgelere ayırma yöntemi sayesinde yapı

cephesindeki jaluziler farklı çevre şartlarına birbirlerinden bağımsız şekilde cevap verebilmektedirler (Somfy, b.t.).

Değişen çevre şartlarının yanında yapının cephesine düşen gölgeler de jaluzilerin hareketine etki etmektedir. Yani, cephe ışık alıp tüm jaluziler kapalı iken aynı cephede üzerine gölge düşen bir bölgede jaluziler açık olacak şekilde sistem programlanmıştır. Bu durum için 200 George Caddesi ve şehrin dijital modeli kullanılarak çevre binalardan cepheye düşen gölgeler haritalandırılmıştır. Sonuç olarak jaluzilerin hareketini düzenleyen bir diğer faktör olan gölge yönetim algoritmaları elde edilmiştir.

Ey Merkez yapısı cephesinde her biri 4 ile 18 arasında panjur içeren 351 bölge bulunmaktadır. 351 bölgede 34 hat yöneticisi, 754 motor kontrolörü, 2879 jaluzi ve motoru yönetir (Cibsejournal, 2019). Bu sayede farklı şartlar altında kalan bölgeler birbirinden bağımsız şekilde çalışır. Aynı zamanda internet üzerinden uzaktan kumanda kontrolü için de bu bölgeler önemlilik arz etmektedir.

Ey Merkezi yapısının akıllı cephesi, içeriye alınan güneş ışığı kontrolünü sağlayarak ısı ve ışığı düzenler, termal verimliliği kontrol eder. Aynı zamanda iki cidar arasında bulunan basınçlı boşluk sayesinde akustik kontrol sağlamaktadır (Rethinking, b.t.).

EY Merkezi cephe sistemi yalnızca parlamayı azaltmaz aynı zamanda istenmeyen güneş ısı kazanımını da cephenin dışında tutar (Oldfield, 2017). Sistemin U değeri üç camlı ünitelerin değerine benzer (Rogers, 2017). Cephe sistemi 0,11'lik bir güneş ısı kazanı katsayısı (SHGC) ile cephe sisteminin termal performansında geleneksel bir giydirme cepheye göre %35'lik bir iyileşme sağlar. Bu sayede ısı yükünde önemli bir azalma meydana gelir ve bu da kullanılan mekanik ekipman ihtiyacını ciddi oranda azaltır. Sonuç olarak yapı için gerekli olan başlangıç maliyeti ve uzun vade de bakım maliyetleri azaltılmış olur (Geleff, b.t.; Menon, 2018).

4.6 PNC Plaza Kulesi

Bu bölümde Tablo 4.6’de bilgileri verilmiş olan PNC Plaza kulesi incelenmiştir.

Tablo 4.6 PNC Plaza kulesi yapı künyesi (Fortmeyer ve Linn, 2014)

Konum:	Pensilvanya, Pittsburgh, ABD
Yıl:	2015
Tasarımcı:	Gensler
Müşteri:	PNC Finansal Hizmetler Grubu
Uyarıcı:	Güneş, nem, sıcaklık uyarlı cephe
Fonksiyon:	Optik ve termal konfor

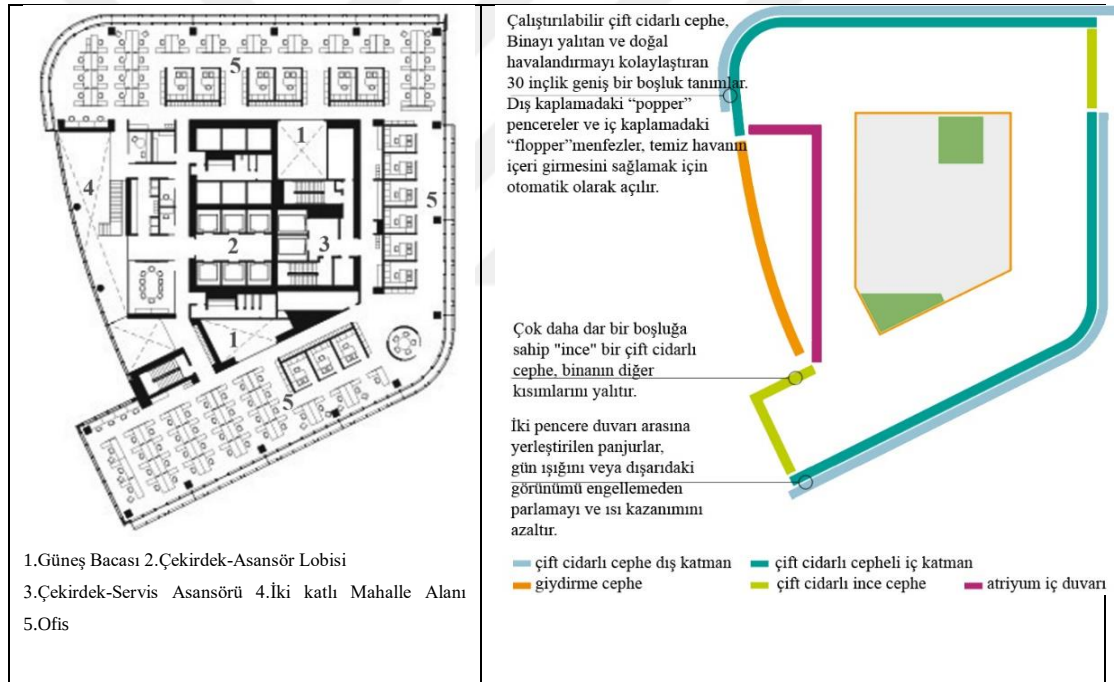
PNC Plaza Pensilvanya’nın Pittsburg kentinde, PNC Finansal Hizmetler Grubu şirketinin genel merkezi olarak tasarlanmıştır. Gensler mimarlık tarafından tasarlanan yapının inşaatı 2015 senesinde tamamlanmıştır. Yapı, 3 kat baza ve üzerine 30 kat kule olacak şekilde toplam 33 kattan oluşmaktadır (Fortmeyer ve Linn, 2014).

PNC Plaza tasarım kararları arasında, gün ışığını iç mekâna mümkün olduğunca almak, gerekli olan iç mekân havalandırmasını doğal olarak sağlamak gibi konfor koşulları ile ilişkili başlıklar yer almaktadır. Yapının kütle yönelimi ve formu, iç mekâna alınacak gün ışığına uygun şekilde tasarlanmıştır. Yapı formu iki kenarı yuvarlanmış, batı cephesine hafifce kavis verilerek şekillendirilmiştir (Şekil 4.23).



Şekil 4.23 PNC Plaza Kulesi (Archdaily, 2015)

Yapının batı yönüne bakan kısımları ortak faaliyetlerin, sosyal ve resmi olmayan toplantıların yapılabileceği alanlara ayrılmıştır. Bu alanlar 2 kat yüksekliğinde tasarlanmıştır. Giydirme cephe olarak uygulanan batı cephesi aynı zamanda güçlü batı güneş ışığına maruz kalmamak için de düşük enerjili bir tampon olarak çalıştırılmıştır (Tranel ve Ko, 2016). Ofis çalışma alanları ise güney, doğu ve kuzey cephelerinde merkezi bir çekirdeğin etrafında sıralanmıştır. Bu bölgeler dış mekândan çift cidarlı cephe sistemi ile ayrılmıştır. Çift cidarlı cephe sisteminin dış kısmında tek katmanlı düşük demirli cam, iç kısmında ise yalıtımlı cam kullanılmıştır (Şekil 4.24). İki cephe arasında 1 metrelik boşluk bırakılmıştır. Aynı zamanda bu boşluk kullanıcıların istedikleri zaman 9 metre aralıklarla yerleştirilen kapılardan erişebilecekleri bir mekân olarak kurgulanmıştır (Fortmeyer ve Linn, 2014).



Şekil 4.24 PNC Plaza tip kat planı ve cephe sistemi şeması (Gonchar, 2015; BuroHappold Engineering, 2016)

PNC Plaza yapısında bir diğer doğal kaynak kullanım stratejisi olarak doğal havalandırma yöntemi uygulanmıştır. Yazları sıcak ve nemli, kışları ise soğuk geçen Pittsburg iklimi için Tranel ve Ko (2016), yılın %42'sinde sıcaklık ve nemin pasif doğal havalandırma için uygun olduğunu belirtmişlerdir. Fortmeyer ve Linn (2014),

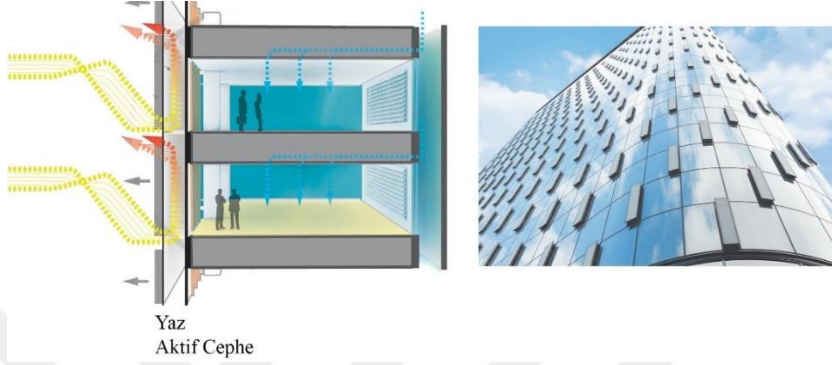
ise, Pittsburgh'ta rüzgârın herhangi bir zaman diliminde herhangi bir yönden esebileceğinden bahsetmişlerdir.

PNC Plaza yapısının tasarım aşamasında, projede kullanılacak olan doğal havalandırma şekline karar vermek amacıyla baca etkisi ve çapraz havalandırma yöntemleri üzerine çalışılmıştır. Bu yöntemler, bilgisayar ve simülasyon sistemleri ile geliştirilmiştir. Çalışmaların sonunda, çapraz havalandırma yönteminde katlara giren havanın tüm katlarda kontrollü bir havalandırma sağlayamadığı ortaya çıkmıştır. Bu durum tasarım amacı ile ters düştüğü için uygulanmamıştır. Baca etkisi yaratılarak havalandırmanın hem tüm yapıda hem de tek tek katlarda daha kontrol edilebilir bir seçenek olduğu kararına varılıp baca etkisi yöntemi projede uygulanmıştır. Yapının kuzey, güney ve doğu cephelerinde yer alan çift cidarlı cephede negatif basınç yaratılarak baca etkisi yöntemi ile doğal havalandırma sağlanmıştır. Sonuç olarak cepheden giren temiz hava, yapıdaki mekânlardan geçtikten sonra iç mekân hava kalitesini artırıp merkezi bir şafttan yükselerek yapıyı terk etmektedir (Tranel ve Ko, 2016).

PNC Plaza yapısında kullanılan doğal havalandırma stratejisi yapının cephesinde uygulanmış olan uyarlı cephe sistemleri ile sağlanmıştır. Yapının kuzey, güney ve doğu cephelerinde yer alan çift cidarlı cepheleri, farklı hava şartlarına uygun davranacak şekilde tasarlanmıştır. Bina bunu yapının cephesinde yer alan havalandırma delikleri ile sağlamıştır. 46 cm genişliğinde, bir kat yüksekliğinde tasarlanan delikler, bir katın boşluğundan çıkan havanın, aynı boşluğun altında ya da üstünde yer alan farklı bir boşluktan girmesini önlemek için çapraz olarak cepheye yerleştirilmiştir. Bahsi geçen havalandırma delikleri sıcaklık ve nem uygun olduğunda yapının cephesinden yaklaşık 10 cm kadar, cepheye dik şekilde açılmaktadır. Bu sayede çift cidarlı cephe boşluğuna temiz hava girişi gerçekleşir. Bu alana giren temiz havanın bir sonraki hareketi ise mevsimlere göre farklılık göstermektedir (Fortmeyer ve Linn, 2014).

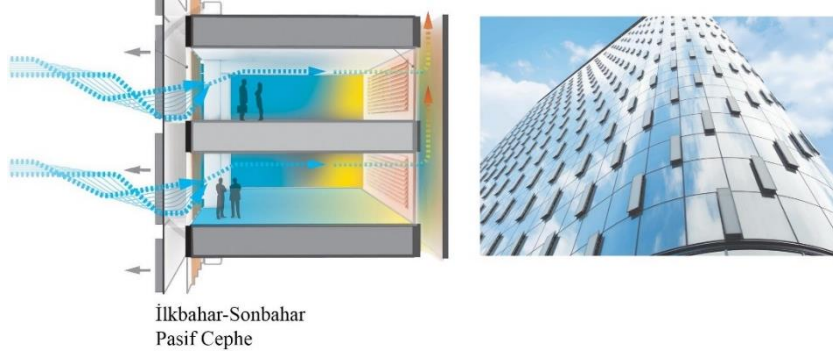
Yaz aylarında hava sıcaklığının yüksek olmasından dolayı bu sıcak havanın içeriye alınması önlenir. Yapı bunu bina yönetim sistemi aracılığı ile iç cephe zeminine

yerleştirilmiş olan havalandırma menfezlerinin açılmasını engelleyerek sağlar. Cidarın içerisine giren hava ise ısınarak yükselir ve aynı havalandırma deliklerinden boşluğu terk eder. Bu boşluk yazın dış cephe ile iç mekân arasında tampon olarak görev yapmaktadır. Bu sayede iç mekâna gelen direkt güneş ısı kazanımını düşürülmüş olmaktadır (Şekil 4.25).

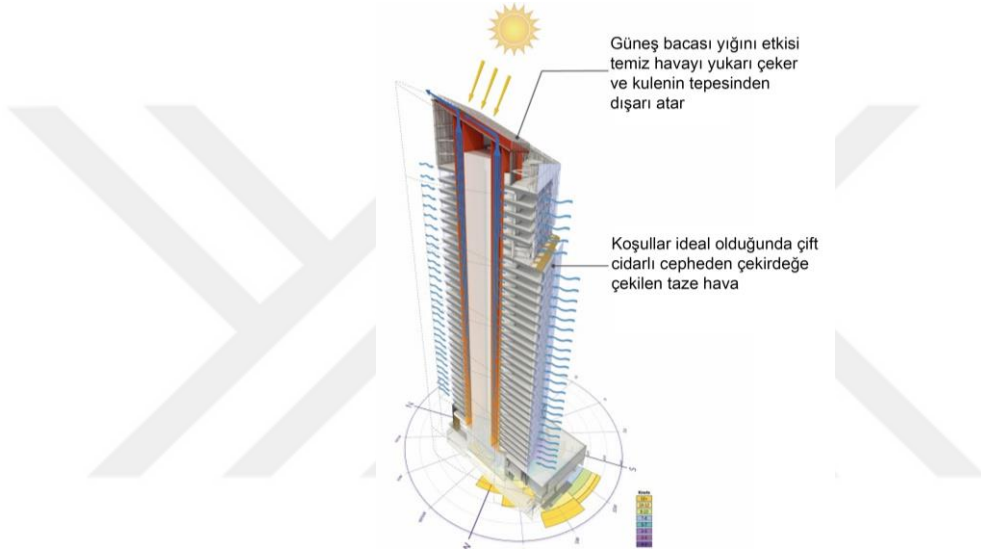


Şekil 4.25 Yaz aylarında aktif cephe (Archdaily, 2015; PPG, 2017)

İlkbahar ve sonbahar aylarında ise boşluğa gelen taze hava iç cephe zemininde yer alan menfezlerin açılması ya da iç cephede var olan kapıların kullanıcılar tarafından açılması ile iç mekâna girer (Şekil 4.26). İç mekâna giren temiz hava yapının çekirdeğinde yer alan güneş bacasından yükselerek yapıyı terk eder. Yapı, içeride gerçekleşen bu dolaşım sistemini fan sistemi kullanmadan sağlamaktadır. Mühendis Buro Happold tarafından fan sistemine çoğu zaman ihtiyaç duyulmayacak bir pasif havalandırma sistemi geliştirilmiştir. Binanın tepesinde, güneye eğimli cam çatının altına büyük, siyaha boyanmış, 150 mm kalınlığında beton döşeme dökülmüştür. Bu kütle ısındığında, binanın içerisinde bulunan hava ısınan hava yükselir prensibi ile en alttan başlayarak çatıya kadar güneş bacası şaftından yükselmektedir (Şekil 4.27). Sonuç olarak da çatıya erişen hava çatıda bulunan açıklıklardan binayı terk etmektedir (Fortmeyer ve Linn, 2014).

