

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**GÖKDELENLERDE GÜNEŞİĞİ KONTROLÜNÜN
GÖRSEL VE ISIL KONFORA ETKİLERİNİN
İRDELENMESİ: İZMİR, BAYRAKLI ÖRNEĞİ**

Müzeyyen Sedef TAŞKIN

Eylül, 2022

İZMİR

GÖKDELENLERDE GÜNIŞIĞI KONTROLÜNÜN GÖRSEL VE ISIL KONFORA ETKİLERİNİN İRDELENMESİ: İZMİR, BAYRAKLI ÖRNEĞİ

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi

Mimarlık Anabilim Dalı, Yapı Bilgisi Programı

Müzeyyen Sedef TAŞKIN

Eylül, 2022

İZMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

MÜZEYYEN SEDEF TAŞKIN, tarafından **DR. ÖĞR. ÜYESİ KUTLUĞ SAVAŞIR** yönetiminde hazırlanan “**GÖKDELENLERİN GELİŞİM SÜRECİNDE GÜNİŞİĞİ KONTROLÜNÜN ETKİLERİNİN İRDELENMESİ: İZMİR, BAYRAKLI ÖRNEĞİ**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Dr. Öğr. Üyesi Kutluğ SAVAŞIR

Yönetici

Doç. Dr. Zeynep Durmuş Arsan

Jüri Üyesi

Doç. Dr. Ayça Tokuç

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Okan FISTIKOĞLU

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam süresi boyunca beni yönlendiren, bilgi ve tecrübeleriyle araştırmalarımın katkı sağlayan, değerli danışman hocam sayın Dr. Öğr. Üyesi Kutluğ SAVAŞIR'a ilgi, teşvik ve yardımlarından dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Akademik alanda bilgi ve tecrübelerini esirgemeyerek, tez çalışmamın ilerlemesine katkı sağlayan yüksek lisans hocalarıma teşekkür ederim.

Ofislerini açıp yardımlarda bulunan Rahşan RAFAAT, Ekin Gamze YÖNEY ve Emre AKOĞLU'na katkılarından dolayı teşekkürlerimi sunarım. Mimar Alp BURKUT'a tez sürecinde yardımları nedeniyle teşekkür ederim. Verdiği bilgilerle yardımlarda bulunan arkadaşım Fatma Büşra KÖSE'ye teşekkür ederim.

TESTO firmasına ölçümlerde desteği ve saha çalışmasının yürütülmesine katkıları için teşekkür ederim. Miray İnşaat teknik ekip, Folkart Teknik ekibi ve Meteoroloji İkinci Bölge Müdürlüğü'ne, çalışmaya sağladıkları bilgi ve veriler için teşekkür ederim.

Son olarak, her zaman yanımda olan sevgili babam Dr. Öğr. Üyesi Engin TAŞKIN, annem Dr. Aynur TAŞKIN ve kardeşim Seden Deniz TAŞKIN'a tüm destekleri ve bana olan inançları için teşekkür ederim.

Müzeyyen Sedef TAŞKIN

GÖKDELENLERDE GÜNIŞIĞI KONTROLÜNÜN GÖRSEL VE ISIL KONFORA ETKİLERİNİN İRDELENMESİ: İZMİR, BAYRAKLI ÖRNEĞİ

ÖZ

Gökdelenler, ölçekleri dolayısıyla ekolojik ve çevresel açıdan enerji tüketimi, ısı ve görsel konfor problemleri oluşturmaya elverişli yapılardır. Bu tür binalar, yapay aydınlatma, ısıtma ve soğutma için bolca mekanik ve elektrik gücü gereksinimi duyar ve sonuç olarak büyük miktarda enerji tüketirler. Bunun yanında bu çözümler her zaman ısı ve görsel konfor problemlerine yanıt vermemektedir. Binaların enerji tüketimini ve günüışığı kontrolünün sonuçlarını tahmin etmek amacıyla çok sayıda bina simülasyon araçları geliştirilmiştir. Çalışmada genel olarak bu araçlarla, seçilen binalara uygulanabilecek müdahalelerin sonuçlarını öngörmeye ve daha verimli kullanım için öneriler getirilmeye odaklanılmıştır.

Tezin birinci bölümünde, konunun amacı, kapsamı ve çalışma yöntemi anlatılmıştır. İkinci ve üçüncü bölümde, gökdelenlerin gelişim sürecinde yapılan atılımlardan, görsel konfor parametrelerinden ve gün ışığı kontrol sistemlerinden bahsedilmiştir. Dördüncü bölümde yapılan günüışığı ölçümlerinin sonuçları açıklanmış, seçilen iki gökdelen bazında simülasyonlar hazırlanmıştır. Ölçümlerden ve simülasyonlardan alınan veriler kullanılarak seçilen iki gökdelenin kalibrasyonu yapılmıştır. Günüışığı değerlendirme sistemleri kullanılarak seçilen gökdelenlerin mevcut günüışığı kullanımı değerleri elde edilmiş ve farklı alternatifler simülasyonlarla denenerek, görsel ve ısı konforu iyileştiren en etkili çözümler karşılaştırılmıştır. Oluşturulan tüm senaryolarda görsel konfor düzeyi paralel bir şekilde iki gökdelen de artırıldığı, ısı konfor analizlerinde ise analiz döneminde cam çeşidinin gölgeleme elemanı kriterine göre daha etkili sonuç verdiği görülmüştür. Bu bilgiler göz önüne alınarak, seçilen iki gökdelenin görsel ve ısı konfor düzeyinin artırılmasına yönelik öneriler getirilmiştir. Gökdelenlerde günüışığı analizi ve iklim tabanlı günüışığı metotlarının görsel ve ısı konforu iyileştirmeye yönelik faydalarından bahsedilmiştir.

Anahtar kelimeler: Günüışığı kullanımı, Simülasyonlar, Gökdelenler, Görsel konfor, Isıl Konfor, Folkart Kuleleri, Mistral İzmir

**INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF DAYLIGHT CONTROL ON
VISUAL AND THERMAL COMFORT IN SCYSCRAPERS: THE CASE OF
IZMIR, BAYRAKLI**

ABSTRACT

Skyscrapers, due to their scale, are structures that are suitable for creating ecological and environmental energy consumption, thermal and visual comfort problems. Such buildings require a lot of mechanical and electrical power for artificial lighting, heating, and cooling, and as a result they consume large amounts of energy. In addition, these solutions do not always respond to thermal and visual comfort problems. Numerous building simulation tools have been developed in this regard. The study generally focuses on predicting the results of interventions to selected buildings with these tools and making suggestions for a more efficient use.

In the thesis, firstly related terms and concepts to the topic are explained. The breakthroughs made in the development process of the skyscrapers and their results, visual comfort parameters and the daylight evaluation systems are explained. After that, measurements and their results were explained, simulations were prepared based on two selected skyscrapers. Two skyscrapers were calibrated using data from measurements and simulations. The current daylight usage values of the selected skyscrapers are obtained, and different alternatives were tried with simulations. Visual comfort is increased in both buildings in all alternative scenarios created. In the thermal comfort analysis for the simulation period, the glass application gave more effective results in creating comfort compared to the shading element. Considering all this information, suggestions have been made to increase the visual comfort level of the two skyscrapers selected. The benefits of daylight analysis and climate-based daylighting methods for improving visual comfort in skyscrapers are mentioned.