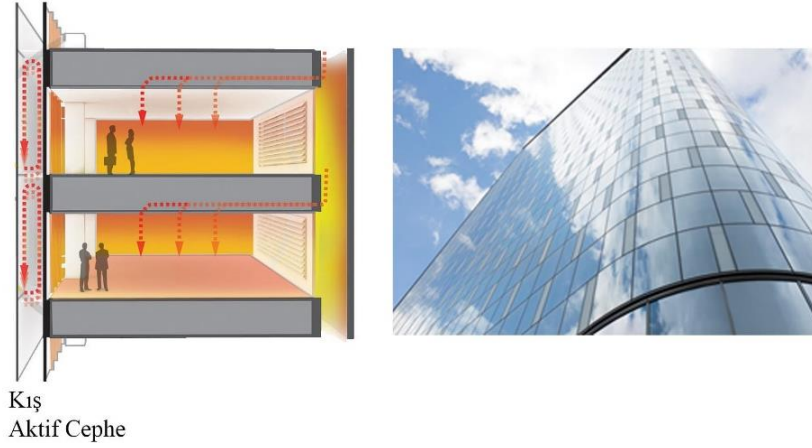


Şekil 4.26 İlkbahar-Sonbahar aylarında pasif cephe (Archdaily, 2015; PPG, 2017)



Şekil 4.27 Güneş bacası etkisi çalışma prensibi (Berg, 2016)

Kış aylarında ise, dış cephedeki havalandırma delikleri ve iç cephedeki menfezler bina yönetim sistemi tarafından tamamen kapatılmaktadır. İki cephe arasındaki boşluk dış mekân ile iç mekân arasındaki ısı geçişini engelleyen termal bir tampon gibi çalışmaktadır (Şekil 4.28).



Şekil 4.28 PNC Plaza kış diagramı ve cephe pozisyonu (Archdaily, 2015; Prism, 2018)

Çift cidarlı cephe boşluğunda yatay jaluziler de mevcuttur. Bu jaluzilerin kanat genişliği çıta sayısını en aza indirmek ve dış mekân ile iç mekân arasındaki görsel ilişkiyi maksimumda tutabilmek için yaklaşık 15 cm'dir. Yapının çift cidarlı cephe boşluğunda yer alan bu jaluziler, bina yönetim sistemi veya her birine ayrı ayrı bağlanmış aktüatörler ile inşa edilmiş yazılım tarafından açılıp kapatılabilmektedir. Jaluziler, gün ışığı ve manzara için camın şeffaflığını en üst seviyeye çıkartırken güneş kontrolünü de sağlamaktadır. (Fortmeyer ve Linn, 2014).

PNC Plaza ofis yapısı, cephe sisteminde gerçekleşen tüm bu kontrolleri bina yönetim sistemi ile gerçekleştirmektedir. Bina, içte ve dışta hava sıcaklığını, yağmuru, güneşi, nemi, hava kalitesini ve ışığı sensörler ile algılamaktadır. Elde edilen ölçümler, bina yönetim sistemi tarafından işlenmekte ve yapı elemanları bu sistem sayesinde kontrol edilebilmektedir. Sonuç olarak, PNC Plaza ofis yapısında kullanıcı konfor koşulları sağlanırken enerji tüketimini de düşüren bir sistem geliştirilmiştir (Tranel ve Ko, 2016). Ayrıca, PNC Plaza yapısı benzer bir binadan %50 daha az enerji kullanacak ve çalışma alanının %92'si gün ışığı alacak şekilde tasarlanmıştır. Binanın yılın %42'sinde ise doğal havalandırılabilceği tahmin edilmektedir (Caulfield, 2016).

4.7 San Francisco Kamu Hizmetleri Komisyonu Genel Merkezi (SFPUC)

Bu bölümde Tablo 4.7’de bilgileri verilmiş olan San Francisco Kamu Hizmetleri Komisyonu Genel Merkezi incelenmiştir.

Tablo 4.7 SFPUC binası yapı künyesi

Konum:	San Francisco, ABD
Yıl:	2012
Tasarımcı:	KMD Mimarlık ve Stevens Architects
Müşteri:	San Francisco şehri kamu hizmetleri komisyonu
Uyarıcı:	Güneş ve rüzgâr uyarlı cephe
Fonksiyon:	Optik ve termal konfor

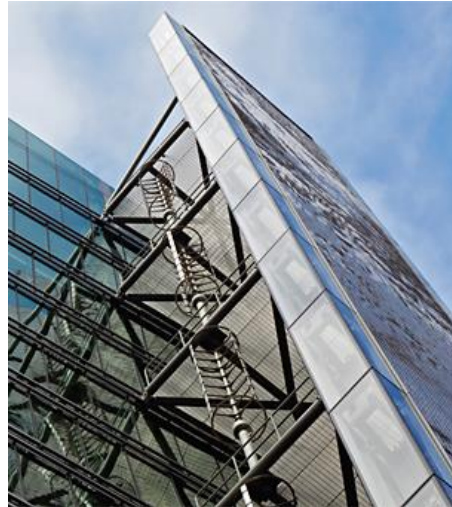
San Francisco Kamu Hizmetleri Komisyonu Genel Merkezi (SFPUC) binası, kente uzun vadeli ekonomi sağlamak için KMD Mimarlık ve Stevens Mimarlık iş birliği ile San Francisco şehrinin, 525 Golden Gate Bulvarı'nda tasarlanmıştır. 13 katlı bir ofis binası olarak tasarlanan yapı aldığı sürdürülebilirlik kararları ile Amerika Birleşik Devletlerindeki en yeşil kamusal yapı olmayı hedeflemiştir. Bununla birlikte, iç mekân konfor koşullarını arttırmayı, kullanıcılar için sağlıklı çalışma mekânları oluşturmayı da önemsemiştir (The American Institute of Architects, b.t.b).

SFPUC yapısının her cephesi baktığı yöne ve kültürel izlere, rüzgâr ya da gün ışığına etki eden kuvvetlere göre şekillenmiştir (Kmdarchitects, b.t.). Yapının kuzey cephesi ise bölgenin sahip olduğu hâkim rüzgârı, aynı cephede yer alan, rüzgâr kulesine yönlendirecek şekilde tasarlanmıştır. Bu sayede, yapı cephesi ile rüzgâr kulesi arasındaki platformda yer alan rüzgâr türbinlerinin enerji üretim potansiyeli en üst düzeye çıkartılmış, türbülans en aza indirilmiştir (Şekil 4.29) (The American Institute of Architects, b.t.b). Çabuk (b.t), SFPUC yapısında bulunan rüzgâr türbinleri ve yapının güney cephesinde konumlanan güneş kırıcılara bütünleşik şekilde bulunan PV paneller sayesinde binanın enerji ihtiyacının %40'ının sağladığını belirtmiştir.



Şekil 4.29 SFPUC binası ve kuzey cephesi (Berkmen ve Altın, 2019)

Yapının kuzey cephesinde yer alan rüzgâr türbinlerinin önünde sanatçı Ned Kahn tarafından tasarlanan ikincil bir yüzey yer almaktadır (Şekil 4.30). Rüzgârın etkisi ile pasif dalgalanma hareketi yapan yüzey, menteşelenmiş polikarbonat panellerden oluşmaktadır (Berkmen ve Altın, 2019). Bu cephe sistemi, Matin ve Eydgahi (2019)'nin, sınıflandırma sisteminde güneş, rüzgâr, su gibi doğal kaynakların etkisi ile uyarlanan cephe sistemlerinin dâhil olduğu pasif teknolojili uyarlı cephe sınıfında yer almaktadır.



Şekil 4.30 İkincil cephenin arkasında yer alan rüzgâr türbinleri (Daikin, 2015)

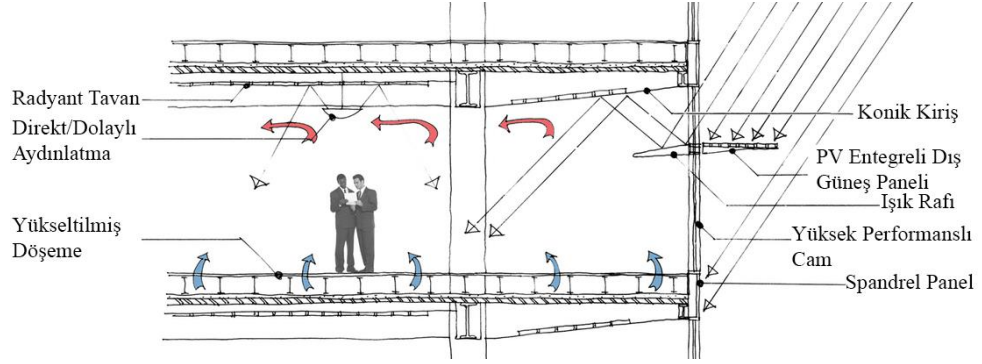
Paneller, rüzgâr türbünlerini gizlenmesi amacının yanı sıra rüzgâr hareketini somut olarak yansıtmak, rüzgâr türbinlerinin çalışma kabiliyetini vurgulamak amacıyla da tasarlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda geceleri paneller rüzgârın hareketini cephenin aydınlatılmasını sağlayarak vurgulamaktadır (Şekil 4.31) (The American Institute of Architects, b.t.b). Sistemin bu özelliğini Berkmen ve Altın (2019), şu şekilde açıklamışlardır;

Her panelde elektrik reed anahtarına bağlanmış küçük iç mıknatıslar vardır. Geceleri rüzgârın etkisinde hareket eden paneller manyetik alan yaklaşması ile tetiklenen reed kontaklar ile etkileşime girerek yüzeyde ışıkların oluşmasını sağlamaktadır. Bu yüzeyin tamamının aydınlatılması ise 75 wattlık bir ampulden daha az enerji gerektirmektedir (s. 379).



Şekil 4.31 Geceleri panellerin hareketi ile aydınlanan ikincil cephe (Berkmen ve Altın, 2019)

Her katın iç kısmında geniş bir açık ofis alanına karşılık gelen SFPUC yapısının güney cephesi ise yerel iklime pasif olarak cevap verecek şekilde tasarlanmıştır. Cephe sistemi bunu, gün ışığını iç mekâna daha fazla yansıtmak için gün ışığını tavana yansıtarak ışık raflarına hizmet eden sabit güneş kırıcılar ve gün ışığını yakalayıp yöneten ışık rafları ile sağlamaktadır. Cephede yer alan sabit güneş kırıcılar ışık raflarına hizmet etmenin yanında iç mekâna doğrudan gelen parlak güneş ışığını engelleyerek kamaşmadan korumaktadır (Şekil 4.32). Ayrıca, ısı kazanımını da düşürerek enerji tüketimini azaltmaktadır. (The American Institute of Architects, b.t.b; King, 2012).



Şekil 4.32 Güney cephesi ışık rafları ve güneş kırıcı paneller (Vinnitskaya, 2012)

SFPUC yapısında, iç mekâna alınan gün ışığını kontrol etmek amacıyla, Mechos firmasının SolarTrac otomatik gölge kontrol sistemi kullanılmıştır. SolarTrac, güneşin konumuna ve gökyüzü koşullarına bağlı olarak iç pencere gölgelikleri ile cephe yüzeyini örtmekte ya da toplanarak gün ışığının iç mekâna girmesini sağlamaktadır. Sistem, yapay aydınlatma talebini en aza indirmek için maksimum miktarda doğal ışık toplayarak enerji tasarrufu sağlamaktadır. Ayrıca, parlaklığı ve parlamayı kontrol etmek için gölgeleri ayarlayarak kullanıcı konforunu da artırır. SolarTrac, SFPUC Genel Merkezinde, en üst iki kattaki dış jaluzilerin otomatik kontrolünü de sağlamaktadır. Otomatik kontrol altındaki jaluziler, güneş ısısı kazanımını hafifletmeye yardımcı olarak binanın HVAC sisteminin iş yükünü azaltmaktadır (Şekil 4.33) (Mecho, b.t.).



Şekil 4.33 SFPUC yapısı doğal aydınlatma sistemleri (The American Institute of Architects, b.t.b; Mecho, b.t.)

SFPUC yapısı tasarımı esnasında sürdürülebilirlik konusunda da önemli adımlar atılmıştır. Bina, çatıya monte edilen güneş panelleri ve rüzgâr türbinleri ile enerji

ihtiyacının %7'sini karşılayabilmektedir. Su arıtma sistemi ile kendi su ihtiyacını karşılayan yapı gelecekte bölgenin su ihtiyacını karşılamayı hedeflemektedir (Berkmen ve Altın, 2019). Yapı, benzer büyüklükteki ofis yapılarına kıyasla binanın karbon ayak izi %50 daha azdır ve %32 daha az enerji, %60 daha az su tüketmektedir. Aynı zamanda, son teknoloji yükseltilmiş döşeme sistemi, ısıtma, soğutma ve havalandırma enerjisini %51 oranında azaltmaktadır. Ayrıca, tipik bir A sınıfı binaya göre iç mekân aydınlatma stratejileri sayesinde %45 daha az ışık gerektirmektedir (Kmdarchitects, b.t.). Yüksek performanslı giydirme cepheden başlayarak, SFPUC gün ışığını en üst düzeye çıkarırken ısı kazanımını en aza indirir (Meinhold, 2013).

4.8 Media-Tic Binası

Bu bölümde Tablo 4.8'de bilgileri verilmiş olan Media-Tic binası incelenmiştir.

Tablo 4.8 Media-Tic binası yapı künyesi (Juaristi ve Monge-Barrio, 2016)

Konum:	22@ Bölgesi, Barselona
Yıl:	2011
Tasarımcı:	Enric Ruiz Geli / Cloud 9
Müşteri:	El Consorci de la Zona Franca de Barcelona
Uyarıcı:	Güneş uyarlı cephe
Fonksiyon:	Optik ve termal konfor

Media-Tic binası, Barselona'nın, eski sanayi bölgesinden dönüştürülmüş, 2000 senesinden bu yana bilim ve teknoloji semti olarak anılan, 22@ bölgesinde, Roc Boronat ve Sancho de Ávila caddelerinin kesiştiği noktada konumlanmış yenilikçi bir ofis yapısıdır. Media-Tic ofis yapısı, bilgi ve iletişim teknolojileri dünyasındaki işletmeler ve kurumlara buluşma ve iletişim merkezi olarak hizmet vermek amacıyla tasarlanmıştır (Abitare, 2007; Tokuç, Özkaban ve Çakır, 2018). 2011 senesinde inşası gerçekleşen yapı mimar Enric Ruiz Geli tarafından tasarlanmış, Vector Foiltec Ltd. tarafından cephesi geliştirilmiştir (Şekil 4.34) (Velikov ve Thün, 2012).



Şekil 4.34 Media-Tic binası (Enric Ruiz-Geli, 2022)

Nefesten ilham alarak tasarlanan 38 metre yüksekliğindeki yapı zeminde 16,000 m²'lik bir alana yerleşmiştir. 2 adet bodrum kat, bir asma kat ve 9 kattan oluşan ofis yapısı çeşitli kullanımlara hizmet verecek şekilde kurgulanmıştır. %15'i ortak kullanım alanlarına ayrılan yapının zemin, asma ve 1. katı bilgi ve iletişim teknolojileri merkezine ayrılmıştır. Ortak alan olarak hizmet veren 2, 3, 4 ve 5. katlar ise girişimciler için küçük ofis mekânlarına bırakılmıştır. Yapının son 3 katı kiralanabilir esnek ofislere ayrılmıştır (Şekil 4.35) (Enric Ruiz-Geli, b.t.; Juaristi ve Monge Barrio, 2016; Merritt, 2016).



Şekil 4.35 Media Tic binası yapı programı (Abitare, 2007)

Media-Tic binası gün boyunca güneş ışığına maruz kalan bir ofis yapısıdır. Yapının tasarım aşamasında, binada kullanılacak olan enerji miktarı ile ilgili bazı hesaplamalar yapılmıştır. Bu hesaplamalar, binayı ısıtmak için harcanacak olan maliyetin minimum, soğutmak için harcanacak olan maliyetin ise en yüksek maliyet olacağı sonucunu ortaya koymuştur. Uzmanlar, çözüm olarak gün içerisinde en çok gün ışığına maruz kalan, güneydoğu ve güneybatı cephelerinde, UV ışınlarını ve ısıyı %85 oranında filtreleyen, şişme ve sönme hareketi ile çevreye uyum sağlayan ETFE malzemesini kullanılmışlardır (Tabadkani vd., 2021). Cephede kullanılan ETFE yastıkları sayesinde yapıda %20 oranında enerji tasarrufu sağlanmış, yapıyı soğutmak için gereken CO₂ emisyonlarının kullanımı %55 oranında azaltılmıştır (Juaristi ve Monge Barrio, 2016; Merritt, 2016).

Mediya-Tic binasının cephesinde kullanılan Etilen Tetrafloroetilen (ETFE) malzemesi, 1973-1974 senelerinde Avrupa’da yaşanan petrol kriziyle mimaride yerini almış bir malzemedir. Cam malzemesine göre daha hafif bir malzeme olan ETFE, esnek yapısı sayesinde istenilen formun şeklini kolaylıkla alabilmektedir. Aynı zamanda yapışmaz özelliği kir tutmasının önüne geçerek cephe temizlenmesi ihtiyacını ortadan kaldırmaktadır (Yelkenci Sert, 2016). Tüm bu özellikler ve malzemenin ince yapısı ETFE malzemesinin Media-Tic binasının cephesinde kullanmak için tercih edilmesine neden olmuştur (Tokuç vd., 2018).

Media-Tic binası, İspanya’da cephesinde ilk ETFE malzemesi kullanılan bina olarak bilinmektedir. Yapının güneydoğu ve güneybatı cepheleri günde ortalama 6 saat gün ışığına maruz kalmaktadır. Kullanıcı konfor koşullarını ve yapıda kullanılan enerjinin tasarrufunu sağlamak için bu cephelerde 2500 m² ETFE yastıkları kullanılmıştır. ETFE yastıklar, gün içerisinde maruz kaldıkları gün ışığına göre kendini uyarlayabilmektedirler (Enric Ruiz-Geli, b.t.; Tokuç vd., 2018). Gün içerisinde yaklaşık olarak 3 saat gün ışığına maruz kalan kuzeydoğu cephesi ise giydirme cephe olarak tasarlanmıştır (Şekil 4.36). Bu cephede gelen gün ışığının kontrolünü sağlamak için manuel olarak kontrol edilen perde güneş kontrol sistemleri kullanılmıştır. Servis alanlarının yer aldığı kuzeybatı cephesi ise neredeyse kör cephe olarak tasarlanmıştır (Abitare, 2007; Juaristi ve Monge Barrio, 2016).



Şekil 4.36 Media-Tic binası güneybatı/güneydoğu ve kuzeydoğu/kuzeybatı cepheleri (Hernández Hernández, 2010; Arquitectura Viva, b.t.)

Tasarımlarında ETFE malzemeleri kullanılan güneydoğu (SA cephesi) ve güneybatı (CA cephesi) cepheleri gün içerisinde maruz kaldıkları gün ışığına farklı tepkiler vermektedirler. En çok gün ışığına maruz kalan güneydoğu cephesinde ETFE Diafram Konfigürasyonu, güneybatı cephesinde ETFE Merceksi (Lenticular) Konfigürasyonu olarak adlandırılan iki ayrı ETFE cephe sistemi kullanılmıştır. Yapı cephesinde kullanılan bu iki ayrı ETFE cephe sistemi Media-Tic projesi ile patent sahibi olmuştur (Enric Ruiz-Geli, b.t.). Yapının SA ve CA cephelerinde kullanılan ETFE cephe sistemleri sayesinde kullanıcı konfor koşulları artarken yapıda kullanılan enerji tüketimi azaltılmıştır. Bu cephe sistemi ile %20 enerji verimliliği sağlayan yapı, binalar için çevre standardı ve enerji kararname ile öngörülen maksimum 57 puanın 42 puanını elde etmiştir (Shahin, 2019).

Gün içerisinde ortalama 6 saat ve 6000 W/h gün ışığına maruz kalan güneybatı cephesinde (CA Cephesi) iki katmanlı ETFE malzemesi kullanılmıştır. Cephe gün ışığına maruz kaldığında bu durum güneşin ısısını ve ışığını algılayan gömülü sensörler ile algılanmaktadır (Heidari Matin vd., 2017). Sistem tepki olarak, çatıda bulunan nitrojen tüpünün sis bulutu oluşturması ile ETFE katmanları arasına %80 i nitrojen olan bir yağ karışımı dolmasını sağlar. Böylece sis bulutunun yoğunluğuna

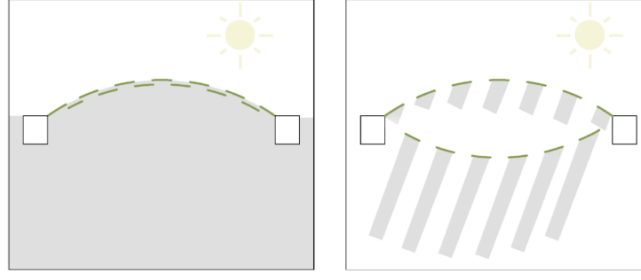
bağlı olarak içeriye alınan gün ışığı kontrol edilmiş olur (Şekil 4.37) (Enric Ruiz-Geli, b.t.)



Şekil 4.37 Media-TIC yapısı güneybatı cephesi nitrojen gazlı ve gazsız hali (Enric Ruiz-Geli, b.t.)

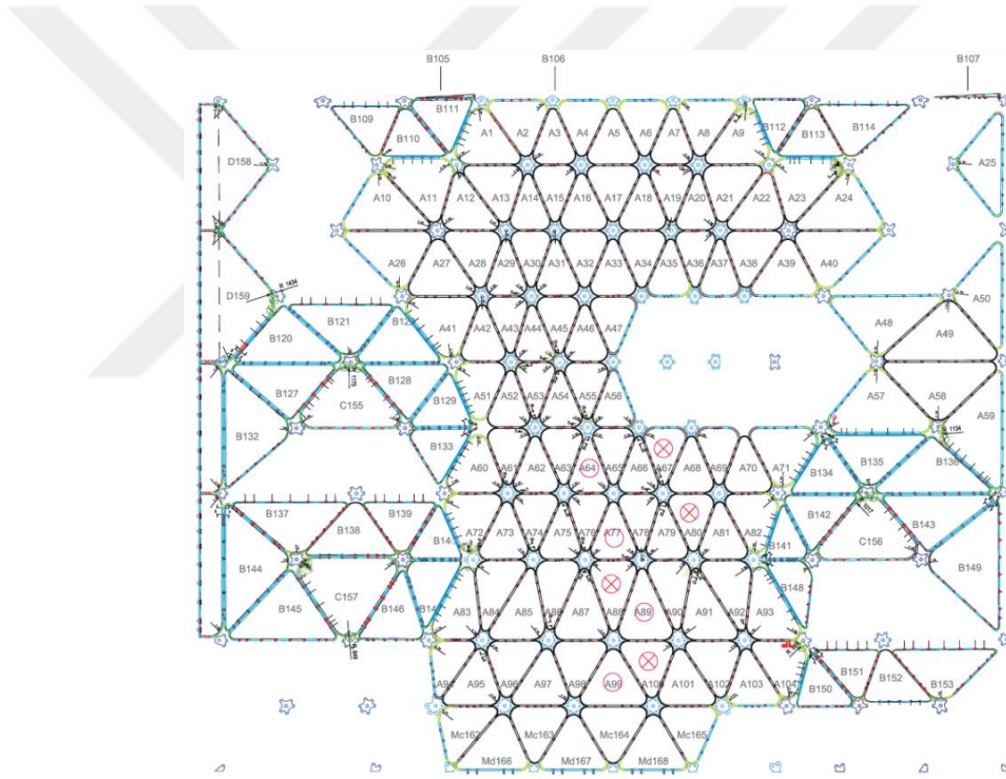
CA cephesinde bulunan, ETFE Merceksi (Lenticular) Konfigürasyonu olarak adlandırılan, cephe sistemi yaklaşık olarak toplam maliyetin %5 i gibi, düşük bir maliyete sahiptir (Abitare, 2007). ETFE katmanları arası sis bulutu ile doluyken güneş faktörü 0,45, katmanlar arası sis bulutu yok iken güneş faktörü 0,10 etki etmektedir (Enric Ruiz-Geli, b.t.).

Media-Tic yapısının bir diğer ETFE malzeme kullanılan cephesi Sancho d'Avila caddesine bakan güneydoğu cephesinin gün içerisinde 6 saat ve 2000 W/h gün ışığına maruz kaldığı proje öncesi yapılan çalışmalar ile hesaplanmıştır. Bu cephede hem ultraviyole ışınları filtreleyen hem de değişen hava koşullarına tepki veren 104 adet ETFE yastık kullanılmıştır. Bu ETFE cephe sistemi ise ETFE Diafram Konfigürasyonu olarak adlandırılmıştır. Bu cephede yer alan 104 adet ETFE yastıkları birbirinden bağımsız 104 adet ışık sensörü ile kontrol edilmektedir (Tokuç vd., 2018). Gün ışığına maruz kalan cephe ışık sensörleri tarafından algılanmakta, tepkiyi oluşturan pnömatik mekanizmalar bu sensörler aracılığı ile tetiklenmektedir. Bu sayede iki ETFE tabakası arasında bulunan hava odaları şişme ya da sönme yöntemi ile içeriye alınan gün ışığının kontrolünü sağlar (Şekil 4.38) (Velikov ve Thün, 2012). Aynı zamanda, ETFE yastıklarının durumu manuel olarak da IP adresi ile de değiştirilebilir.



Şekil 4.38 ETFE gün ışığı kontrol şeması (Juaristi ve Monge Barrio, 2016)

Güneydoğu cephesinde (SA cephesi) yer alan ve değişen hava koşullarına tepki veren ETFE yastıklar 4 ayrı tipten meydana gelmektedirler (Şekil 4.39) (Juaristi ve Monge Barrio, 2016).

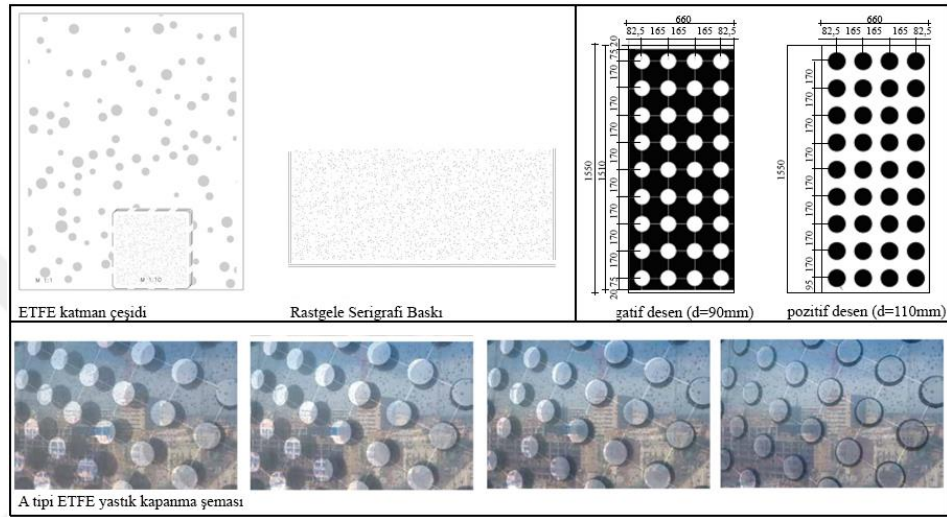


Şekil 4.39 SA cephesi kullanılan ETFE tipleri (Enric Ruiz-Geli, b.t.)

SA cephesinde bulunan ETFE tiplerini açıklamak gerekirse;

- A tipi ETFE yastık üç ayrı katmandan oluşmaktadır. Her iki katman arasında iki ayrı hava odası bulunmaktadır. Hava odaları ısı yalıtımı ve güneş radyasyonunun kontrollerini sağlamaktadır. İlk katman şeffaf ETFE malzemeden oluşmaktadır. İkinci ve üçüncü katmanlar birbirlerinin tersi

desenli sönem ve birbirleri ile çiftleşen katmanlardır. Yani aralarında bulunan hava odası sensör aracılığı ile söndüğünde bu iki katman tek katman olarak çalışmaktadır (Şekil 4.40). Ters desen sayesinde opak halini alan bu katmanlar içeriye giren gün ışınlarının kontrolünü sağlamaktadır. A tipi ETFE yastıkta güneş faktör kontrolü katmanlar açık iken 0,35, kapalı iken yaklaşık olarak 0,25 civarındadır (Juaristi ve Monge Barrio, 2016).

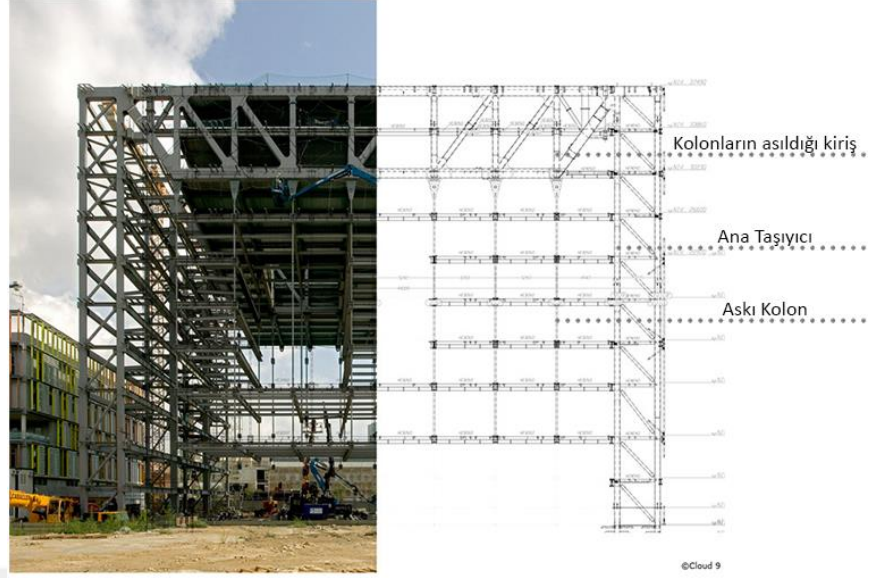


- B tipi yastık ise çift katmanlıdır. Yastığın dış katmanı gümüş halka frit desenlere sahipken iç katmanı yeşil renkli ETFE den oluşmaktadır. Güneş faktörü yaklaşık olarak 0,55dir.
- C tipi yastık çift katmandan oluşmaktadır. Dış katmanı şeffaf ETFE den oluşurken iç katmanı yeşil ETFE'den oluşur. Bu yastığı güneş faktörü ise yaklaşık olarak 0,65'dir.
- D tipi yastık da diğer iki tip gibi çift katmandan oluşmaktadır. Bu ETFE yastıkların dış katmanı şeffaf ETFE malzemeden oluşur. İç katman ise gümüş halka ile fritlenmiştir. Bu yastık tipinin ise güneş faktörü yaklaşık olarak 0,50'dir (Juaristi ve Monge Barrio, 2016).

ETFE malzemenin yüzeyinde kullanılan desenler opak ve yarı saydam floropolimer mürekkeplerle yazdırılır. En yaygın kullanılan pigment, güneş ışığını ve ısını yansıtan gümüş renkli alüminyumdur (LeCuyer, 2008). Ayrıca, oksitlenmiş yeşil rengi ve bakır rengi de bir kez kullanılmıştır. Desenler, ETFE katmanları bir araya geldiğinde hiç boşluk kalmayacak şekilde tasarlanır, kullanılan baskılı ETFE sayısı arttıkça da desenlerin değişkenliği artmaktadır. Kullanılan Etf katmanlarının ve iç haznelerin sayısı arttırılarak, haznelerin hava basıncı değiştirilerek ya da hareket ettirilen tabakalar üzerine basılan, yansıtma özelliğine sahip frit desenleri bir araya getirilerek cephenin performansı değiştirilebilir (Zanelli vd., 2011; Enric Ruiz-Geli, b.t.).

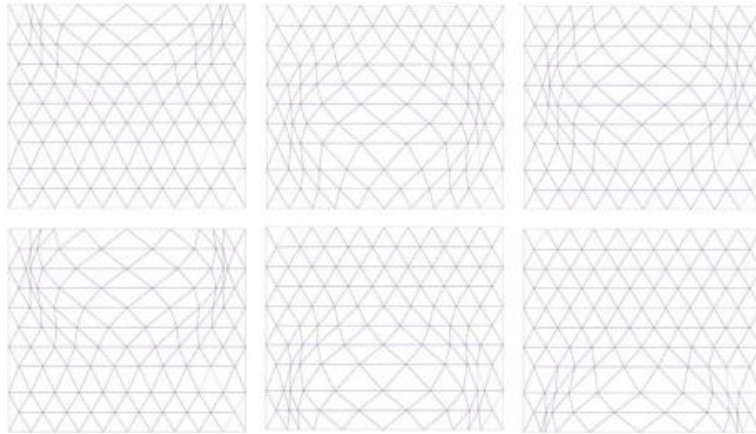
BOMA ile işbirliği içerisinde geliştirilen yapının taşıyıcı sistemi ETFE yastıklarının bulunduğu SDA cephesinin mevcut formunun oluşmasında etken bir rol oynamıştır. Bu nedenden dolayı bu çalışmada Media-Tic binasının yapı strüktüründen bahsetmenin faydalı olacağı düşünülmüştür.

Media-Tic ofis binasının taşıyıcı sistemi aşağıdan yukarıya doğru inşa edilen geleneksek yapı strüktürlerinin aksine yukarıdan aşağıya doğru inşa edilmiştir. 44x44 metrelik kare bir alana yerleşen yapının ana taşıyıcısını 14 metre mesafe ile yerleştirilmiş 4 adet kafesli portal (*portico*) oluşturmaktadır. Kolon sistemi ise yapının yalnızca son iki katını boylu boyunca geçen kirişlere, 5 metre mesafe ile asılmıştır. Bu sayede kolonlar zemin kata kadar inmemiş, zemin katta 36x40 metrelik kolonsuz, temiz bir açıklık geçilebilmiştir (Şekil 4.41) (Enric Ruiz-Geli, b.t.).



Şekil 4.41 Media-TIC yapısı taşıyıcı sistemi (Enric Ruiz-Geli, b.t.)