Keywords: Daylight use, Simulations, Skyscrapers, Visual comfort, Thermal Comfort, Folkart Towers, Mistral Izmir

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZ	iv
ABSTRACT	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
TABLolar LİSTESİ	xv
KISALTMALAR	xvii

BÖLÜM BİR- GİRİŞ.....1

1.1 Problemin Tanımı.....	2
1.2 Çalışmanın Amacı.....	5
1.3 Çalışmanın Kapsamı.....	6
1.4 Çalışmanın Yöntemi.....	6

BÖLÜM İKİ- TANIMLAR VE GÖKDELENLERİN TARİHSEL GELİŞİMİ...8

2.1 Gökdelenlerin Tanımı.....	8
2.2 Tarihi Perspektif ve Gelişim Süreci.....	9
2.2.1 Equitable Life.....	12
2.2.2 Fuller Flatiron Binası.....	13
2.2.3 Birleşmiş Milletler Genel Merkezi,	15
2.2.4 Empire State Binası	16
2.2.4 Sears Kulesi/ Willis Kulesi.....	17
2.2.5 Taipei 101.....	19
2.2.6 Guangzhou CTF Finance Center.....	20
2.2.7 Ping An Finance Center.....	21
2.2.8 Dünya Ticaret Merkezi.....	23
2.2.9 Burj Khalifa.....	24
2.3 Giydirme Cepheler.....	27

2.3.1 Modüler Koordinasyon ve Günişığı İlişkisi.....	28
2.3.2 Giydirme Cephelerin Gelişimi ve Sınıflandırması.....	29
BÖLÜM ÜÇ- GÖRSEL KONFOR PARAMETRELERİ.....	36
3.1 Günişığı Kontrol Sistemleri.....	37
3.1.1 Güneşe Göre Yönlenme.....	39
3.1.2 Bölgelere Ayrılmış Alan Organizasyonu.....	40
3.1.3 Strüktür ve Açıklıklar.....	41
3.1.4 Cam Çeşitleri.....	42
3.1.4.1 Kromatik Camlar.....	43
3.1.4.2 Holografik Camlar.....	46
3.1.4.3 Dikroik Kaplamalı Camlar	47
3.1.4.4 Açısal ve Tayfsal Seçici Camlar.....	48
3.1.4.5 Prizmatik Camlar.....	49
3.1.4.6 Asitle Aşındırılmış Camlar (Etched).....	50
3.1.4.7 Renkli Cam Tozundan Cam (Frit Cam)	50
3.1.4.8 Faz Değiştiren Camlar.....	51
3.1.5 Gölgeleme Elemanları.....	51
3.1.5.1 Sabit Gölgeleme Elemanları.....	52
3.1.5.2 Hareketli Gölgeleme Elemanları.....	52
3.1.5.3 İçeriden Monteli Gölgeleme Elemanları.....	53
3.1.5.4 Dışarıdan Monteli Gölgeleme Elemanları.....	54
3.2 Aydınlatma Gerekliklikleri.....	55
3.2.1. Aydınlık Seviyeleri Dağılımı.....	57
3.2.2 Günişığı Faktörü.....	57
3.2.3 Kamaşma Kontrolü.....	58
3.3 Gökdelemler ve Günişığı Kontrolü.....	58
BÖLÜM DÖRT- BAYRAKLI'DAKİ GÖKDELEMLERİN GÜNişığı KULLANIMI AÇISINDAN İNCELENMESİ.....	63

4.1 Bayraklı Kulesi.....	65
4.2 Ege Perla Kuleleri.....	67
4.3 Megapol Tower.....	68
4.4 Folkart Kuleleri.....	69
4.4.1 Folkart A Kulesi'nin Simülasyon Kullanılarak Güneşli Kontrolünün İncelenmesi.....	72
4.4.1.1 Modelleme Süreci.....	73
4.4.1.2 Yapım Malzemeleri.....	77
4.4.1.3 Ölçümler ve Kalibrasyon	80
4.4.1.4 Güneşli Ölçü Birimleri.....	82
4.4.1.5 EPW Weather File – Energy Plus Hava Durumu Dosyası.....	83
4.4.1.6 Kalibrasyon Süreci.....	84
4.4.2 Folkart A Kulesi Statik Ölçüm Sistemleri Kullanılarak Yapılan İnceleme.....	87
4.4.2.1 Simülasyonlarda kullanılan senaryolar.....	90
4.4.2.1.1 Gölgeleme Elemanları.....	89
4.4.2.1.2 Cam Çeşitleri.....	94
4.4.3 Folkart A Kulesi Dinamik Güneşli Ölçüm Sistemleri Kullanarak Yapılan İnceleme.....	96
4.5 Mistral İzmir.....	102
4.5.1 Mistral Ofis Kulesi Ölçümleri.....	103
4.5.2 Mistral Ofis Kulesinin Simülasyon Kullanılarak Güneşli Kullanımının İncelenmesi.....	106
4.5.2.1 Mistral Ofis Kulesi Statik Değerlendirme Yöntemleri ile Yapılan İnceleme.....	112
4.5.2.2 Mistral Ofis Kulesi Dinamik Değerlendirme Sistemleri ile Yapılan İnceleme.....	118
4.6 Mistral Ofis Kulesi ve Folkart A Kulesi Isıl Konfor Değerlendirmeleri.....	124
4.7 Mistral Ofis Kulesi ve Folkart A Kulesi Görsel Konfor Değerlendirmeleri...	127
BÖLÜM BEŞ- SONUÇ.....	133
KAYNAKLAR.....	136

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 Otis kardeşler tarafından tasarlanan ilk yolcu asansörü.....	11
Şekil 2.2 Home Insurance binası, 1885.....	11
Şekil 2.3 Fuller Flatiron Binası, New York	14
Şekil 2.4 Birleşmiş Milletler Genel Merkezi	15
Şekil 2.5 Empire State Binası.....	16
Şekil 2.7 Hugh Ferriss'in izinli en yüksek kütle çalışmaları, 1922	18
Şekil 2.8 Taipei 101'in görünüşü	20
Şekil 2.9 Ping An Finans Merkezi'nin Görünüşü	21
Şekil 2.10 Ping An Finance Merkezi'nin kütle tasarımı	22
Şekil 2.11 Dünya Ticaret Merkezi Kulesi.....	23
Şekil 2.12 Dünya Ticaret Merkezi Kuleleri.....	23
Şekil 2.13 Burj Khalifa görünüşü ve plan yapısı	25
Şekil 2.14 2001 yılından başlayarak, dünya çapında tamamlanan en yüksek binalar	26
Şekil 2.15 Çeşitli insan aktiviteleri için oluşturulmuş fonksiyonel modüler parçalar ve modülerliği kontrol eden referanslar	29
Şekil 2.16 Hallidie Binası ve Cephe Kesiti	30
Şekil 2.17 Bauhaus Binası	31
Şekil 2.18 Chrysler Building.....	31
Şekil 2.19 Pittsburg'daki Alcoa Gökdeleni.....	32
Şekil 2.20 Lever Binası.....	32
Şekil 2.21 Centre For Window and Cladding Technology (CWCT) 200A' ye göre giydirmce cephe sistemleri.....	34
Şekil 3.1 Günışığı kontrolünde cephe elemanları işleyiş şeması	38
Şekil 3.2 Şekil 3.2 Güneşin gökyüzündeki konumu.....	39