Dört adet ana taşıyıcı, portal, tarafından taşınan yapının RNE, SDA cepheleri rüzgâr etkisi altında kaldığında kirişlere asılı olan kolonlar eğilme gerilimine maruz kalmaktadırlar. Rüzgâr gibi yapıya dışarıdan uygulanan kuvvetlerin etkisini yok etmek için, RNE ve SDA cephesinde bu dış kuvvetlere direnç gösterebilecek bir grid sistemi geliştirilmiştir. Gerçekleştirilen birçok üçgenleme testlerinden sonra her iki cephe için de en uygun geometrik form elde edilmiştir. RNE ve SDA cephelerinde geliştirilen bu form yapının cephesinde uygulanan, güneşe uyarlı, ETFE yastıklarının formunun oluşmasında etkili olmuştur (Şekil 4.42) (Enric Ruiz-Geli, b.t.).

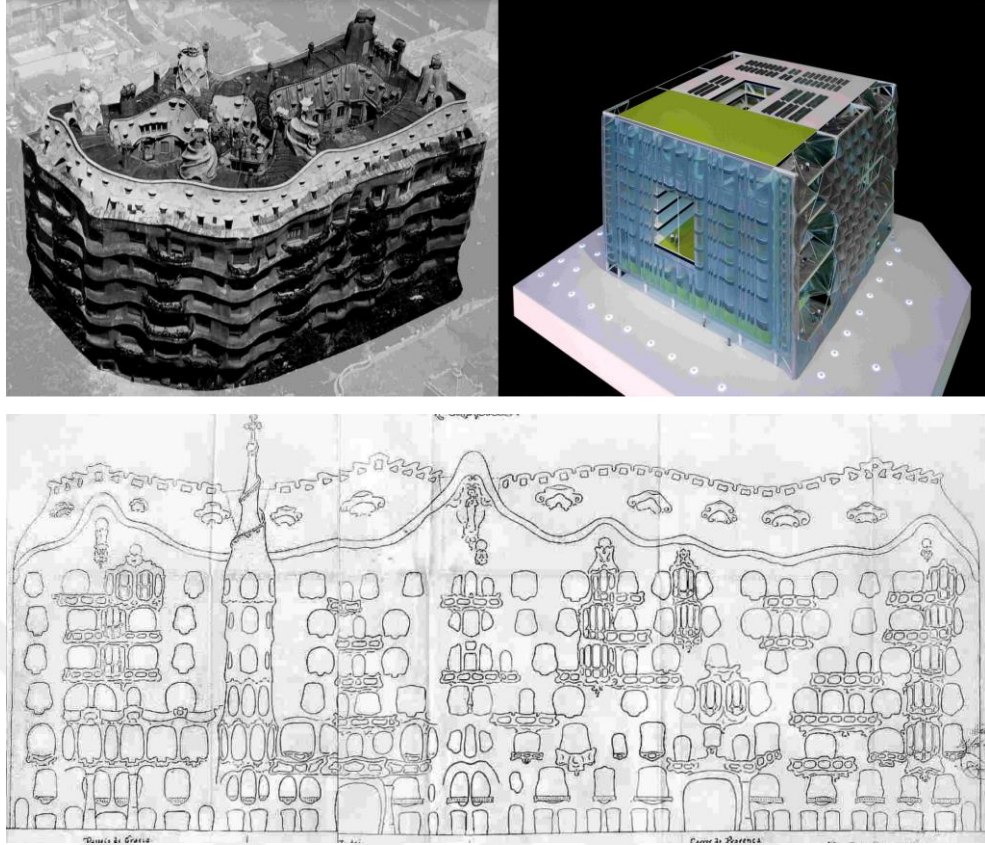


Şekil 4.42 Cephe gelişimleri (Enric Ruiz-Geli, b.t.)

SAC cephesinde yer alan dolu-boş, konveks-konkav hareketli ETFE şişme yastıklar ısı yalıtımı, güneşten koruma ve konfor sağlama dışında binanın kimliğini de oluşturmaktadır. Giralt-Miracle, (2011), Barselona’da bulunan, Gaudi’nin eseri, La Pedrera ile Media-Tic yapısı arasında yaklaşık yüzyıllık bir zaman farkı olsa da bir takım ortak özellikleri içermekte olduğunu belirtmiştir. Giralt-Miracle’ın ele aldığı bu benzerlikler kısaca;

- Her iki yapıda da kentsel dokuya entegre olma, yerel yerliler tarafından merak uyandırma söz konusudur.
- Bütün yükler her iki yapıda da ana kolonlar ile taşınmaya çalışılmıştır.
- Gaudi’nin Pedrera yapısında bütün güneş ışığı avlulardan ve cepheden alma talebi cephede büyük açıklıklar açarak mümkün kılınmıştır. Benzer durumu Geli, cephede ETFE malzeme kullanarak başarmıştır.
- Her iki yapı da organik formlu cephelere sahiptir. Ve bu durum, dönemin zanaatkarları ile iş birliği içerisinde başarılmıştır. Gaudi dönemin zanaatkarları ile çalışırken Geli 21. YY’ın zanaatkarları olan yüksek teknoloji teknisyenleri ile iş birliği içerisine girmiştir.

Yukarıda bahsi geçen tüm bu sebeplerden dolayı Gaudi ve Geli’nin farklı dönemlerde ortaya koydukları bu iki yapı birbiri ile benzetilmektedir. Yapının mimarı Ruiz-Geli de bu durumu desteklercesine Media-Tic yapısını dijital Pedrera olarak tanımlamaktadır (Şekil 4.43). Sonuç olarak, SAC Cephesindeki bu hareketliliğin optimum strüktürel sisteme ulaşma çabasının yanında yapı mimarı Ruiz Geli dijital bir Pedrera oluşturmak istediği de etkili olmuştur (Enric Ruiz-Geli, b.t.).



Şekil 4.43 Pedrera ve Media-Tic yapısı cephesi (Abitare, 2007)

Media Tic binası, deniz suyu kullanarak soğuk ve kentsel atıkların oluşturduğu buhar ile ısı üreten, bölgesel ısıtma ve soğutma sağlayan Districlima sistemine dâhildir. Yapı, bu sistem sayesinde proje hesaplamalarına göre %20 enerji tasarrufu sağlamaktadır. Binanın çatısının bir kısmında binada tüketilen elektriğin bir bölümünü üreten ve fosil enerji ve emisyonları %10 azaltan fotovoltaik paneller yer almaktadır. Aynı zamanda çatıda toplanan yağmur suları, binanın içerisinde tekrar kullanılmak üzere, bodrum katta depolanmaktadır. PGI Engineering tarafından gerçekleştiren enerji çalışmaları sonucunda yılda 114 ton CO₂ 'in atmosfere salınmasının önlendiği görülmüştür. Normatife göre, binanın enerji performans sertifikası 66,1 kg CO₂/m² toplam emisyon ile A sınıfıdır (Juaristi ve Monge Barrio, 2016; Merritt, 2016). Yapı LEED altın sertifikasını ve 2011 yılının Dünya Binası ödülünü kazanmıştır (Tokuç vd., 2018).

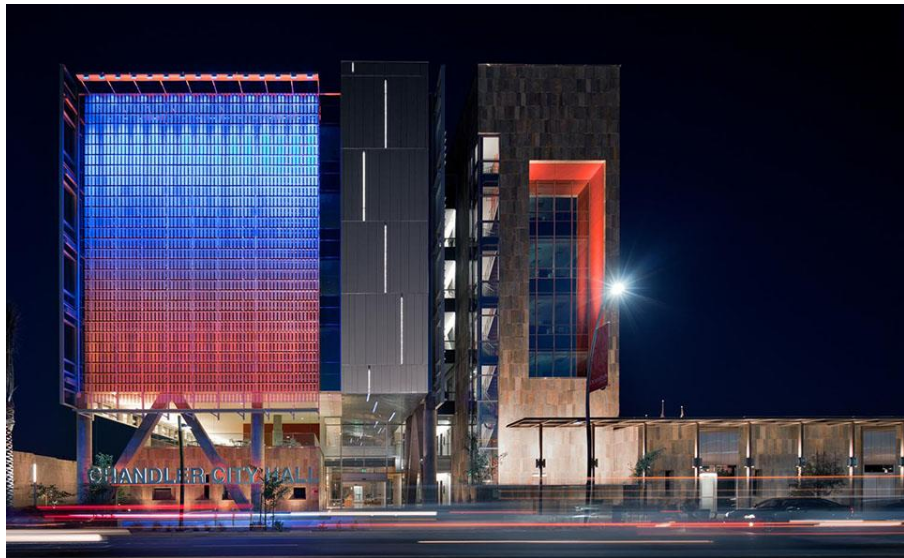
4.9 Chandler Belediye Binası

Bu bölümde Tablo 4.9’de bilgileri verilmiş olan Chandler belediye binası incelenmiştir.

Tablo 4.9 Chandler belediye binası yapı künyesi

Konum:	Chandler, Arizona
Yıl:	2010
Tasarımcı:	SmithGroup
Müşteri:	Chandler Şehri Belediyesi
Uyarıcı:	Güneş ve rüzgâr uyarlı cephe
Fonksiyon:	Optik ve termal konfor

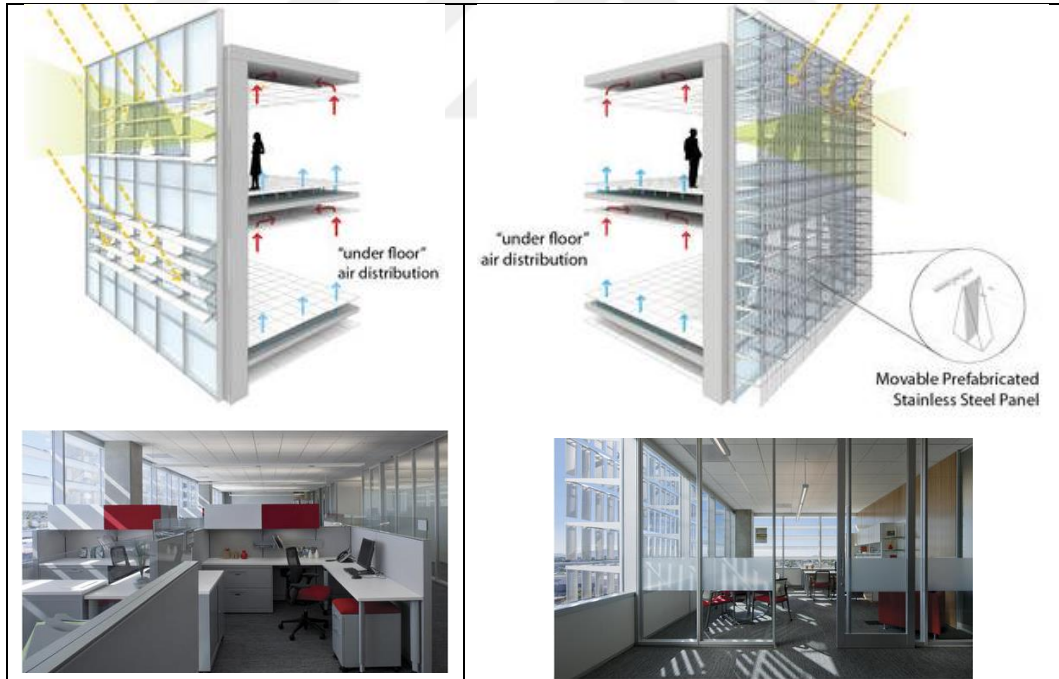
Chandler Belediye binası Arizona’nın Chandler ilçesinde tasarlanmış bir belediye yapısıdır. SmithGroup tarafından tasarlanmış yapının inşaatı 2010 senesinde tamamlanmıştır. Arizona Bulvarı ile Washington Caddesi arasında konumlanan Chandler Belediye yapısı Chicago Bulvarı ile ikiye ayrılan bir araziye yerleşmiştir. 5 katlı ofis yapılarının yer aldığı blok arsanın kuzey bloğuna konumlandırılmıştır (Şekil 4.44). Arsanın geriye kalan kısımları tek katlı, sanat galerisi, meclis odaları ve bir televizyon stüdyosu olacak şekilde tasarlanmıştır. Chicago Bulvarının güneyinde kalan arsada ise 2 katlı otopark alanına ve tek katlı bloklara ayrılmıştır (The American Institute of Architects, b.t.a)



Şekil 4.44 Chandler Belediye Binası (Colorkinetics, b.t)

Chandler belediye yapısı sulama için geri dönüştürülmüş su, FSC sertifikalı ahşap kullanımı, ofis alanlarında aydınlatma kaynaklı tüketilen enerji miktarını azaltmak için kullanılan varlık sensörü gibi birçok sürdürülebilirlik kararına sahiptir. Yapının cam cephesi sayesinde binanın yaklaşık %80'i doğal aydınlatmadan yararlanabilmektedir. Bu durum, yapının enerji tüketiminde ulusal ortalamaya göre %53'den fazla enerji tasarrufu etmesine olanak sağlamıştır (Inhabitat, 2022).

Chandler belediye binası ofis birimlerinin bulunduğu yapıda ayrıca soğutma gereksinimini ve ısı kazanımını azaltmak için doğu, güney ve batı cephelerinde pasif gölgeleme elemanları kullanılmıştır. Ofis birimlerinin bulunduğu 5 katlı yapının güney cephesinde bu ihtiyaca cevap verecek ışık rafları kullanılarak ışığın içeriye yansıtılarak girmesi sağlanmıştır. Yapının batı cephesinde ise çelik panellerden meydana gelen ikincil bir cephe yer almaktadır (Şekil 4.45) (The American Institute of Architects, b.t.a).



Şekil 4.45 Güney cephesi ışık rafları ve batı cephesi türbülanslı gölge (The American Institute of Architects, b.t.a)

Chandler belediye binasının batı cephesinde yer alan ikincil cephe sanatçı Ned Khan tarafından tasarlanmıştır. Türbülanslı Gölge adı verilen cephe sistemi,

McNICHOLS tarafından üretilen 1800 adet delikli paslanmaz çelik panellerden oluşmaktadır (Şekil 4.46). 6x12 inç boyutlarındaki paneller rüzgârın hareketi ile pasif olarak harekete geçmektedir. Bu cephe sistemini diğer incelenen örneklerin çoğundan ayıran özellik, sistemin herhangi bir yönetim sistemine bağlı olmadan ya da bünyesinde sensör gibi algılayıcılar bulundurmada, pasif olarak, çevreden gelen uyarılara harekete geçerek yanıt vermesidir. %23 ışık yayılımı sağlayan paneller rüzgâr enerjisi ile harekete geçerek iç mekâna alınan gün ışığını ve ısınıyı yansıtarak içeriye almaktadır. Bu sayede iç mekân optik ve termal konfor koşulları elde edilmektedir. Yapının batı cephesinde yer alan bu paneller, paslanmaz bir çelik çubuğa üst kısımlarından iki ayrı dirsek kolu ve rondela ile bağlanmışlardır ve yapının giydirme cephesinden yaklaşık olarak 30 inç uzakta olacak şekilde konumlandırılmışlardır (McNichols, 2019).



Şekil 4.46 Chandler belediye yapısı hareketli paneller (City of Chandler, 2015)

Chandler belediye yapısı batı cephesinde yer alan paslanmaz çelik paneller gündüzleri içeriye alınan gün ışığının ve ısınıının kontrolünü sağlarken kullanıcıların dış mekân ile ilişkilerini korumaktadır. Geceleri ise cephenin üstüne ve altına yerleştirilen düşük enerjili LED ışıklar sayesinde cephe renklendirilmiştir (McNichols, 2019; Nedkhan, b.t.). Cepheye Arizona çölünü temsil etmesi amacıyla kehribar rengi, gökyüzünü temsil etmesi amacıyla saf mavi rengi eColor Blast Powercore LED duvar *Wall washer* ile sağlanmıştır. eColor Blast Powercore armatürleri 152 mm (6 inç) tepsilere monte ederek cephede tamamen gizlenmiştir. Aynı zamanda cephede kullanılan bu aydınlatma çözümü, projenin sürdürülebilirlik ve enerji verimliliği hedeflerini de cephe aydınlatması için kullanılan düşük enerji miktarı ile de desteklemiştir (Colorkinetics, b.t.).

4.10 ThyssenKrupp Genel Merkezi, Q1 Binası

Bu bölümde Tablo 4.10’de bilgileri verilmiş olan ThyssenKrupp Genel Merkezi, Q1 Binası incelenmiştir.

Tablo 4.10 ThyssenKrupp Genel Merkezi, Q1 Binası yapı künyesi (Marysse, 2016)

Konum:	Essen, Almanya
Yıl:	2010
Tasarımcı:	JSWD Mimarlık ve Chaix ve Morel Ortakları
Müşteri:	ThyssenKrupp
Uyarıcı:	Güneş uyarlı cephe
Fonksiyon:	Optik ve termal konfor

ThyssenKrupp şirketinin genel merkezi olarak tasarlanan Q1 binası Almanya’nın Essen şehrinde yer almaktadır. JSWD Mimarlık ve Chaix ve Morel ortakları tarafından tasarlanan yapının cephesi Priedemann Fassadenberatung GmbH ve Berlin Werner Sobek ile iş birliği içerisinde geliştirilmiştir (Archdaily, 2013).

Aynı arazi içerisinde yer alan ağaçlar, patikalar ve küçük meydanlar ile çevrili bireysel binaların bir parçasını oluşturan Q1 yapısı, farklı fonksiyonlara hizmet vermek amacıyla tasarlanan diğer yapılar gibi kabuk-çekirdek ilişkisi içerisinde tasarlanmıştır (Şekil 4.47). Ancak, şirketin genel merkezi olarak tasarlanan bu yapı cephesinde yer alan özellikli güneş kırıcılar sayesinde diğer kampüs binalarından farklı görsele sahip olmuştur. Bahsi geçen bu güneş kırıcılar güneşin gün içerisindeki hareketine bağlı olarak yapı cephesi ile yaptıkları açıyı değiştirerek iç mekân konfor koşullarını sağlamaktadırlar (Archdaily, 2013).



Şekil 4.47 TyssenKrupp, Q1 genel merkez binası (Zimmer, 2011)

Q1 ofis binasının ön cephesinin tasarımı, iki farklı bölüme ve iki farklı gölgeleme stratejisine dayanmaktadır. Bunlardan ilki yapının camlı kısmı ve bu kısımda gölgeleme sağlamak adına dışarıya doğru uzanan yapı kütesidir. Diğeri ise, yapıdan dışarıya doğru uzanan kütle ve bu kütle ile birlikte diğer cepheleri de saran güneş kırıcı elemanlardır (Şekil 4.48). Cepheye dik olarak tasarlanan güneş kırıcılar 400.000 adet krom, nikel ve molibden paslanmaz çelik çitadan meydana gelmiştir. Güneş kırıcı olarak tasarlanan bu elemanlar güneşin günlük hareketine uyarlı olarak çalışmaktadırlar (Heidari Matin vd., 2017; Marysse, 2016)

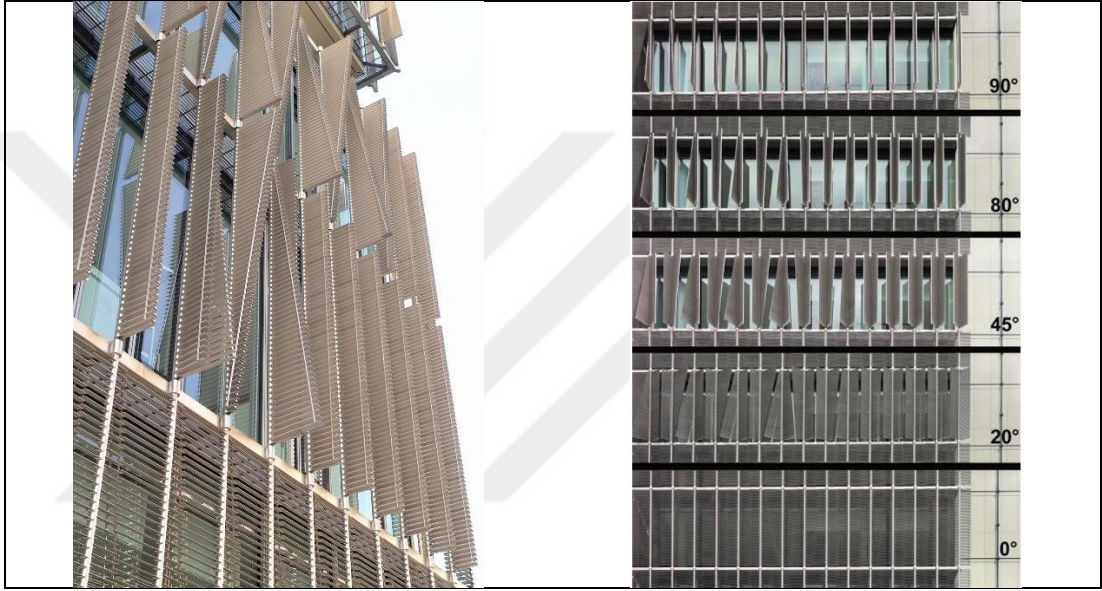


birinci bölüm-gölge alan
oluşturan sabit çıkıntı

ikinci bölüm-400000adet
paslanmaz çelik çitadan
oluşan güneş uyarlı
gölgeleme elemanı

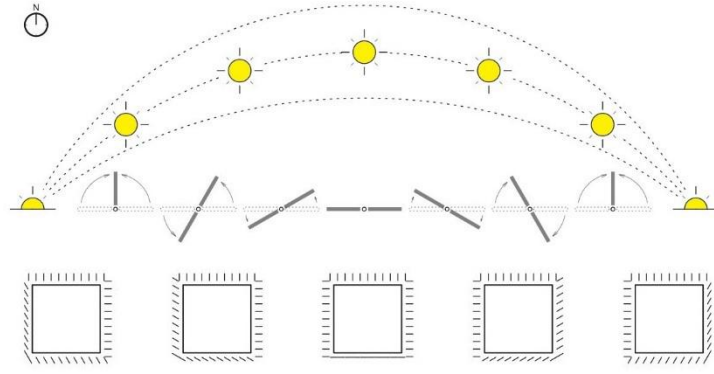
Şekil 4.48 Q1 yapı cephesi iki ayrı gölgeleme yöntemi (Berkmen ve Altın, 2019)

Yapının cephesinde bulunan uyarlı cephe elemanları iç mekânda termal ve görsel konfor sağlamak adına, gün içerisinde değişen güneşin hareketine bağlı olarak düşeyde dönme hareketi gerçekleştirirler. Güneş kırıcı elemanların düşey ekseninde gerçekleştirdiği bu hareket, iç mekâna alınacak olan gün ışığının yönlendirilerek kontrol edilmesini sağlar. Estetik ve mimari kaygılardan dolayı dikdörtgen harici bir formda tasarlanan güneş kırıcı elemanlar gün içerisinde cephe ile 0 derece ile 90 derece aralığında bir açıda konumlanırlar (Şekil 4.49) (Marysse, 2016).



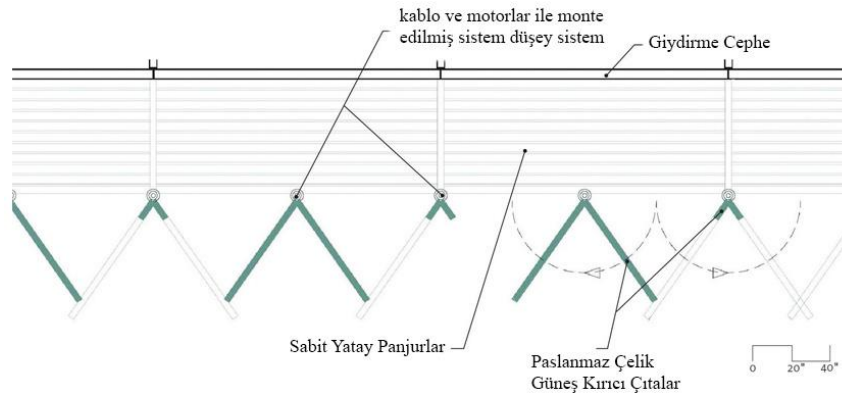
Şekil 4.49 Dikdörtgen harici formlar ile tasarlanmış güneş kırıcı elemanlar ve bu elemanların gün içerisinde cephe ile yaptığı açılar (ThyssenKrupp Quartier Essen, 2021; Berkmen ve Altın, 2019)

Güneşin hareketine bağlı olarak konumunu otomatik olarak şekillendiren güneş kırıcı elemanların yapı cephesi ile yaptığı açı 0° derece (cepheye paralel) olduğu zaman içeriye alınan gün ışığı engellenmektedir. Cephe elemanlarının cephe ile yaptığı bu açı 90° derece (cepheye dik) olduğunda ise içeriye alınan gün ışığı miktarı maksimum düzeydedir (Şekil 4.50) (Marysse, 2016).



Şekil 4.50 Q1 yapı cephesinin güneşin günlük hareketine göre hareketi (Archdaily, 2013)

Q1 yapısı uyarlı cephe sistemi, hareket eden 3.150 yönlendiricili, hareketli paslanmaz çelik çubuğa tutturulmuş 400.000 adet paslanmaz çitadan oluşmuştur. Sistem, güneşin gün içerisindeki yer değiştirme hareketini sahip olduğu ışık sensörleri ile algılamaktadır. Paslanmaz çelik panjurlar, binaya az ya da çok ışık girmesine izin vermek için cepheyi dönüştüren çeşitli tepki hareketlerini düşey çelik profillere monte edilmiş olan 1.280 adet kablo ve lineer motor tabanlı aktüatörler ile gerçekleştirmektedir (Zimmer, 2011). Merkezi kontrol sistemi ile kontrol edilen cephe sisteminde elektro-mekanik tabanlı bir hareket söz konusudur. Sistem, dışarıdan gelen etkilere tek bir tepki ile cevap vermektedir (Heidari Matin vd., 2017; Marysse, 2016). Cepheye ayrıca yerden belli bir yüksekliğe kadar da sabit yatay panjurlar kullanılmıştır (Şekil 4.51).



Şekil 4.51 Q1 yapı cephesi detayı (Archdaily, 2013)

Q1 merkez yapısının cephesinde yer alan ve güneşin hareketine göre cephe ile arasında yaptığı açığı sürekli değiştiren güneş kırıcı cephe elemanları, içeriye alınan

gün ışığının kontrolünü gelen gün ışığını yönlendirerek sağlamaktadır. İç mekâna kontrollü alınan gün ışığı sayesinde iç mekân termal ve görsel konfor koşulları sağlanmaktadır. Aynı zamanda, bu sayede, tüketilen enerji miktarı da azaltılmaktadır. Hamza (2013), kitabında bu yeni binanın birincil enerji tüketiminin yasal gereklilikten %20 ile %30 daha düşük olduğu tahmin edildiğini belirtmiştir.

Q1 merkez binası cephesinde uyguladığı uyarlı cephe sistemi dışında çeşitli kararları ile de birçok ödüle laik görülmüş bir ofis yapısıdır. Alman Sürdürülebilir Binalar Derneği (BDA) tarafından verilen altın sertifika-Essen Ödülü, 2012 Alman Çelik Yapı Ödülü, LEAF Ödülü bu ödüller arasında yer almaktadır (Berkmen ve Altın, 2019).

4.11 Marché International Ofis Binası

Bu bölümde Tablo 4.11’de bilgileri verilmiş olan Marché International binası incelenmiştir.

Tablo 4.11 Marché International binası yapı künyesi (Kämpfen zinke and partner, b.t.)

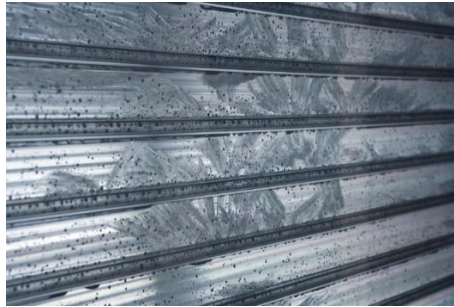
Konum:	Kemptthal, İsviçre
Yıl:	2007
Tasarımcı:	Beat Kämpfen
Müşteri:	Marché International
Uyarıcı:	Güneş ve ısı uyarlı cephe
Fonksiyon:	Optik ve termal konfor

Marché International ofis yapısı İsviçre’nin Kemptthal bölgesinde yer almaktadır. Beat Kämpfen mimarlık tarafından tasarlanan yapının inşaatı 2007 senesinde tamamlanmıştır. Yapısal olarak, basit ahşap iskelet konstrüksiyonu esaslara indirgenen yapının güney cephesinin %40’ı faz değiştiren malzemeye (FDM) sahip cam ile kaplanmıştır (Şekil 4.52) (Schroecker, b.t.).



Şekil 4.52 Marché International ofis yapısı güney cephesi (Kämpfen zinke and partner, b.t.)

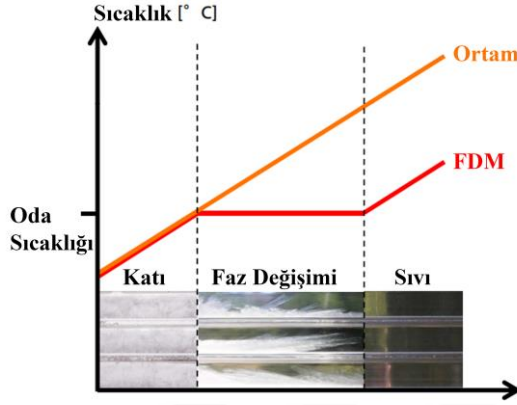
Marché International ofis yapısının güney cephesinde yer alan FDM içerikli cephe GlassX firması tarafından geliştirilen GlassX-Crystal modeli ile uygulanmıştır (Şekil 4.53). Bu sistem, güneşin mevsimsel hareketine bağlı olarak iç mekâna alınan gün ışığını kontrol etmekte ve ısı koruma sağlamaktadır. Yaz mevsiminde dik açılarla gelen güneş ışınlarını yansıtan bu sistem, kış mevsiminde yatık gelen güneş ışınlarını içeri geçirmekte ve bu esnada ışıklardan gelen ısıyı FDM katmanında emerek yapısında depolamaktadır (GlassX, b.t.).



Şekil 4.53 Marché International ofis yapısında kullanılan GlassX-Crystal detay görünümü (Kämpfen zinke and partner, b.t.)

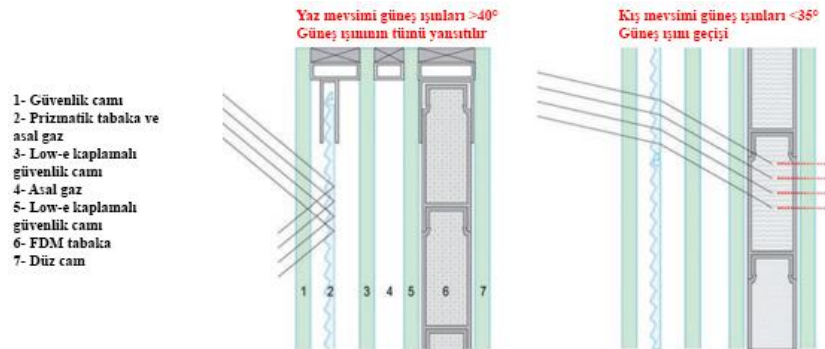
Yapıdaki FDM sistemi temel prensip olarak, maddelerin katı fazdan sıvı faza geçerken oluşan enerjiyi, kayba dönüştürmeden yapısı içerisinde hapsedebilmektedir. Şekil 4.54’de görüldüğü üzere, sistem dâhilinde katı fazda bulunan FDM ortam sıcaklığının artışıyla oluşan ısıyı emmekte ve sıvı faza geçmektedir. Bu süreçte

sıvılaşılan malzeme ile cephe daha geçirgen hale gelmekte ve içeriye daha çok gün ışığı alabilmektedir (Schroecker, b.t.).



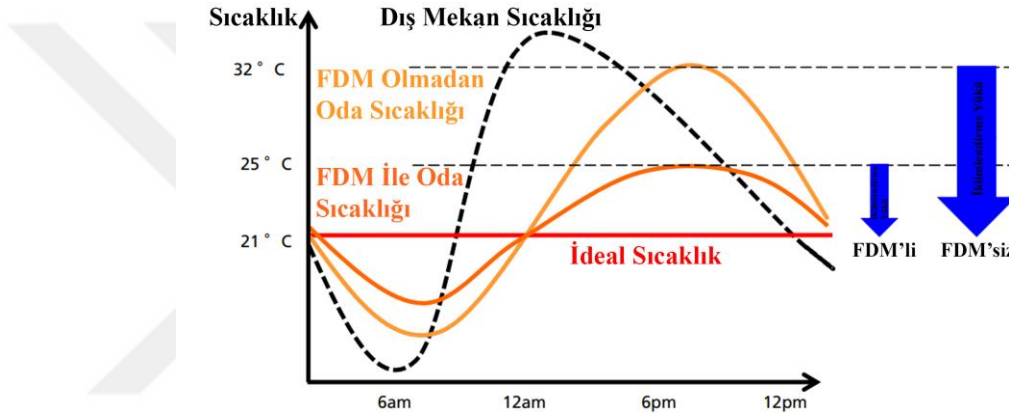
Şekil 4.54 GlassX-Crystal malzemesinin sıcak artışıyla oluşan faz değişimi (Schroecker, b.t.)

FDM prensibini kullanan bu cephe gün ışığının 40° 'den daha büyük açıyla geldiği yaz mevsiminde sistemin dış katmanlarında yer alan prizmatik cam aracılığı ile güneş ışınlarını yansıtacak, ışınların daha yatıklaştığı ve bu açının altına düştüğü kış mevsiminde ise geçirecek şekilde tasarlanmıştır. Sistem bünyesinde yer alan akıllı eleman güneş radyasyonu ile gelen ısıyı depolamak üzere polikarbonat kapsüller içinde kullanılan ve FDM niteliği taşıyan sulu tuz tabakasıdır. Bu malzemenin fiziksel faz dönüşümü $+27^\circ\text{C}$ sıcaklığı seviyesinde başladığından, iç mekân sıcaklığı bu değer altına düşünce yapısında depoladığı ısıyı mekâna aktarır. Bu tür malzemeler doğal işleyişleri itibarıyla, fiziksel faz dönüşümüyle depolanan ısı enerjisini kontrollü şekilde mekâna aktararak mekânın sıcaklığını sabit bir seviyede tutması sebebiyle bir termostat gibi de çalışmaktadır (Orhon, 2012).