Şekil 3.3 Dinamik bir faktör olarak günışığı.....	40
Şekil 3.4 Oda yerleşimleri ve yönlenme şemaları.....	41
Şekil 3.5 4 mm'lik bir cam tabakasının enerji ve günışığı dengesi şemaları.....	43
Şekil 3.6 Elektrokromik camların işleyişi.....	44
Şeki 3.7 Elektrokromik camın değişim gerçekleştirmemiş hali.....	44
Şekil 3.8 Elektrokromik camın işleyişi ve mekâna etkisi	44
Şekil 3.9 Konferans salonu çatısı, The University of Technology of Gdansk, Poland	45
Şekil 3.10 Termokromik camın değişik durumlarda görünüşleri.....	46
Şekil 3.11 Siauliai Arena / E. Miliuno studija + Dvieju Grupe	47
Şekil 3.12 Siauliai Arena / E. Miliuno studija + Dvieju Grupe koridordan bir görünüş	47
Şekil 3.13 Christian İlahiyat Okulu, Sweeny Şapeli, Indianapolis, ABD, iç mekânda dikroik kaplamalı camların oluşturduğu etki.....	47
Şekil 3.14 Tepe açıklığında seçici cam uygulaması.....	48
Şekil 3.15 Baccarat Hotel & Residences, prizmatik cam cephesi.....	49
Şekil 3.16 Kunsthaus Bregenz binası cephe görünümü.....	50
Şekil 3.17 Kunsthaus binası iç mekan görünümü.....	50
Şekil 3.18 Utrecht University Library, Wiel Arets	50
Şekil 3.19 Domat/Ems, İsviçre, 2004, Dietrich Schwarz binası cephe görünümü	51
Şekil 3.20 UniveraOffice'in dış kısmına monte edilmiş yatay panjurlar.....	52
Şekil 3.21 Konak'ta br ofis binasının iç kısmına monte edilmiş dikey panjurlar.....	53
Şekil 3.22 Folkart A kulesi iç mekanda kullanılan gölgeleme elemanı.....	53
Şekil 3.23 Mistral İzmir Ofis Kulesi iç mekanda kullanılan gölgeleme elemanı	53
Şekil 3.24 Dıştan gölgelemeli tek tabalı giydirme cephe.....	54
Şekil 3.25 Günışığı düzenine göre en yüksek ölçüde oda derinliğinin hesaplanması	56

Şekil 3.26 Işık seviyesinin bir binanın tepe ve cadde seviyesi arasındaki farkı kavramına bağlı olarak bir sokak görünüşü.....	59
Şekil 3.27 Sokak seviyesi boyunca medyandan bir güneş açısını takip ederek geri çekme uygulanması	60
Şekil 3.28 Henri Sauvage'ın basamaklı terasları olan binasının şematik görünüşleri	61
Şekil 3.29 Henri Sauvage'ın basamaklı terasları olan binasının kesiti	61
Şekil 3.30 Wuhan Center giydirme cepheleri	62
Şekil 4.1 İzmir'de Bayraklı'nın konumunu gösteren harita.....	63
Şekil 4.2 Kazanan projenin master planı, İzmir Büyükşehir Belediyesi'nin Uluslararası İzmir Liman Bölgesi Yarışması Jüri Raporu.....	64
Şekil 4.3 İzmir'in yeni şehir merkezinin 1/5000 masterplanı.....	64
Şekil 4.4 Ege Perla, Mistral ve Folkart kuleleri görünüşü	65
Şekil 4.5 Bayraklı'daki gökdelenlerin konumları	65
Şekil 4.6 Bayraklı Tower, İzmir.....	66
Şekil 4.7 Ege Perla Kuleleri görünüşü	67
Şekil 4.8 Ege Perla Konut Kulesi cephe kaplamaları yapım aşaması.....	68
Şekil 4.9 Megapol Tower görünüşü	68
Şekil 4.10 Folkart Kuleleri Vaziyet Planı.....	69
Şekil 4.11 Folkart Towers Kompozit Cephe ve Yapım Aşaması	70
Şekil 4.12 Kamaşma problemine ofisten bir örnek.....	70
Şekil 4.13 Folkart kuleleri 21 Mart saat 9.00, 12.00 ve 16.00, günışığı diyagramları.....	71
Şekil 4.14 Folkart kuleleri 21 Haziran saat 9.00, 12.00 ve 16.00, günışığı diyagramları.....	71
Şekil 4.15 Folkart kuleleri 23 Eylül saat 9.00, 12.00 ve 16.00, günışığı diyagramları.....	71

Şekil 4.16 Folkart kuleleri 21 Aralık saat 9.00, 12.00 ve 16.00, günışığı diyagramları.....	71
Şekil 4.17 Testo ölçüm cihazlarından toplanan veriler, 17 Kasım 2020- 22 Şubat 2021 tarihleri arasındaki sıcaklık, nem ve aydınlatma seviyeleri.....	72
Şekil 4.18 Folkart Tower Designbuilder modeli.....	74
Şekil 4.19 Ölçüm yapılan ofisin bulunduğu kat modeli.....	75
Şekil 4.20 Ölçüm yapılan ofisin DesignBuilder modeli	76
Şekil 4.21 Folkart ölçüm cihazları bırakılan nokta	80
Şekil 4.22 Planda Folkart ölçüm cihazları bırakılan yerin gösterimi.....	80
Şekil 4.23 Epw hava durumu dosyasının DB'ye yüklenmesi.....	84
Şekil 4.24 Folkart A Kulesi 39. kat modeli için RMSE hesabı sonucu	86
Şekil 4.25 Folkart A Kulesi 39. Kat modeli için MBE hesabı sonucu	86
Şekil 4.26 39. kat mevcut durum, gündönümü ve ekinoks günleri saat 16.00'da alınan lüks ve günışığı faktörü cinsinden aydınlanma simülasyonları.....	89
Şekil 4.27 1 metrede bir geçen 50 cm lik lamine cam düşey elemanlar.	90
Şekil 4.28 39. kat, düşey gölgeleme elemanları eklendikten sonra, gündönümü ve ekinoks günleri saat 16.00'da alınan lüks ve günışığı faktörü cinsinden aydınlanma simülasyonları.....	91
Şekil 4.29 Yatay gölgeleme elemanı geometrisi.....	92
Şekil 4.30 39. kat, yatay gölgeleme elemanları eklendikten sonra, gündönümü ve ekinoks günleri saat 16.00'da alınan lüks ve günışığı faktörü cinsinden aydınlanma simülasyonları.....	93
Şekil 4.31 Modelde seçilen 40 cm enindeki 20 cm'de bir 15 derecelik açıyla konumlandırılmış louvre gölgeleme elemanları kesiti	94
Şekil 4.32 39. kat, üç katmanlı lamine cam seçildikten sonra, gündönümü ve ekinoks günleri saat 16.00'da alınan lüks ve günışığı faktörü cinsinden aydınlanma simülasyonları.....	95

Şekil 4.33 39. kat, üçlü termokromik cam seçildikten sonra, gündönümü ve ekinoks günleri saat 16.00'da alınan lüks ve günışığı faktörü cinsinden aydınlanma simülasyonları.....	96
Şekil 4.34 Mevcut durum UDI ölçüm sonuçları	98
Şekil 4.35 Yatay gölgeleme elemanları ile UDI	98
Şekil 4.36 Düşey gölgeleme elemanları ile UDI.....	99
Şekil 4.37 Üçlü lamine cam kullanımı ile UDI.....	99
Şekil 4.38 Termokromik cam kullanımı ile UDI	100
Şekil 4.39 Mistral İzmir vaziyet planı.....	102
Şekil 4.40 Mistral İzmir görüşleri.....	103
Şekil 4.41 Mistral ölçüm yapılan oda.....	104
Şekil 4.42 Mistral 42. Kat planında ölçüm cihazları bırakılan yerin gösterimi	104
Şekil 4.43 Mistral Designbuilder modeli	107
Şekil 4.44 Ölçüm yapılan Ofisin bulunduğu DB Kat modeli	108
Şekil 4.45 DB Kat modeli oda işlevleri şeması	109
Şekil 4.46 Mistral Ofis kulesi 42. Kat modeli için MBE hesabı sonucu	111
Şekil 4.47 Mistral Ofis kulesi 42. kat modeli için RMSE hesabı sonucu	111
Şekil 4.48 Mistral ofis ve konut kulesi, 21 Mart saat 9.00, 12.00 ve 16.00 günışığı diyagramları.....	112
Şekil 4.49 Mistral ofis ve konut kulesi, 21 Haziran saat 9.00, 12.00 ve 16.00 günışığı diyagramları.....	112
Şekil 4.50 Mistral ofis ve konut kulesi, 23 Eylül saat 9.00, 12.00 ve 16.00 günışığı diyagramları.....	112
Şekil 4.51 Mistral ofis ve konut kulesi, 21 Aralık saat 9.00, 12.00 ve 16.00 günışığı diyagramları.....	112
Şekil 4.52 42. kat mevcut durum, gündönümü ve ekinoks günleri saat 16.00'da alınan lüks ve günışığı faktörü cinsinden aydınlanma simülasyonları.....	113

Şekil 4.53 1 metrede bir geçen 50 cm'lik lamine cam düşey elemanlar.....	114
Şekil 4.54 Kullanılan düşey gölgeleme elamanlarının modelde cepheden görünüşü	114
Şekil 4.55 42.kat, düşey gölgeleme elemanları eklendikten sonra, gündönümü ve ekinoks günleri saat 16.00'da alınan lüks ve günışığı faktörü cinsinden aydınlanma simülasyonları	115
Şekil 4.56 42.kat, yatay gölgeleme elemanları eklendikten sonra, gündönümü ve ekinoks günleri saat 16.00'da alınan lüks ve günışığı faktörü cinsinden aydınlanma simülasyonları	116
Şekil 4.57 42. kat, üç katmanlı lamine cam seçildikten sonra, gündönümü ve ekinoks günleri saat 16.00'da alınan lüks ve günışığı faktörü cinsinden aydınlanma simülasyonları.....	117
Şekil 4.58 42. kat, üçlü termokromik cam seçildikten sonra, gündönümü ve ekinoks günleri saat 16.00'da alınan lüks ve günışığı faktörü cinsinden aydınlanma simülasyonları.....	118
Şekil 4.59 Kış kıyafeti konforlu alan dönemi Ashrae standardına göre gösterimi...	120
Şekil 4.60 Yaz kıyafeti konforlu alan dönemi Ashrae standardına göre gösterimi..	120
Şekil 4.61 Folkart gökdeleni DB modelinde seçilen senaryoların aydınlık değerlerinin lüks cinsinden karşılaştırılması.....	128
Şekil 4.62 Folkart gökdeleni DB modelinde seçilen senaryoların günışığı faktörü cinsinden karşılaştırılması.....	128
Şekil 4.63 Mistral gökdeleni DB modelinde seçilen senaryoların aydınlık değerlerinin lüks cinsinden karşılaştırılması.....	129
Şekil 4.64 Mistral gökdeleni DB modelinde seçilen senaryoların günışığı faktörü cinsinden karşılaştırılması.....	129
Şekil 4.65 Folkart ve Mistral gökdelenlerinin kullanılan alternatiflere göre ASE değerleri karşılaştırılması.....	132

TABLolar LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1 Gökdelenlerin gelişim sürecinde ele alınan binalar ve künyeler.....	10
Tablo 2.2 Gökdelenlerin gelişim sürecinde ortaya çıkan sorunlara bulunan çözümler ve atılımlar.....	10
Tablo 3.1 Günümüzde kullanılan camın genel bileşenleri (Bu kompozisyon Avrupa EN 571 Part 1'e göre standartlaştırılmıştır.).....	42
Tablo 4.1 Folkart ölçüm yapılan ofisin ısıtma ve soğutma planı.....	77
Tablo 4.2 Modelde gerçeğe uygun atanan yapım malzemelerini, ölçüleri ve U değerleri.....	78
Tablo 4.3 Ölçüm yapılan tarih aralığındaki Folkart Kulesi saatlik günışığı ortalamaları.....	81
Tablo 4.4 Ölçüm yapılan tarih aralığındaki Folkart Kulesi saatlik sıcaklık ortalamaları.....	82
Tablo 4.5 Folkart A Kulesi Simülasyonda kullanılan senaryolar ve ASE değerleri karşılaştırması.....	101
Tablo 4.6 Ölçüm yapılan aralıktaki saatlik ortalama ışık değerleri.....	105
Tablo 4.7 Ölçüm yapılan aralıktaki iç mekân saatlik ortalama sıcaklık değerleri.....	106
Tablo 4.8 Mistral ofis kulesi ölçüm yapılan ofisin ısıtma ve soğutma planı.....	110
Tablo 4.9 Mistral gökdeleninin günışığı analizinde kullanılan alternatiflere göre ASE değerleri.....	119
Tablo 4.10 Simülasyonlar için oluşturulan alternatif senaryolar ve açıklamaları.....	120
Tablo 4.11 Folkart A Kulesi ölçüm yapılan tarihler arasındaki durum konforsuzluk saatleri.....	121
Tablo 4.12 Folkart A Kulesi Alternatif 1, Ölçüm yapılan tarihler arasındaki konforsuzluk saatleri.....	121

Tablo 4.13 Folkart A Kulesi Alternatif 2, ölçüm yapılan tarihler arasındaki konforsuzluk saatleri.....	122
Tablo 4.14 Folkart A Kulesi Alternatif 3, ölçüm yapılan tarihler arasındaki konforsuzluk saatleri.....	122
Tablo 4.15 Folkart A Kulesi Alternatif 4, ölçüm yapılan tarihler arasındaki konforsuzluk saatleri.....	123
Tablo 4.16 Mistral ofis kulesi mevcut durum, ölçüm yapılan tarihler arasındaki konforsuzluk saatleri.....	124
Tablo 4.17 Mistral ofis kulesi alternatif 1, ölçüm yapılan tarihler arasındaki konforsuzluk saatleri.....	124
Tablo 4.18 Mistral ofis kulesi alternatif 2, ölçüm yapılan tarihler arasındaki konforsuzluk saatleri.....	125
Tablo 4.19 Mistral ofis kulesi alternatif 3, ölçüm yapılan tarihler arasındaki konforsuzluk saatleri.....	125
Tablo 4.20 Mistral ofis kulesi alternatif 4, ölçüm yapılan tarihler arasındaki konforsuzluk saatleri.....	126
Tablo 4.21 Folkart ve Mistral gökdelenini mevcut durum ve oluşturulan alternatiflere göre ısı konfor karşılaştırması.....	127
Tablo 4.22 UDI ölçüm sistemi üzerinden farklı alternatiflerin karşılaştırılması.....	130
Tablo 4.23 Folkart ve Mistral gökdelenlerinin günışığı analizinde kullanılan alternatiflere göre ASE değerleri.....	131
Tablo 5.1 Mistral ofis kulesi ve Folkart A kulesi görsel ve ısı konfor karşılaştırmaları.....	134