Şekil 4.55 GlassX-Crystal yapı bileşeni kesiti ve çalışma prensibi (Güçyeter, 2012)

Özetle, Marché International ofis yapısında faz değıştiren akıllı malzemelerin kullanılması ile iç mekân sıcaklığının, değışen sıcaklıklarda hep ideal değere yakın olması sağlanmış ve iklimlendirme yükleri en aza indirgenmiştir (Şekil 4.56). Kullanılan FDM teknolojisi ile yaz mevsiminde gelen gün ışığı yansıtılarak içerisi serin tutulurken, kış mevsiminde güneş ışınlарının içeri girişine izin verilmekte, gün boyunca FDM katmanı ısıyı depolamakta ve sıvı faza geçerken şeffaflaşmaktadır. Bu kış aylarında azalan gün ışığından daha fazla faydalanmayı sağlarken, havanın soğuduğı gece saatlerinde depolanan enerjinin mekâna salınmasıyla iç mekân ısıl konforuna da katkı yapmaktadır (Schroecker, b.t.).



Şekil 4.56 Cephede FDM kullanımı ile yapıda iklimlendirme yükünün azalması (Schroecker, b.t.)

BÖLÜM BEŞ

SONUÇLAR

Tez çalışmasının kapsamı, çeşitli tanımlamalara ve sınıflandırma sistemlerine sahip olan iklime uyarlı cephe sistemlerini, avantajlarını ve bu sistemlerin çalışma prensiplerini daha iyi anlayabilmek amacıyla geliştirilen bilimsel literatür taramalarına dayanmaktadır. Bu kapsamda, uyarlı cephe sistemlerinin tarihsel gelişimi, özellikleri, farklı araştırmacılar tarafından yapılan tanımlamaları ve sınıflandırma sistemleri ele alınmıştır. Bununla birlikte, iklime uyarlı cephe sistemlerinin teknolojilerini, çalışma prensiplerini, ana yapı cephesi ile kurdukları ilişkileri kavrayabilmek, enerji tüketimi ve iç mekân konfor koşulları üzerindeki etkilerini vurgulayabilmek amacıyla 11 farklı örnek proje incelenmiştir. Ofis yapısı tipolojisi ile sınırlandırılmış örneklerin, farklı lokasyonlarda konumlanmış olmasına ve uyarlı cephe sisteminde tepkiyi oluşturan cephe malzemelerinin ve bileşenlerinin birbirlerinden farklı olacak şekilde seçilmesine özen gösterilmiştir (Tablo 5.1). Ele alınan örnekler, sistem uyarıcıları, uyarıcıyı algılayan sensör türleri, kontrol mekanizmaları, tepkiyi oluşturan harekete geçirici sistemleri, teknoloji sistemleri, uyarıya yanıt olarak verilen hareketin ölçeği ve hareket türü gibi çeşitli başlıklar ile karşılaştırılmıştır (Tablo 5.2). 11 örnek ile sınırlandırılmış çalışmada, ele alınan yapıların 6 tanesi güneş ışığına, 1 tanesi aynı uyarlı cephe sistemiyle, güneş ışığına ve rüzgâr hızına, 1 tanesi farklı cephe bölümlerinde, hem rüzgar hem güneş ışığına, 1 proje güneş ışığı, ısı ve neme, 1 örnek de yalnız rüzgara ve 1 örnek de güneş ısı ve ortam ısına uyarlı olacak şekilde tasarlanmıştır. Araştırma esnasında malzemenin moleküler hareketi ile çevreden gelen uyarılara yanıt veren cephe sistemlerine örnek olarak sadece bir ofis yapısı bulunabilmiştir. Heidari Matin vd., (2017), bu durumu malzeme tepkilerinin sınırlı, limitli ve programlanamaz olması şeklinde açıklamışlardır.

Araştırılan örnekler kapsamında rüzgâr uyarlı olarak tasarlanan cephe sistemleri incelendiğinde, bu sistemlerin tasarım amaçlarının çeşitlilik gösterebileceği fark edilmiştir. Örneğin, rüzgâr uyarlı cephe sistemi Chandler binasında güneş ışığı ve ısını yansıtarak içeriye almak amacıyla tasarlanırken, İZTO yapısında uyarlı cephe sisteminde kullanılan yapısal kumaşın rüzgâr hızı belli seviyeye ulaştığında rüzgârın

etkisi ile zarar görmemesi amacıyla tasarlanmıştır. SFPUC yapısında ise rüzgâr uyarlı cephe sistemi iki ayrı başlığa hizmet etmek amacıyla tasarlanmıştır. Birincisi, estetik kaygılar ile rüzgâr uyarlı cephenin arkasında konumlanmış olan rüzgâr türbünlerinin gizlenmesi, diğeri ise rüzgâr estikçe pasif olarak harekete geçen paneller sayesinde cephenin rüzgârın hareketini yansıtır bir şekilde aydınlatılmasıdır. Bu üç ayrı örnekten anlaşılacağı gibi rüzgâr uyarlı cephe sistemleri yalnızca konfor koşullarını sağlamak ya da tüketilen enerji miktarını azaltmak amacıyla tasarlanmamaktadırlar.

Tablo 5.1 Çalışma kapsamında incelenen örnek projeler ile ilgili genel bilgiler

YAPI ADI	MİMAR	TARİH	KONUM	İKLİM	FONKSİYON	CEPHE MALZEMESİ	CEPHE MALZEMESİ KONUMU	UYARLILIK HAREKETİ
Promega Kornberg Merkezi	Ramlow Stein ve Smith Grubu	2021	Madison, Wisconsin/ ABD	Ilman İklim	Optik-termal konfor	Çift cidarlı cam cephe	İkincil Cephe	Açılır kapanır kanat ve jalousiler
Sisag Kampüs	Drost + Dittli Mimarlık AG	2020	Schattdorf, İsviçre	Okyanus İklimi	Optik-termal konfor	Elektrokromik cam	Ana Cephe	Elektrokromik cam renginin değişmesi
İZTO	Ayyapı Mimari	2017	İzmir, Türkiye	Akdeniz İklimi	Optik-termal konfor	Yapı tekstili	İkincil Cephe	Cepheye paralel şekilde açılma ya da kapanma hareketi
CJ CheilJedang Binası	Yazdani Studio ve Cannon Design	2016	Seul, Güney Kore	Nemli Karasal İklim	Optik-termal konfor	PİFE	İkincil Cephe	Pantografik hareket
EY Merkezi	FJMT	2016	Sidney, Avustralya	Ilman İklim	Optik-termal konfor	Ahşap jalousiler	İkincil Cephe	Aşağı-yukarı kanat hareketi
PNC Plaza	Gensler	2015	Pittsburgh, Pensilvanya/ ABD	Geçişli, Nemli Karasaldan Nemli Subtropikale	Optik-termal konfor	Düşük demirli cam	İkincil Cephe	Cepheye dik ötenme
SFPUC	KMD Mimarlık ve Stevens Architects	2012	San Francisco Kaliforniya/ ABD	Akdeniz İklimi	Optik-termal konfor	Polikarbonat paneller ve yapısal kumaş	İkincil Cephe	Salınım hareketi ve açılma kapanma hareketi
Media-Tic Binası	Enric Ruiz Geli / Cloud 9	2011	22 @ Bölgesi, Barselona	Akdeniz İklimi	Optik-termal konfor	ETFE	İkincil Cephe	1- Nitrojen gazı dolma 2- Şişme-Sönme hareketi
Chandler Belediye Binası	SmithGroup	2010	Chandler, Arizona / ABD	Sert Çöl İklimi	Optik-termal konfor	Paslanmaz çelik paneller	İkincil Cephe	Salınım hareketi
ThyssenKrupp, Q1 Binası	JSWD Mimarlık ve Chaix ve Morel Ortakları	2010	Essen, Almanya	Ilman İklim	Optik-termal konfor	Paslanmaz çelik çitılar	İkincil Cephe	Dönme hareketi
Marché International Ofisi	Beat Kämpfen	2007	Kemptthal, İsviçre	Nemli Karasal İklim	Optik-termal konfor	FDM	Ana Cephe	Camın şeffaflığının değişmesi

Yapılan çalışma kapsamında uyarlı cephe sistemlerinin enerji tüketimini azalttığı ve iç mekânda termal ve optik konfor bağlamında fayda sağladığı tespit edilmiştir. İncelenen örnekler bu durumu desteklemektedir (Tablo 5.1). Ancak, incelenen örneklerde yapı cephesinde kullanılan uyarlı cephe sistemi sayesinde enerji tüketimi azalmış olsa da uyarlı cephe sayesinde tüketilen enerjilerin oranına tüm projelerde

erişmek ve bunları karşılaştırmak mümkün olmamıştır. Bunun sebebi projelerin farklı lokasyonlarda konumlanması, farklı büyüklüklerde olması olarak açıklanabilir. Bununla birlikte, incelenen çoğu proje örneğinde enerji tüketimi ile ilgili alınan tek karar yapı cephesinde uygulanmış olan uyarlı cephe sistemi değildir. Ele alınan çoğu projede tüketilen enerji miktarını en aza indirmek bir tasarım kararı olarak projelendirme aşamasında alınmış, buna istinaden de enerji tüketimini azaltmak için farklı birçok tasarım stratejisi geliştirilmiştir. Tüm bu nedenlerden dolayı projelerde sadece iklim uyarlı cephe sayesinde enerji kazanımı ile ilgili bir oran vermek mümkün olamamıştır.

Araştırmada incelenen örneklerin seçilmesinde cephe sistemlerinde kullanılan malzemelerin birbirinden farklı olmasına özen gösterilmiştir. Seçilen malzemelerden kimi cephe yüzeyinde, yapı cephesinin kendisini oluşturabilirken, kimisi de ikincil bir cephe olarak tasarlanmıştır. Örneğin, Sisag Kampüs yapısında kullanılan elektrokromik cam malzemesi yapının hem ana cephesini hem de uyarlı cephe sistemini oluşturmaktadır. Ancak, araştırmalar esnasında bu durumun tersine, ikincil cephe olarak tasarlanan proje örneklerine daha çok rastlanmıştır. Örneğin, İZTO yapısında olduğu gibi uyarlı cephe sistemi ana cepheye paralel şekilde ikincil bir katman olarak tasarlanmıştır. Bununla birlikte, uyarlı cephe sisteminde kullanılan malzemeler cephenin harekete geçirici teknolojisinin de belirlenmesinde rol oynamaktadır. Örneğin, Sisag Kampüs yapısında kullanılan elektrokromik cam, uyarana elektrik tabanlı harekete geçiriciler sayesinde tepki verirken, Media-Tic yapı cephesinde uygulanan ETFE malzemesi pnömatik tabanlı harekete geçiriciler ile tepki vermektedir. Bu farklılığın sebebi ise, uyarlı cephe sistemlerinde kullanılan malzemelerin hangi sistem ile harekete geçirilebileceği ile birebir ilişkilidir (Tablo 5.2).

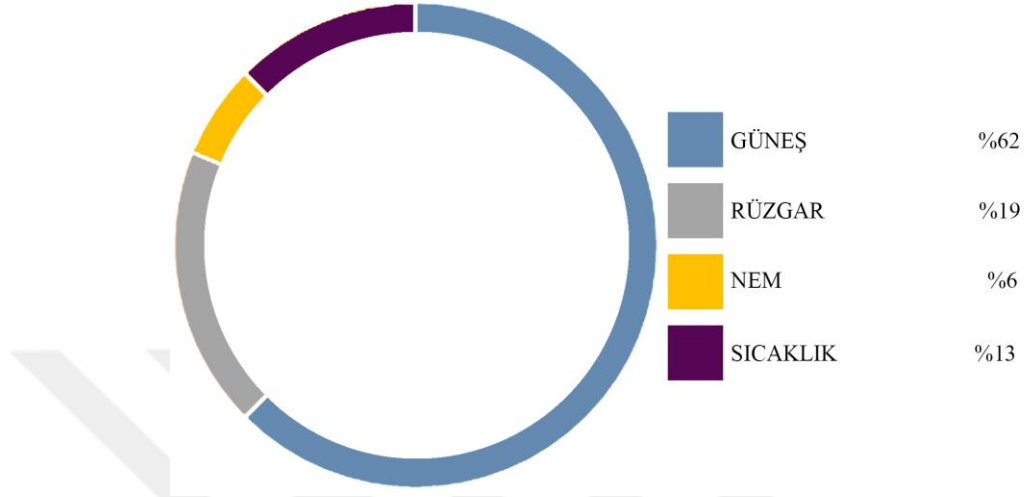
Tablo 5.2 İncelenen ofis yapılarının karşılaştırılması

YAPI ADI YAPI ÖZELLİĞİ		Promega Kornberg Merkezi	Sisag Kampüs	İZTO	CJ CheilJedang Binası	EY Merkezi Binası	PNC Plaza Binası	SFPUC	Media-Tic Binası	Chandler Belediye Yapısı	ThyssenKrupp Q1 Yapısı	Marché International Ofisi
UYARICI	Güneş	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X
	Rüzgar			X				X		X		
	Nem						X					
	Sıcaklık						X					X
KONTROL MEKANİZMASI	Elle Kontrol											
	Merkezi Kontrol	X	X	X			X	X			X	
	Mikro Kontrol Ağları				X	X			X			
	Malzemeyle Kontrol											
	Pasif Kontrol									X		X
HAREKETE GEÇİRİCİ	Motor Tabanlı	X		X	X	X	X	X			X	
	Elektrik Tabanlı		X									
	Pnömatik Tabanlı								X			
	Hidrolik Tabanlı											
	Malzeme Tabanlı											
	Doğal Fenomenler	Güneşiği										X
		Rüzgar						X		X		
		Nem										
TEKNOLOJİ SİSTEMLERİ	Mekanik Teknoloji											
	Elektro-Mekanik Teknoloji	X	X	X			X	X		X	X	
	Bilgi Teknolojisi				X	X			X			
	Malzeme Tabanlı Teknoloji											
	Pasif Teknoloji							X				X
HAREKET ÖLÇEĞİ	Makro Hareket	X		X	X	X	X	X	X	X	X	
	Mikro Hareket		X									X
HAREKET TÜRÜ	Cephe Bazlı Hareket	X		X			X	X		X	X	
	Bölgesel Hareket		X		X	X			X			X

Mimarlık pratiğinde varlığı çok eskilere dayansa bile literatürde çok yeni yerini almış olan uyarlı cephe sistemleri farklı lokasyonlarda, çeşitli projelerde uygulanmış olmasına rağmen ülkemizde çok yaygınlaşmamış bir cephe sistemidir. Gelecek dönemlerde daha fazla projelerde uygulanacağı düşünülen uyarlı cephe sistemleri ile ilgili yapılan çalışmanın sonucunda şu sonuçlara varılmıştır;

- Bu sistemlerin literatürde henüz çok yeni olmasından dolayı kavramsal açıdan tanımlamasında ve sınıflandırılmasında bir kargaşaya söz konusudur.
- Sıklıkla iç mekânda konfor koşullarını sağlamak ve tüketilen enerji miktarını azaltmak amacıyla tasarlanmaktadır.

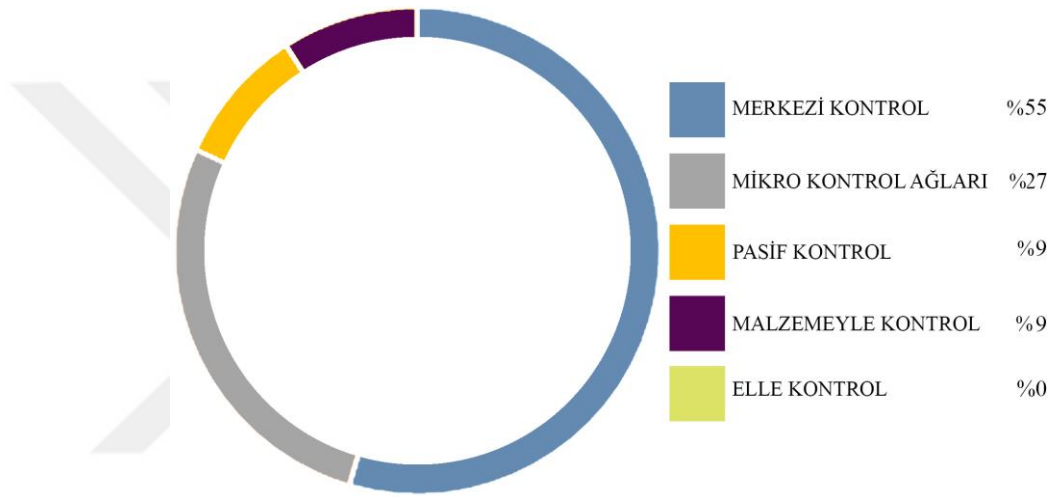
- Genellikle güneşe uyarlı olacak şekilde tasarlanmaktadırlar. Bununla birlikte az oranda olsa da rüzgara, neme, ısıya uyarlı olarak da tasarlanabilmektedirler (Şekil 5.1).