KISALTMALAR

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
Asb	: Apostible (parlaklık ölçüsü)
ASE	: Yıllık Güneş Işığ ı Aşımı
ASHRAE	: American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers
B.A.E.	: Birleşik Arap Emirlikleri
Clo	: Clothing (DesignBuilder ısı l konfor dönemi)
cm	: Santimetre
CSV	: Comma Separated Values
CTBUH	: Yüksek Binalar ve Kentsel Yaşam Konseyi
DB	: Design Builder
DF	: Daylight Factor Gü n ış ığı Faktörü
Dxf	: Drawing Exchange Format
Epw	: EnergyPlus Weather File
IIT	: Illionis Institute of Technology
Km	: Kilometre
LEED	: Leadership in Energy Enviromental Design
MBE	: Mean Bias Error
mm	: Milimetre
NZEB	: Nearly Zero Energy Building (Neredeyse S ıfır Enerjili Bina)
PVB	: Polivinil Burital
RMSE	: Root Mean Square Error
SDA	: Mekansal Gü n ış ığı Otonomisi
S.O.M	: Skidmors Owings & Merrill
SWFC	: Şanghay Dünya Finans Merkezi
UDI	: Usefull Daylight Illuminance
UV	: Ultra Viyole

BÖLÜM BİR

GİRİŞ

Günümüzde, giderek daha fazla insan şehirlerde ve yüksek yapılarda yaşamaya ve zamanının büyük kısmını geçirmeye başlamıştır. Günümüzün sosyoekonomik durumları insanları büyük kentlerde yaşamaya iterken buralarda vakit geçirilen ortamların sağlık koşulları önemlidir. Güneş, Dünya için hem ısı hem de ışık kaynağıdır. Güneşten gerekli miktarda faydalanan çalışma ve yaşam ortamları, psikolojik ve fizyolojik sağlığımızın dengede olmasını sağlarken; temiz hava, ısı konfor, havalandırma ve doğayla bağlantımızın sağlanması gibi konular, ortamın ne kadar sağlıklı yaşamaya, çalışmaya ve diğer aktivitelere elverişli olduğunu belirlerler. İç mekân konforunu sağlama ve sağlıklı bir ortam oluşturma dışında güneşin yönetimi binalarda, özellikle ofis ve ticari yapılarda enerji korunumu için çok büyük bir önem taşır. Boş arsa bulma sıkıntısı yaşanan büyükşehirlerde özellikle ofislerin çok katlı gökdelenlerde toplanması iyi bir çözüm gibi görünmekle birlikte güneşten dengeli ve yeteri kadar yararlanma konusunda birçok sıkıntı yaşanmaktadır. Doğu ve güney yönüne bakan ofislerde ısı konforu olarak özellikle yaz aylarında rahatsızlık hissedilirken, doğu ve batı yönüne bakan ofislerde kamaşma sorunu görülmektedir. Kuzey yönüne bakan ofisler ise kış aylarında ısı konforu olarak yeteri kadar güneşten yararlanamamaktadır. Mekanların hem aydınlatılması hem de ısı konforunun sağlanmasında etkili olan güneşin kontrolü için birçok yöntem geliştirilmiş olmakla birlikte; simgesel bir anlamı da olan gökdelenin cephesel birlikteliğini bu yöntemlerin bozmaması da gerekmektedir.

Bu bağlamda günlük hayatı, kentsel yaşamın ayrılmaz bir parçası olan yüksek yapılarda güneşin hem kullanıcılar hem de çevre için en iyi derecede faydalı olacak şekilde kullanımı ve yönlendirilmesi için bakış açıları, teknikler ve stratejiler incelenmiş, İzmir ili Bayraklı ilçesindeki iki örnek gökdelende güneş kontrolü geliştirme önerileri olarak çözümler geliştirilmiştir.

1.1 Problemin Tanımı

Gökdelenler kentsel alanda, diğer bina türlerine kıyasla az taban alanı kaplamaları, nüfus artışı gibi problemlere çözüm getirmeleri, pek çok fonksiyonu aynı binada toplamaları ve sembol yapılar olmaları nedeniyle günümüzde ve gelecek yaşamlar için tercih edilirler. Gökdelenler, bu olumlu yönlerinin yanı sıra, ekolojik ve çevresel açıdan enerji tüketimi, ısı ve görsel konfor problemleri oluşturabilecek yapılardır. Bu tür binalar, yapay aydınlatma, ısıtma ve soğutma için çokça mekanik ve elektrik gücü gereksinimi duyar ve sonuç olarak büyük miktarda enerji tüketirler. Bunun yanında bu çözümler her zaman ısı ve görsel konfor problemlerine yeteri kadar yanıt verememektedir. Gökdelenler bu yönleriyle, ekolojik ve yeşil tasarım açısından büyük ilgi gösterilmesi gereken alanlardır.

Binayı tasarlarken, arazi ölçeğinden başlayıp, bina formu, strüktürü, cephe özellikleri, iç mekân düzenlemesi, tek tek yapı elemanı, yapı bileşeni ve yapı malzemesi ölçeğine gelene kadar, farklı aşamalarda farklı stratejiler geliştirmek ve bunların birbirleriyle ilişkileri binanın bir bütün olarak, amacına uygun işleyişini sağlarken, kullanıcıya konforlu ortam sağlanmasına olanak tanımaktadır.

Binaların enerji tüketimini ve güneşliği kontrolünün sonuçlarını tahmin etmek, gelecekteki ısı ve görsel konfor entegreli bina planlaması oluşturmaya ve enerji kullanımında tasarruf sağlamamıza olanak verir. Bu konuda çok sayıda bilimsel olarak onaylanmış bina simülasyon araçları geliştirilmiştir. Çalışmada genel olarak bu araçlarla, seçilen binalara yapılabilecek müdahalelerin sonuçlarını öngörmeye ve daha verimli bir kullanım için öneriler getirilmeye odaklanılmıştır.

Gökdelenlerin gelişim sürecinde, güneşliği kullanımıyla ilgili belirgin problemlere rastlanılmıştır. Çoğunlukla ofis, konut, ticari gibi karma kullanımların bir arada olduğu gökdelenlerde, güneşliğin kontrolü, enerji tüketimini ve kullanıcıların ısı, görsel konforunu direkt etkilemektedir. Amacına uygun şekilde aydınlatılmış mekanlar tasarlamak için güneşliğin kontrol etmenin ve yönlendirmenin birçok yolu vardır. Açıklıkların farklı özelliklerinin kullanılması, mimari tasarım kriterlerinin göz önünde

bulundurulması, verimli bir şekilde g n     alan iç mekanlar olu turmamızı sa lar. Literatürde gökdelenlerde kullanıcıların pek çok aktivitesini etkileyen görsel ve ısı konforun, g n     kontrol sistemleri ile değerlendirilmesinin etkilerini araştıran bir çalışmaya rastlanılmamıştır. G n     kontrolüyle ilgili gelişmeler fazlaca olmasına rağmen Bayraklı ilçesinde seçilen binalarda kullanılmaması dikkat çekmektedir. G n     kontrol sistemlerinin gökdelenlere entegresi, görsel konfor açısından, bu binalarda ve gelecekte tasarlanabilecek gökdelenlerde çözüm getiren  oneriler sunabilmektedir.