Şekil 5.1 Araştırma örneklerine göre cephe sistemlerinde uygulanan uyarıcıların oranı

- Yapının ana cephesi ile birlikte cepheye dik, paralel gibi farklı konumlarda tasarlanabileceği gibi uygun malzemelerle yapının ana cephesi olarak da görev yapabilmektedirler.
- Genellikle makro ölçekli harekete sahip olmaları ile birlikte mikro ölçekli hareket kabiliyetiyle de tasarlanabilmektedirler.
- Kontrol mekanizmaları elle kontrol, merkezi kontrol, mikro işlemcili kontrol, malzemenin kendi özelliği ile kontrol ve pasif kontrol gibi çeşitlilik göstermektedir. İncelenen örnekler kapsamında, ofis yapılarında kullanılan iklim uyarlı cephe sistemlerinin daha çok merkezi kontrol sistemine sahip olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 5.2). Ancak, mikro kontrol ağırları ile kontrol edilen iklime uyarlı cephe sistemlerine sahip yapılar, çevre şartları ile birlikte farklı birçok girdiyi de dikkate alarak bölgesel ölçekte tepki oluşturabilmektedir. Bundan dolayı, bu teknoloji ile kontrol edilen cephe sistemlerinin, iç mekân konfor koşullarını sağlamada ve tüketilen enerji miktarını azaltmada daha avantajlı olduğu düşünülmektedir. Bunun

haricinde, araştırmalar esnasında ofis yapılarında, cephe malzemesinin yapısal özelliğini değiştirerek çevreden gelen uyarılara yanıt veren sadece bir örneğe rastlanmıştır. Ayrıca, bu çalışma kapsamında incelenen örneklere elle kontrol edilen konvansiyonel cephe sistemleri dâhil edilmediği için Şekil 5.2’de de yer aldığı gibi elle kontrol edilen cephe sistemleri %0 oranında tespit edilmiştir. Ancak, bu tip insan eli ile yönetilebilen cephe sistemlerinin basit sistemler olması sebebi ile gerçek hayatta daha sık karşımıza çıkacağını söylemek yanlış olmayacaktır.



Şekil 5.2 Araştırma örneklerine göre cephe sistemlerinde uygulanan kontrol mekanizmaların oranı

Yapılarda uyarlı cephe sistemi kullanımının, teknolojik gelişmelere bağlı olarak yeni malzeme ve yöntemlerin üretilmesi, yenilikçi teknik çözümlerin daha erişilebilir olması ve bunlara dair uygulama maliyetlerinin düşmesi ile her geçen gün daha da artacağını öngörebiliriz.

Ayrıca, kullanıcıların gün geçtikçe sürdürülebilirlik ve alternatif enerji kullanımı konusunda bilinçlenmesi, yapılardan beklenen konfor ve performans niteliklerinin artmasına ve cephe sistemlerinin de bu yönde gelişmesine sebebiyet vermektedir. Bu bağlamda, enerji tasarrufu, kullanım performansı, sürdürülebilirlik gibi çeşitli konularda bu cephe sistemlerinin kullanılması ile edinilen faydaların, her geçen gün daha da önemli bir hale gelmesiyle, yatırımcılardan tasarımcılara, tasarımcılardan kullanıcılara

kadar inşaat sektöründeki bütün paydaşlar bu tarz yenilikçi çözümleri yeni inşa edilen yapılar için arar, uygular ve önerir olacaktır.

Bu çerçevede, modern kent yaşamında insan hayatının önemli bir kısmının geçtiği ofis yapıları da, konfor ve performans niteliklerini gün geçtikçe artırmakta ve kullanıcılarına daha rahat, kullanışlı ve verimli çözümler sunma arayışında olacaktır.

Esnek çalışma biçiminin her geçen gün daha çok hayatımıza girmesiyle, evlerimizin bile zaman zaman ofis gibi bir çalışma ihtiyacına cevap verebiliyor olması, çalışma mekânlarının dönüşebilmesi ve ofis yapıların biçimsel/işlevsel değişimlere açık olması gerekliliğini ortaya koymaktadır. Yapılar, bu esnek çalışma biçimleri neticesinde, iç mekânlarında bir dönüşüm arayışını barındırırken, dış çevre ile iletişim kuran bina kabuklarının da statik ve hareketsiz kalacağını düşünmek çok doğru olmayacaktır. Nihayetinde yapı kabuğundaki değişimler sadece yapının fiziki görselliğini etkilememekte, aynı zamanda iç mekâna alınan ışık, ısı, hava, rüzgâr gibi unsurların etkisiyle, iç mekân kullanım konforu ve kalitesine de önemli ölçüde etki etmektedir. Dolayısıyla modern ofis yapılarında, bina cephelerinin esnek kullanımlara ayak uydurması ve özellikle çalışma mekânlarında aranan değişken kullanım ihtiyaçlarına paralel şekilde, kendisi üzerinde bazı dönüşümlere imkân verip, içerideki düzene destek veriyor olması da aranan temel niteliklerden biri olacaktır.

Son olarak, bu tez çalışması kapsamında ele alınan ofis yapılarında kullanılan uyarlı cephe sistemleri dikkate alındığında, uyarlı cephe sistemlerinin yarattığı faydalar çerçevesinde, gelecekte yapılabilecek olan bilimsel çalışmalar için basitçe şu tespitlerde bulunulabilir;

- Örneklerde ele alınan yapılar, yalnızca iklime uyarlı cephe sistemleri ile değil başka teknolojileri de devreye sokarak enerji tüketiminde tasarruf sağlamaktadır. Araştırmalar sonucunda, yapıların enerji tüketim oranlarına kısmen ulaşılsa da, uyarlı cephe sistemleri sayesinde elde edilen net enerji tasarruf oranlarına ulaşamamıştır. Bu sebepten ötürü yeni yapılacak

bilimsel araştırmalarda, sadece uyarlı cephe sistemleri sayesinde yapılar da sağlanan enerji ekonomisi üzerine odaklanılabilir.

- Gelecekte yapılabilecek diğer akademik araştırmalarda, henüz uyarlı cephe sistemi uygulanmamış olan mevcut bir ofis yapısı ele alınarak, bu şartlardaki görsel, işitsel ve termal konfor durumu kullanıcılarla görüşülerek ve çeşitli ölçümler yapılarak tespit edilebilir. Daha sonra aynı yapıya uyarlı bir cephe sisteminin uygulanması ile ilgili konfor koşullarındaki değişim yine ölçümler ve kullanıcı görüşmeleri ile belirlenip, iki durum arasındaki değişim kıyaslanabilir. Bu sayede, aynı yapı için uyarlı cephe sisteminin yarattığı konfor ve performans avantajları daha net bir şekilde ortaya konulabilir.

KAYNAKLAR

- Abitare. (2007). *Media-Tic building* [Broşür]. https://www.abitare.it/wp-content/uploads/2010/01/PresentacionMEDIA-TIC_web_EN-1.pdf
- Adaptasyon. (5 Aralık 2022). *Wikipedia*. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Adaptasyon>
- Aelenei, D., Aelenei, L., ve Vieira, C.P. (2016). Adaptive facade: Concept, applications, research questions. *Energy Procedia*, 91, 269-275. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.06.218>
- Aelenei, L., Aelenei, D., Romano, R., Mazzucchelli, E. S., Brzezicki, M., ve Rico-Martinez, J. M. (2018). *Case studies-Adaptive facade network* [Broşür]. http://tu1403.eu/wp-content/uploads/Vol-3-1_for-web-Open-Access-9789463661102.pdf
- Affiliated Engineers. (b.t.). *Promega corporation Kornberg center*. <https://aeieng.com/markets/project/promega-corporation-kornberg-center>
- Akgün, Y. (2012). Biçim değiştirebilen yapılar ve mimariye kattıkları. *Ege Mimarlık*, 80(1), 26-29.
- Altın, M., ve Orhon, A.V. (3-4 Nisan 2014). *Akıllı yapı cepheleri ve sürdürülebilirlik* [Bildiri]. 7. Ulusal Çatı ve Cephe Sempozyumu, İstanbul, Türkiye.
- Altın, M., ve Orhon, A.V. (2-3 Haziran 2016). *Enerji korunumunda adaptif/uyarlı cepheler* [Bildiri]. 8. Ulusal Çatı ve Cephe Sempozyumu, İstanbul, Türkiye.
- Archdaily. (4 Şubat 2013). *Q1, ThyssenKrupp Quarter Essen / JSWD Architekten + Chaix & Morel et Associés*. <https://www.archdaily.com/326747/q1-thyssenkrupp-quarter-essen-jswd-architekten-chaix-morel-et-associés>

Archdaily. (22 Aralık 2015). *The tower at PNC plaza/Gensler*.
<https://www.archdaily.com/778873/the-tower-at-pnc-plaza-gensler>

Arquitectura Viva. (b.t.). *Media-TIC building*.
<https://arquitecturaviva.com/works/media-tic-building>

Asefi, M., Mitton, M., ve Currie, S. (2017). A new foldable kinetic architectural system: Through an evaluative approach of built examples, case studies: Resonant Chamber, Cheiljedang Research Center, Madina Shadi Project. *Armanshahr Architecture & Urban Development*, 10(18), 1-12.

Attia, S., Lioure, R., ve Declaude, Q. (2020). Future trends and main concepts of adaptive facade systems. *Energy Science & Engineering*, 8(9), 3255-3272.
<https://doi.org/10.1002/ese3.725>

Avci, A. N. ve Akbay, S. (6-7 Ekim 2021). *İnsan odaklı aydınlatma: Sirkadiyen aydınlatma tasarımı ve iç mekan ilişkisinin incelenmesi* [Bildiri]. 13. Ulusal Aydınlatma Kongresi: Aydınlatmada Dönüşüm, İstanbul, Türkiye.
https://www.researchgate.net/publication/355400567_Insan_odakli_aydinlatma_Sirkadiyen_aydinlatma_tasarimi_ve_ic_mekan_iliskisinin_incelenmesi

Aydın, D., ve Mıhlıyanlar, E. (2017). Yüksek konut yapılarında iç ortam kalitesinin incelenmesi. *Megaron*, 12(2), 213-227.
<https://doi.org/10.5505/megaron.2017.07830>

Aytaç, S., ve Tüfekçi, U. (2018). Hasta bina sendromunun azaltılmasında ergonomik önlemlerin önemi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 6(Özel Sayı), 137-142. <https://doi.org/10.21923/jesd.364415>

Baba, E.C. (2020). *İdeal kent arayışında mimari ütopyalar*. YEM Yayın.

Barozzi, M., Lienhard, J., Zanelli, A., ve Monticelli, C. (2016). The sustainability of adaptive envelopes: Developments of kinetic architecture. *Procedia Engineering*, 155, 275-284. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.08.029>

Basarisiralamaları. (b.t.). *Adaptasyon nedir? Hakkında kısaca bilgi*. <https://www.basarisiralamalari.com/adaptasyon-nedir/>

Başarır, B. (2019). *Tepki veren cephelerin standart ürünlerle tasarımı: Yeniden tasarım*, [Doktora Tezi]. İstanbul Teknik Üniversitesi.

Bayram, F. (2009). Işık ve aydınlatma: Işığın televizyon ve sinemada işlevsel kullanımı üzerine bir değerlendirme. *Erciyes İletişim Dergisi*, 1(2), 122-131.

Bell, R. (22 Nisan 2021). *Growing through sustainability sensibilities*. Promega Connections. <https://www.promegaconnections.com/growing-through-sustainability-sensibilities/>

Berg, N. (15 Temmuz 2016). *Award: The tower at PNC plaza*. architectmagazine. https://www.architectmagazine.com/awards/r-d-awards/award-the-tower-at-pnc-plaza_o

Berkmen, H., ve Altın, M. (12-14 Aralık 2019). *Rüzgâr ve güneş enerjisi kullanan uyarlı cephe tasarımları* [Bildiri]. 10. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, Antalya, Türkiye.

Brzezicki, M. (2021). A typology of adaptive façades: An empirical study based on the morphology of glazed facades. *Cogent Arts & Humanities*, 8(1), 1960699. <https://doi.org/10.1080/23311983.2021.1960699>

BuroHappold Engineering. (2016). *A leed platinum tower that's the greenest in the World* [Broşür]. https://www.burohappold.com/wp-content/uploads/2016/04/BH-PNC-Tower-Case-Study_web.pdf

Caulfield, J. (20 Mayıs 2016). *Pittsburgh's tower at PNC plaza raises the bar on high-rise greenness*. bcdnetwork. <https://www.bcdnetwork.com/pittsburghs-tower-pnc-plaza-raises-bar-high-rise-greenness>

Cengiz, M.S. (2021). Analysis of visual lighting criteria according to the human-centered lighting concept. *Mas Journal of Applied Sciences*, 6(4), 891-898. <https://doi.org/10.52520/masjaps.130>

Ceylan, O. (2020). *Büro yönetimi*. Dünya Tıp Kitapevi. https://books.google.com.tr/books/about/B%C3%9CRO_Y%C3%96NET%C4%B0M%C4%B0.html?id=nJ7bDwAAQBAJ&redir_esc=y

Cibsejournal. (Şubat 2019). *Mirvac's gold standard – building performance champion 2019*. <https://www.cibsejournal.com/case-studies/mirvacs-gold-standard-building-performance-champion-2019/>

City of Chandler, AZ. (19 Ağustos 2015). *City of Chandler city hall tour* [Video]. <https://www.youtube.com/watch?v=UhbU9473Y50>

Colorkinetics. (b.t.). *Chandler City Hall*. <https://www.colorkinetics.com/global/showcase/chandler>

Çabuk, Ş. (b.t.). *Rüzgârı yakalayan binalar*. *Yapı dergisi*. <https://yapidergisi.com/ruzgari-yakalayan-binalar/>

ÇATIDER. (2018). İzmir Ticaret Odası Yeni Hizmet Binası. *Çatı ve Cephe*, 77, 40-41.

Çeven, S., ve Özer, K. (2013). Büro ergonomisinin çalışma psikolojisi ve iş verimine etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Büro Yönetimi I* (Özel Sayısı), 61-70.

DAIKIN. (2015). *Daikin chillers help put the “green” in North America’s greenest office building* [Broşür].

https://tahoeweb.daikinapplied.com/api/general/DownloadDocumentByName/media/Daikin_CS_1015_LR_SFPUC-HQ_Office_Bldg_Case_Study.pdf/

Daniel. (2 Eylül 2022). *A Brief History of the Electric or Automatic Garage Door Opener*. ABİ. <https://abigaragedoors.co.uk/a-brief-history-of-the-electric-or-automatic-garage-door-opener/>

Giralt-Miracle, D. (2011). The Media-ICT building, the digital Pedrera. M. Albinana (Ed.), *Media-ICT içinde* (161-168). Actar.

Demirarslan, K. O. ve Başak, S. (2018). Hasta bina sendromu kavramı literatür araştırması ve çeşitli mekanların iç hava kalitelerinin karşılatırılması. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 6(2), 190-201. <https://doi.org/10.21923/jesd.340029>

Demirbilek, F. N. ve Irlı Eryıldız, D. (2001). *Güneş Mimarlığı*. Tübitak Matbaası.

Douglas, J. (2006). *Building adaptation* (2. Baskı). Routledge.

Dökmeci, V., Dülgeroğlu, Y., ve Berköz Akkal, L. (1993). *İstanbul şehir merkezi transformasyonu ve büro binaları*. Literatür Yayınları.

Drost+Dittli Arkhitekten AG. (b.t.). *SisCampus*. <https://ddarch.ch/works/siscampus-2/>

Ekinci, M., Okanlı, A. ve Gözüağca, D. (2005). Mevsimsel depresyonlar ve başetme yolları. *Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi*, 8(1), 109-112.

Enric Ruiz-Geli. (b.t.). *Media-ICT building CZFB, 22@, Barcelona*. <https://www.ruiz-geli.com/projects/built/media-tic>

Ergin, Ö. (2019). *Uyarlanabilir cephe sistemlerinde güncel yaklaşımlar ve akıllı malzeme kullanımı*, [Yüksek Lisans Tezi]. Yıldız Teknik Üniversitesi.

Ersoy, S. ve Ersoy, A. F. (2007). Konutlarda verimli aydınlatma ilkeleri. *Verimlilik Dergisi*, 4, 29-41.

ThyssenKrupp Quartier Essen. (20 Temmuz 2021). *Wikimedia Commons*.
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:ThyssenKrupp_Quartier_Essen_07.jpg

Fortmeyer, R. ve Linn, C.D. (2014). *Kinetic architecture: Design for active envelopes*. Images Publishing.

Geleff, J. (b.t.). *Behind the building: EY centre by fjmt*. Architizer.
<https://architizer.com/blog/practice/materials/behind-the-building-fjmt/>

GlassX (b.t.). *GLASSX crystal*. <https://www.glassx.ch/en/products/glassx-crystal/>

Gonchar, J. (1 Aralık 2015). *Continuing education: natural ventilation and office towers*. architecturalrecord. <https://www.architecturalrecord.com/articles/11371-continuing-education-natural-ventilation-and-office-towers>

Güçyeter, B. (2012). Yapı kabuğu tasarımında enerji-etkin teknolojiler üzerine bir inceleme. *Ege Mimarlık*, 82(3), 22-25.

Gürbüz, F. Z. (2009). *Tepkimeli mimarlık için öngörüler*, [Yüksek Lisans Tezi]. İstanbul Teknik Üniversitesi.

Hamza, N. (2013). The sustainable corporate image and renewables: From technique to the sensory experience. A. Sayigh (Ed.), *Sustainability, energy and architecture; Case Studies in Realizing Green Buildings* içinde (93-111). Academic Press.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-397269-9.00004-9>

Heidari Matin, N. ve Eydgahi, A. (2019). Factors affecting the design and development of responsive facades: A historical evolution. *Intelligent Building International*, 12(4), 257-270. <https://doi.org/10.1080/17508975.2018.1562414>

Heidari Matin, N., Eydgahi, A. ve Shyu, S. (24-28 Haziran 2017). *Comparative analysis of technologies used in responsive building facades* [Bildiri]. 2017 ASEE Annual Conference ve Exposition, Columbus, Ohio, ABD. <https://doi.org/10.18260/1-2--28052>

Hernández Hernández, J. M. (25 Temmuz 2010). *Media-TIC, 22@, Barcelona, Spain*. flickr. <https://www.flickr.com/photos/jmhdezhdez/4948163256>

Inhabitat. (27 Eylül 2012). *Chandler city hall: SmithGroupJJR creates a sustainable city center for an Arizona Town*. <https://inhabitat.com/chandler-city-hall-smithgroupjjr-creates-a-sustainable-city-center-for-an-arizona-town/>

İmal, F. (2009). *Sektörel ofis binalarında çalışma mekanları ve sosyal alanlar*, [Yüksek Lisans Tezi]. Yıldız Teknik Üniversitesi.

Johnson, N. (9 Aralık 2014). *Closed cavity façade and fully LED-lit 200 George Street by FJMT*. Architecture and design. <https://www.architectureanddesign.com.au/news/closed-cavity-facade-and-fully-led-lit-200-george>

Juaristi, M., ve Monge Barrio, A. (10-11 Ekim 2016). *Adaptive façades in temperate climates. An in-use assessment of an office building* [Bildiri]. 11th Conference on Advanced Building Skins, Bern, İsviçre. 10.13140/RG.2.2.29634.99527

Karaağaç, S. (2020). *Uyum gösteren cepheler: Bir meta analizi*, [Yüksek Lisans Tezi]. İstanbul Teknik Üniversitesi.

Kayan, H.Z., ve Tekin, Ç. (3-5 Nisan 2013). *İç mekanda işitsel konfor ve estetik* [Bildiri]. 3. Ulusal İç Mimarlık Sempozyumu, İstanbul, Türkiye.
https://www.researchgate.net/publication/339988694_IC_MEKANDA_ISITSEL_KONFOR_VE_ESTETIK

Kämpfen zinke and partner, (b.t.). *Marché International Kempththal*.
<https://www.kaempfen.com/projekte/neubauten/marche-international-2007>

King, J. (17 Haziran 2012). *New PUC building - green, seems almost alive*. sfgate.
<https://www.sfgate.com/bayarea/place/article/New-PUC-building-green-seems-almost-alive-3639533.php>

Kmdarchitects. (b.t.). *San Francisco public utilities commission headquarters*.
<https://www.kmdarchitects.com/sfpuc>

Konis, K., ve Selkowitz, S. (2017). Innovative daylight systems. K. Konis ve S. Selkowitz (Ed), *Effective daylighting with high-performance facades* içinde (101-154). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-39463-3_3

Kurtcu, F. (2019). 20. Yüzyıl modernizmi tipografi'de içerik ve biçim ilişkisi. *Çeşm-i Cihan: Tarih Kültür ve Sanat Araştırmaları E- Dergisi*, 6(1), 89-110.
<https://doi.org/10.30804/cesmicihan.575076>

Kurtoğlu, D., ve Kıştır, M. R. (2018). Akademik ofislerin verimlilik üzerine değerlendirilmesi: Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi örneği. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(2), 109-118.
<https://doi.org/10.29048/makufebed.384314>

Kuruç, A. (2014). Ofis katı. *Mimar-ist dergisi*, 49 (Kış 2014), 46-49.

Kürklü, G., Görhan, G., ve Burgan, H. (2013). Çalışma hayatında gürültünün etkisi ve inşaat teknolojileri eğitimi açısından değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Uluslararası Teknolojik Bilimler Dergisi*, 5(1), 22-35.

LeCuyer, A. (2008). *ETFE: technology and design*. Walter de Gruyter.
https://books.google.com.tr/books?id=_Y7TAAAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=tr&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Lochhead, H. ve Oldfield, P. (2017). The role of design competitions in shaping Sydney's public realm. *CTBUH Journal*, 4, 34-39.

Loonen, R., Rico-Martinez, J., Favoino, F., Marcin, B., Menezo, C., La Ferla, G. Ve Aelenei, L. (3-4 Kasım 2015). *Design for façade adaptability – Towards a unified and systematic characterization* [Bildiri]. Proceedings of 10th Energy Forum - Advanced Building Skins, Bern, İsviçre.

Lou, H., ve Ou, D. (2019). A comparative field study of indoor environmental quality in two types of open-plan offices: Open-plan administrative offices and open-plan research offices. *Building and Environment*, 148, 394-404.
<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.11.022>

Marangoz, E. (2018). *İç mimaride aydınlatmanın tanımı ve ofis mekanlarında aydınlatma kriterlerinin incelenmesi*, [Yüksek Lisans Tezi]. Haliç Üniversitesi.

Margalit, H. (2019). *Australia: Modern architectures in history*. Reaktion Books.

Marysse, C. (2016). *Structural adaptive façades*, [Yüksek Lisans Tezi]. Universiteitsbibliotheek Gent.

McNichols. (19 Ocak 2019). *Chandler architects harness nature to upgrade city hall*.
<https://www.mcnichols.com/stories/chandler-architects-harness-nature-to-upgrade-city-hall/>

Mecho. (b.t.). *San Francisco public utilities commission headquarters*. mechoshade.
<https://www.mechoshade.com/case-studies/sfpuc-headquarters/>

Meinhold, B. (25 Nisan 2013). *San Francisco public utilities commission headquarters boasts solar panels and built-in wind turbines*. inhabitat.
<https://inhabitat.com/san-francisco-public-utilities-commission-headquarters-sets-the-bar-for-sustainability/>

Menon, L. (23 Mart 2018). *The EY center*. Futurearc.
<https://www.futurarc.com/project/the-ey-centre/>

Merritt, E. (25 Ekim 2016). *Media-Tic, with almost-finished works, is the new image of Barcelona digital*. Silo.tips. <https://silo.tips/download/media-tic-with-the-almost-finished-works-is-the-new-image-of-barcelona-digital>

Mestan, A. (2019). *Açık ofis iç mekan tasarımının kullanıcıların algısal değerlendirmeleri üzerindeki etkisinin belirlenmesi*, [Yüksek Lisans Tezi]. Gazi Üniversitesi.

Mimdaporg, çev. (2012). *CJ Araştırma Merkezi Kinetik Katlanır Cephe / Yazdani Stüdyo*. <http://mimdap.org/2012/12/cj-arastirma-merkezi-kinetik-katlanir-cephe-yazdani-studio/>

Mosa, R. (2018). *Developing a strategic framework for the design of adaptive building envelopes*, [Yüksek Lisans Tezi]. Heriot-Watt University.

National Institute of Building Sciences. (14 Haziran 2018). *MFree-S+ facade (moisture-maintenance free sustainable facade)*. wbdg.
<https://www.wbdg.org/additional-resources/case-studies/mfree-s-facade>

Nedkhan. (b.t.). *Turbulend shade*. <https://nedkahn.com/portfolio/turbulent-shade>

- Obermoser, E. (14 Ağustos 2018). *Elegance meets efficiency: EY Centre by FJMT in Sydney*. Detail. https://www.detail.de/de/de_de/eleganz-trifft-effizienz-ey-centre-von-fjmt-in-sydney-32346
- Oldfield, P. (2017). Intrinsically Sydney: The EY centre. *Architecture Australia*, 106(4), 78-86.
- Omrany, H., Ghaffarianhoseini, A., Ghaffarianhoseini, A., Raahemifar, K., ve Tookey, J. (2016). Application of passive wall systems for improving the energy efficiency in buildings: A comprehensive review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 62, 1256-1269. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.04.010>
- Orhon, A. V. (2012). Akıllı malzemelerin mimarlıkta kullanımı. *Ege Mimarlık*, 82(3), 18-21.
- Özdamar, M., ve Umaroğulları, F. (2017). Bir ofis yapısı örneğinde ısı konfor ve iç hava kalitesinin incelenmesi. *Megaron*, 12(1), 27-40. <https://doi.org/10.5505/megaron.2017.02259>
- Permasteelisa Group. (b.t.). 200 George Street. Permasteelisagroup. <https://www.permasteelisagroup.com/project-detail?project=768>
- Pile, J. F. (1976). *Interiors 3rd book of offices*. Watson-Guptill Pubns. ISBN-10: 082307305X
- Poet Architecture. (5 Mayıs 2016). *Buckminster Fuller. United States pavilion for Expo 67, Montréal*. flickr. <https://www.flickr.com/photos/poetarchitecture/26806373786/>
- PPG. (14 Nisan 2017). *The Tower at PNC Plaza*. bdcnetwork. <https://www.bdcnetwork.com/tower-pnc-plaza?page=2>

- PRISM. (26 Mart 2018). *The tower at PNC plaza, Pittsburgh, Pennsylvania*. prismpub. <https://prismpub.com/the-tower-at-pnc-plaza-pittsburgh-pennsylvania/>
- Rethinking The Future. (b.t.). *EY centre, 200 George Street | fjmt*. <https://awards.re-thinkingthefuture.com/gada-2018-runner-up/ey-centre-200-george-street-fjmt/>
- Rogers, E. (2017). A new façade technology combines energy performance, aesthetics and transparency. *USGlass, Metal & Glazing*, 52(2), 38-40.
- Romano, R., Aelenei, L., Aelenei, D., ve Mazzucchelli, E. S. (2018). What is an adaptive facade analysis of recent terms and definations from an international perspective. *Journal of Facade Design and Engineering*, 6(3), 65-76. 10.7480/jfde.2018.3.2478
- Sağlam, O. (2019). *Ofis tasarımlarında çevresel faktörler*, [Yüksek Lisans Tezi]. Işık Üniversitesi.
- Saint-Gobain. (2022). *Sisag campus (Switzerland)*. sageglass. <https://www.sageglass.com/case-studies/sisag-campus>
- Schroecker, M. (b.t.). Glassx; light as glass, solid as concrete [Broşür]. https://www.arketipomagazine.it/whitepaper_library/Martin_Schrocker.pdf
- Schröder, N., ve Brandstätter, G. (2020). Der neue SisCampus im Urner Reusstal-Intelligente fassadenlösung als visitenkarte. *Fassade*, 4, 13-14.
- Shahin, H.S. (2019). Adaptive building envelopes of multistory buildings as an example of high performance building skins. *Alexandria Engineering Journal*, 58(1), 345-352. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2018.11.013>
- Sibernetik. (13 Aralık 2022). *Wikipedia*. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Sibernetik>

Somfy. (b.t.). *The EY centre 200 George Street, Sydney* [Broşür].
https://service.somfy.com/downloads/bui_v4/som20635somfy_200_george_st_ca se_study1.pdf

Sucu, İ. (2012). Sanat akımlarının etkisinde sinemada klasik ve alternatif eğilimler. *Akdeniz Üniversitesi İletişim Fakültesi Dergisi*, 17, 111-125.

Şahin, B. D., (2019). *Açık planlı ofis yapılarında akustik konfor koşullarının incelenmesi: İzmir'de bir ofis yapısı örneği*, [Yüksek Lisans Tezi]. Dokuz Eylül Üniversitesi.

Tabadkani, A., Roetzel, A., Li, H. X., ve Tsangrassolis, A. (2021). Design approaches and typologies of adaptive facades: A review. *Automation in Construction*, 121, 103450. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103450>

The American Institute of Architects. (b.t.a). *Chandler city hall*. aiatopten. <https://www.aiatopten.org/node/93>

The American Institute of Architects. (b.t.b). *San Francisco public utilities commission headquarters*. aiatopten. <https://www.aiatopten.org/node/265>

The Funambulist. (20 Şubat 2011). *#Literature///Psychotropic houses by James Graham Ballard*. <https://thefunambulist.net/editorials/literature-psychotropic-houses-by-james-graham-ballard>

The Plan (b.t.). *Ey Centre, 200 George Street FJMT*. <https://www.theplan.it/eng/award-2019-officebusiness/ey-centre-200-george-street>

Tokuç, A., Özkaban, F. A., ve Çakır Andiç, Ö. (2018). Biomimetic facade applications for a more sustainable future. G. Köktürk ve T.D. Altun (Ed.), *Interdisciplinary expansions in engineering and design with the power of biomimicry* içinde (77-99). IntechOpen. 10.5772/intechopen.73021

Tranel, B., ve Ko, H. (2016). Tower at PNC plaza, Pittsburgh: Designing a data-driven, humanistic high-rise. *CTBUH Journal*, 2, 12-19.

Transsolar Klima Engineering (b.t.). *Research & development facility Kornberg Center, Madison, WI, USA*. <https://transsolar.com/projects/madison-fitchburg-research-development-kornberg-center>

Türk Dil Kurumu Sözlükleri. (b.t.a). Adaptasyon. *Güncel Türkçe sözlük*. 17 Mart 2022. <https://sozluk.gov.tr/>

Türk Dil Kurumu Sözlükleri. (b.t.b). Büro. *Güncel Türkçe sözlük*. 15 Nisan 2022. <https://sozluk.gov.tr/>

Türk Dil Kurumu Sözlükleri. (b.t.c). Ofis. *Güncel Türkçe sözlük*. 16 Nisan 2022. <https://sozluk.gov.tr/>

Vinnitskaya, I. (3 Mayıs 2012). *PUC Building: 525 Golden Gate / KMD Architects*. Archdaily. <https://www.archdaily.com/230834/puc-building-525-golden-gate-kmd-architects>

Velikov, K. ve Thün, G. (2012). Responsive building envelopes: Characteristics and evolving paradigms. F. Trubiano (Ed.), *Design and construction of high-performance homes içinde* (75-92). Routledge.

Vermilion Sands (28 Ağustos 2022). https://en.wikipedia.org/wiki/Vermilion_Sands

Winstanley, T. (2 Ekim 2011). *AD Classics: Institut du Monde Arabe / Enrique Jan + Jean Nouvel + Architecture-Studio*. Archdaily. https://www.archdaily.com/162101/ad-classics-institut-du-monde-arabe-jean-nouvel?ad_medium=gallery

- Yaman, B., ve Arpacioğlu, Ü. T. (2021). Dinamik kontrollü uyarlanabilir cephe ve gölgeleme sistemleri. *Mimarlık Bilimleri ve Uygulamaları Dergisi*, 6(1), 153-164. <https://doi.org/10.30785/mbud.798233>
- Yararel, B. (2019). Ofis tasarımında ergonomik ve antropometrik etkenler. *Mimarlık ve Yaşam Dergisi*, 4(1), 141-153. <https://doi.org/10.26835/my.555794>
- Yazgan Bulgun, E. , Mura, G., Pilevneli, E., Kızmaz, A., Matay, A. (b.t.). *İzmir Ticaret Odası* [Broşür].
- Yeles Karaman, S. (2018). *Sosyo-kültürel adaptasyon sürecinde yabancı uyruklu üniversite öğrencilerinin kültürlerarası iletişim duyarlılığı*, [Yüksek Lisans Tezi]. Selçuk Üniversitesi.
- Yelkenci Sert, F. (2-3 Haziran 2016). *Çatı ve cephe sistemlerinde ETFE kaplamalarının kullanımı* [Bildiri]. 8. Ulusal Çatı ve Cephe Sempozyumu, İstanbul, Türkiye.
- Yıldız, B. (2007). Adaptasyon meselesi, Ahmet Vefik Paşa ve zoraki tabib örneği. *Turkish Studies*, 2(3), 638-659. <http://dx.doi.org/10.7827/TurkishStudies.154>
- Yılmaz, G. (2018). Yüksek performanslı bir yeşil bina: İzmir Ticaret Odası yeni hizmet binası. *Yeşilbina Dergisi*, 50, 20-22.
- Yılmaz, M. (2 Ağustos 2015). *Geleceğin cepheleri*. WinArt proje. <https://www.winartproje.com/icindekiler/teknik/157-gelecegin-cepheleri>
- Zimmer, L. (5 Nisan 2011). *Germany's Q1 building boasts a dazzling facade of 400,000 metal "feathers"*. inhabitat. <https://inhabitat.com/germanys-q1-building-boasts-a-dazzling-facade-of-400000-metal-feathers/>

Zülfikar, H. (2012). Dünden bugüne Türkçe/Türkçesi olduğu hâlde Fransızcasını kullanmaya devam mı?. *Türk Dili*, 102(721), 71-76.