Tez’de yapılan saha çalışmasına benzer çalışmalar incelenmiş bunlardan bazıları anlatılmıştır. Çalışmayla benzerlikleri ve ayrılık noktaları anlatılmıştır.

Ba , Kazanasmaz (2020), İzmir’de tek hacimli bir ofis üzerinden yürüttükleri çalışmalarında, ofisin g n     otonomisini (ASE) ve toplam enerji yükünü dengelemek için, en elverişli pencere duvar oranı (PDO), ya dayanan b t nle mi  termal-aydınlatma simülasyonlarından faydalanmı lardır. Olası en yüksek g n     faydası ve en düşük toplam enerji tüketimini sağlamak için, en uygun pencere- duvar oranı değerleri sırasıyla, güney ve batıda %30, doğuda %40 ve kuzeyde %60 olarak bulunmuştur. Çalışma pencere alanındaki azalmanın, her bir alanda (ısıtma, soğutma ve aydınlatma) ne kadar enerji tasarrufu sa ladığının görülmesi açısından  onemlidir.

Erlalelitepe, Aral, Kazanasmaz (2011), “Eğitim Yapılarının Bina Performansı Açısından İncelenmesi” çalışmasında binaların temin etmesi gereken enerji tüketimini azaltmak için yeterli g n     koşulları ve görsel konfor sorunlarının çözülmesi gerektiğini vurgulayarak, eğitim yapılarının aydınlatma standartlarını incelemişlerdir. Bir  niversite binasının g n     performansını belirlemek için, aydınlatma ölçümlerine dayalı bir yöntem belirlemişlerdir. Kullan c ların eylemlerine uygun aydınlık seviyesinin olup olmadığı ve güneş kırıcı elemanların etkin bir şekilde kullanılıp kullanılmadığı sorularını gündeme getirirler. Pencere boyutlarının, Yüzeylerin  ekil de yapısal özelliklerinin, aydınlatma dağılımını etkilediğini çalışmalarında göstermişlerdir.

Bir başka çalışmada Konstantzos, Tzempelikos, Chan (2015), “dinamik pencere gölgeleme elemanı olan ofislerde günışığı kamaşma olasılığının deneysel ve simülasyona analizi” adlı çalışmalarında saatlik düzlemde ölçülmüş verileri kullanmışlar ve direkt güneş ışığı erişimi olan bir pencerede doğrudan ve dağınık gelen günışığını hesaplamışlardır. Daha sonra deneysel ve simülasyona dayalı bir şekilde kamaşma olasılığı, ofis alanlarında kapalı ve kontrol edilen gölgelikleri kapsayan simülasyon senaryolarıyla hesaplanmıştır.

Bourgeois, Reinhart, Ward, (2008), “Dinamik günışığı simülasyonları için standart günışığı katsayı modeli” makalelerinde dinamik günışığı simülasyonları (DDS) için bazı yöntemleri birleştiren standart bir günışığı katsayı modeli önermektedirler. Model, bir binadaki farklı sensörler ve gölgeleme cihaz ayarları için günışığı katsayısı verilerini yapılandırmakta kullanılan standart bir XML dosya formatının tanımını ve dinamik simülasyon amaçlarına eşlik eden yazılım konseptlerinin geliştirilmesini içerir.

Öztürk, Durmuş Arsan, Kazanasmaz, (2017), “Günışığıyla Aydınlatma Sistemlerini güçlendirerek Az Katlı bir Dairede Enerji Verimliliğinin Artırılması” çalışmalarında, yerleşim yerinin avantajlarından yararlanan konutlarda aydınlatma stratejileri üzerine çalışmışlardır. Güneşe göre yönlenme, kullanıcılarının ihtiyaçlarının sınıflandırılması ve enerji verimli aydınlatma sistemlerinin yenilikleri kullanılması çalışmanın başlıca odak noktalarıdır. Yöntem Designbuilder ve Dialüks simülasyon araçlarının ortak kullanımlı olduğu enerji ve aydınlatma simülasyon modellerine dayanmaktadır. Çalışmalarında bu araçların güçlendirilmesi sayesinde, daha iyi bir görsel konfor sağlamanın yanı sıra soğutma yüklerini azaltmak ve enerji verimli bir aydınlatma sistemi oluşturmak mümkün hale geldiğini göstermişlerdir.

Kızılörenli ve Tokuç (2022), “Günışığı Performansı için Tepkisel Bir Cephe Sisteminin Parametrik Optimizasyonu” makalelerinde, en uygun günışığı kullanımı için verimli cephelerin tasarımında kinetik cephe sistemlerinin potansiyelini araştırmışlardır. Metodoloji, en verimli tasarımı ortaya çıkarmak için daha da optimize edilmiş, genel bir binaya uygulanan kinetik cephe modellerinin hesaplamalı

modellerine dayanmaktadır. Cephe, dikey eksen etrafında basit bir dönüşle hem günışığı kontrolü hem de görsel konfor sağlayan üçgenlere dayalı modüler bir desene sahiptir. Bu çalışmanın metodolojik yaklaşımı modelleme, simülasyon ve optimizasyonu içermektedir. Makalede günışığı kontrolü için verimli bir şekilde çalışan üçgen bir geometri oluşturarak bir cephe sistemi tasarımı önerilmektedir bu aşamada simülasyonlar ve günışığı dinamik metriklerinden faydalanılmıştır.

Morys, Fahmy, Elshakour ve Belal (2018), “Isı Yalıtımının Bina Isı Konforuna Etkisi ve Mısır’da Enerji Tüketimi” makalelerinde, Mısır’ın başkenti Kahire’deki bir eğitim binasında ısı konfor ve enerji tüketimini incelemişlerdir. Kullanılan farklı malzemelerin verilerinin ısı konfora etkileri Mısır enerji kodu esas alınarak incelenmiştir. Simülasyonlar aracılığıyla konforsuz saatler üzerinden karşılaştırma yapılmıştır.

Literatürdeki bulunan yayınlar incelendiğinde ısı ve görsel konfor üzerine yapılan çalışmaların gökdelenlerle ilgili olmadığı, enerji tüketiminin azaltılmasına yönelik çalışmalar olduğu, cephe elemanlarının gün ışığı performans iyileştirmelerine yönelik yayınlar olduğu görülmüş olmasına karşın tarafımdan hazırlanan tezde günışığı kontrol sistemlerinin gökdelenlere uygulanması, görsel ve ısı konfor açısından, gökdelenler özelinde getirilen çözüm önerileri nedeniyle diğer çalışmalardan ayrılmakta ve bilime katkı sunmaktadır.

1.2 Çalışmanın Amacı

Çalışmanın amacı, gökdelenlere uygulanabilecek günışığı kontrol sistemlerinin, görsel konfora etkilerini görmek ve enerji tüketimini en düşük seviyede tutacak şekilde, bu konfor problemlerine öneriler getirmektir. Günışığı kontrol sistemleri bahsedilen ilişki içerisinde, parçalar halinde ve bir bütün olarak incelenerek yeni stratejiler ve coğrafik konuma ve iklime uygun çözümler getirilmesi amaçlanmıştır.

Oluşturulan simülasyonlar, binalara günışığı performansını sağlayacak günışığı kontrol parametrelerinin entegrasyonu ile bu fikirlerin etkilerini kontrol etme olanağı

sağlar. Bu bağlamda, simülasyonlarda oluşturulan alternatif senaryolarda kullanılan cam çeşitlerinin ve farklı gölgeleme elemanlarının görsel ve ısı konfora etkileri araştırılmıştır.

1.3 Çalışmanın Kapsamı

2000’li yılların başlarında İzmir’in Bayraklı ilçesinin kıyı kesiminde yer alan Adalet Mahallesi İzmir’in yeni iş merkezi olarak belirlenmiş ve kısa süre içerisinde bu bölgede çok sayıda gökdelen inşa edilmiştir. Bu gökdelenlerden ilk inşa edileni Folkart Kuleleri olup cepheleri kısmen cam giydirmeye cephe ve kısmen de kompozit panel kaplıdır. Bu özelliği ile tez kapsamına alınmıştır. Tez kapsamına alınan bir diğer gökdelen ise tamamen şeffaf cam giydirmeye cephe kaplı olan Mistral Kulesi’dir. Bu iki gökdelen günışığı performansları açısından incelenmiş, iki farklı değerlendirme alanı sunması açısından oluşturulan simülasyonlarda kullanılmak üzere seçilmişlerdir.

Günışığı kontrol sistemlerinin farklı uygulamalarla görsel konfora etkileri, Akdeniz ikliminde yer alan bu iki gökdelen bazında değerlendirilmiştir. Kamaşma probleminin çokça yaşandığı bu iki gökdelenin alternatif günışığı kullanımı senaryolarıyla performansları değerlendirilmiştir. Bunun yanında binaların ısı konforuna da değinilmektedir. Çalışma kapsamında gökdelenlerin tarihsel gelişimi, cephe çeşitleri ve günışığı kontrol parametreleri irdelendikten sonra, seçilen binaların üzerinden ölçümler ve simülasyonlar hazırlanmış, simülasyon sonuçları karşılaştırılmış, görsel konfora katkı sağlayacak birtakım öneriler getirilmiştir.

1.4 Çalışmanın Yöntemi

Tez oluşturulurken ilk olarak nitel araştırma yöntemlerinden literatür çalışması yapılmış, incelenen konu ile ilgili kaynaklar taranmış ve bu bilgiler çeşitli sınıflandırmalar ile sunulmuştur. Nicel araştırma yöntemlerinden nümerik analiz yapılmış, saha çalışması ile elde edilen bilgiler simülasyonlarda kullanılmıştır. Seçilen gökdelenlerde Aralık 2020- Şubat 2021 arası iki aylık süreçte, simülasyonların etkinliğini belirleyen kalibrasyonlarda kullanılmak üzere; ısı, bağıl nem ve ışık

ölçümleri Testo firmasının cihazları ile yapılmış, elde edilen veriler tablo haline getirilip binaların güncel görsel konfor düzeyleri yorumlanmıştır.

Binaların Designbuilder programıyla hazırlanan modellerine gerçekçi sonuçlar elde etmek açısından tüm malzeme bilgileri, bina kullanım aktivite programları ve bölgenin iklim verileri Köppen Climate Classification'ına göre atanmıştır. Binaların enlem ve boylam konumuna dayalı Meteonorm'dan alınan yıllık veriler kalibre edilen verilerle birlikte modele entegre edilmiştir.

Güneş ışığı kontrol sistemlerini bütünleştiren farklı senaryolar simülasyonlarda kullanılmak üzere oluşturulmuş ve sonuçları test edilmiştir. Statik ve dinamik güneş ışığı değerlendirme yöntemleri ile sürdürülen çalışmada çıkan sonuçlar kendi aralarında ve iki bina genelinde karşılaştırılmış, görsel konforu sağlayan en iyi senaryo belirlenerek etkileri yorumlanmıştır. Bunun yanında ısı konforuna etkilerine değinilmiştir. Seçilen iki gökdelenin görsel ve ısı konfor açısından iyileştirilmesi için, elde edilen veriler ışığında öneriler getirilmiştir.

BÖLÜM İKİ

TANIMLAR VE GÖKDELENLERİN TARİHSEL GELİŞİMİ

Çok katlı gökdelenler, mimarlık tarihinin son 150 yıllık süreci içerisinde çok hızlı bir ilerlemeyle dünyanın değişik ülkelerindeki birçok atılım sayesinde gelişim göstermiştir. Literatürde ilk çok katlı gökdelen olarak kabul edilen Equitable Life binasından günümüzdeki en yüksek gökdelen olan Burj Khalifa'ya gelene kadar kullanıcı ihtiyaçları, doğa koşulları, hızlı yapım yöntemleri ve hatta terör olaylarına karşı alınan önlem ve geliştirilen teknikler doğrultusunda çok katlı gökdelenlerde büyük gelişmeler yaşanmıştır. Dünya üzerindeki en yüksek gökdelenlere sahip olma hırsı, ülkenin gelişmişlik düzeyinin bir göstergesi gibi algılandığından, ülke başkanları tarafından bir güç ve iktidar simgesi olarak öne çıkmaktadır. Gökdelenler artık bir kentin bazı durumlarda da bir ülkenin simgesi durumuna gelmektedir. Günümüzde de yapımı hızla devam eden gökdelenlerin biçimlenmesinde estetik kriterler, strüktürel sınırlamalar, dönemin mimari görüşü ve ekolojik endişeler oldukça etkili olmaktadır.

Tezin ikinci bölümünde öncelikle literatürde yer alan çok katlı gökdelenlerin tanımı ve gökdelenlerin mimarlık tarihindeki gelişim sürecinden, ardından giydirme cephelerin tanımı ve türlerinden bahsedilmektedir.

2.1 Gökdelenlerin Tanımı

ABD Yüksek Binalar ve Kentsel Habitat Konseyi, gökdeleni gelişmiş yapıları ile kent dokusunda altyapı ve ileri teknoloji ile yüksekliğinden dolayı kendi özel mühendislik tekniklerini gerektiren yüksek bina olarak tanımlamaktadır (Yeang, 1999). Gelişmiş yapıları ile kent dokusunda altyapı ve ileri teknoloji ile kendini gösteren gökdelenler, Emporis standartlarında, 100 metre veya daha fazla yüksekliği olan ya da en az 40 katlı binalar olarak gösterilirler.

Yüksek Binalar ve Kentsel Yaşam Konseyi (CTBUH)'ne göre, en alt düzeydeki açık hava yaya girişinden başlayarak 14 kat ve 50 metre yüksekliği ve üzerindeki binalar “yüksek bina” (tall building), 300 metre yüksekliğinin üzerindeki binalar “çok yüksek bina” (supertall building) ve 600 metre yüksekliğinin üzerindeki binalar “mega

yüksek bina” (megatall building) olarak adlandırılır. Emporis Standartları’na göre, 12 kat ya da 35 metre ve üzeri yükseklikteki binalar, “yüksek bina”, 100 metre ve üzeri yükseklikteki çok katlı binalar ise “gökdelen” olarak adlandırılır. Bu tanımlara göre tezde incelenmek üzere ele alınan Folkart Kuleleri 200 metre ve Mistral İzmir ofis kulesi 220 metre yüksekliği ile gökdelen tanımında yer almaktadır.

Yalnızca genel yüksekliği ve kat sayısına bakarak tanımlayamayacağımız gökdelenleri, ilave operasyon gerektiren yapılar olarak değerlendirip, yüksekliğine bağlı gelişen yapı tekniklerini bir ölçüt olarak görmekteyiz. Bunun dışında bir tipoloji olarak yükseklik, binada büyük ölçüde plan yapısını, tasarımı ve kullanımını yönlendirmektedir (Beedle, 1971).

Gökdelenlerin önemi, pozitif niteliklerinde olduğu kadar, yetersizliklerinde de yatmaktadır. Yetersizlikleri, fiziksel şartlarının baskın bir şekilde olması ve elverişsiz koşullar oluşturmaya müsait olmasında yatmaktadır. İnsanoğlunun daima daha yükseklerle tırmanan strüktürler oluşturma peşinde olması gökdelenlerin niteliklerinin sürekli gelişimini sağlamaktadır.

2.2 Tarihi Perspektif ve Gelişim Süreci

Gökdelenlerin gelişim sürecinde, günışığı kullanımıyla ilgili problemlerin çözümüne geçmeden önce, doğa koşulları, hızlı yapım yöntemleri ve terör olaylarına karşı alınan önlem ve geliştirile teknikler doğrultusunda yapılan atılımlardan bahsedilmiştir. Anlatılan binalar uzunlukları, ülkeleri, ortaya çıkan sorunlar ve yapılan atılımlar üzerinden tablolştırılmıştır (Tablo 2.1), (Tablo 2.2).

Tablo 2.1 Gökdelenlerin gelişim sürecinde ele alınan binalar ve künyeleri

Yapı	Uzunluğu (metre)	Mimarı	Ülkesi	Yapım Yılı
Equitable Life B.	43	Arthur Gilman & Edward Kendal	New York (ABD)	1870
Fuller Flatiron	87	Daniel Burnham	New York (ABD)	1902
United Nations H.Q.	168	Oskar Niemayer	New York (ABD)	1952
World Trade Center	417	Minoru Yamasaki	New York (ABD)	1972-1973
Sears Tower	443	Bruce Graham, Fazlur Khan (S.O.M.)	Chicago (ABD)	1974
Taipei 101	509	C.Y.Lee & Partners	Tayvan	2004
Burj Dubai	828	Adrian Smith (S.O.M)	B.A.E.	2009

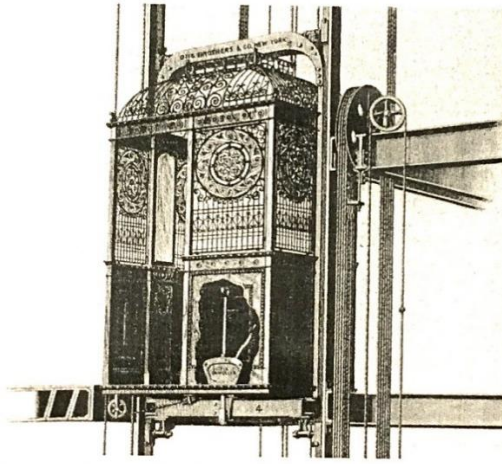
Tablo 2.2 Gökdelenlerin gelişim sürecinde ortaya çıkan sorunlara bulunan çözümler ve atılımlılar

Atılım	Sorun	Çözüm
1. Mobility	Merdiven	Asansör
2. Materials	Yığma Kargir Yapı	Çelik Karkas Yapı
3. Heat	Isı	Klima
4. Speed	İnşaat Hızı	Vinçler
5. Wind	Rüzgâr	Yapıya dikdörtgen dışında amorf bir şekil verilmesi
6. Earthquake	Deprem	Beton ve çelik karması yapı, kazık temel
7. Evacuation	Terör Saldırısı-Yangın	9 adet özel sığınak

İskelet sistemin gelişimi, asansörün bulunması, ekonomik nedenler, olmak üzere birbirinden bağımsız gibi duran üç farklı etken gökdelenlerin gelişim sürecinde önemli rol oynamıştır. Eiffel Kulesi'nin yapıldığı dökme demir kullanılan dönemden çelik kullanılmaya geçilmesi yüksek yapıların daha da hızla çoğalmasını sağlamıştır. Chicago'da 1920'li yıllarda hızla çoğalan gökdelenlerin, sebeplerinden biri de şehir

merkezinde sınırlı sayıda olan arazinin kira getirisinin çok olması ve arazi sahiplerinin bu alandan ekonomik anlamda daha fazla faydalanmak istemesi de etkili olmuştur. Bu hızlı yüksek yapılaşma daha sonra bu bölgede trafik ve diğer sorunların yaşanmasına ve binaların yüksekliklerine daha sonra sınırlamalar getirilmesinin düşünülmesine sebep olmuştur.

Üst katlara çıkan merdivenlerin yorucu olması nedeniyle, yukarıdaki katlarda kalan ofisler ve daireler için kiracı bulmak neredeyse imkânsızlaşmıştır. Asansörün icadı, gökdelenin kurulmasını destekleyen bir diğer faktör olmuştur. Mekanik asansörlerin on dokuzuncu yüzyıldan çok önce bilinmesine rağmen 1853'te Elisha Graves Otis'in güvenli bir yolcu asansörü sunmasıyla insanların güven ve konfor içinde yukarı doğru seyahat etmeleri mümkün hale gelmiştir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1 Otis kardeşler tarafından tasarlanan ilk yolcu asansörü (Lepik, 2008)



Şekil 2.2 Home Insurance binası, 1885 (Lepik, 2008)

Mimar William Le Baron Jenney tarafından tasarlanan Chicago'daki Home Insurance Binası (1885) genellikle bu türdeki ilk yüksek bina olarak kabul edilir. Onun önemli farkı yapımında yatmaktadır. Duvarları güçlendirmek için taşıyıcı tuğla duvarların içinde demir çerçeveler kullanılmıştır. Ancak inşaat yöntemlerindeki bu belirleyici adım henüz dışarıdan görülebilir bir yapıda değildi (Şekil 2.2) (Lepik, 2008)

Chicago’da yüksek yapıların tasarımıındaki belirgin özelliklerin oluşmasında önemli rolü olan Louis Sullivan, aynı tarihi sütunda olduğu gibi gökdelenlerin, taban, gövde ve başlık gibi bitirici bir kısım olmak üzere üç kısımdan oluşmasını önermiştir. Gökdelenler inşası başlanan her alanda kentsel dokuyu değıştirmeye başlamıştır. Condit’in Chicago’daki binaları anlatan “Chicago School of Architecture” kitabı bu dönemde çok ses getirmiştir (Lepik, 2008).

Yüksek yapıların çoğalmasıyla birbirleriyle olan kütle ilişkileri daha da önem kazanmaya başlamıştır. Binaların güneş ışığından gerekli miktarda faydalanma gereksinimi, bina formlarında çeşitli çözümlerin düşünülmesine ve binaların birbirleriyle uyumlu konumlanmasına yol açmıştır.

Orta Çağ askeri kaleleri, yüksek yapılara ilk örneklerden verilebilir. Orta Çağ Avrupası’nda yığma taş yapılar o zamanın peyzajına hükmeder eder olmuştu. Kilise kuleleri dini sembolizmi yansıtırken, Sanayi Devrimi’yle endüstriyel mimaride yüksek bina geleneği, yüksek tuğla bacadan betonarme soğutma kulesine durmadan gelişmeye başlamıştır. 19. Yüzyıl’ın ikinci yarısında ise çelik iskelet sistem ve asansörün icadıyla mümkün kılınan ticari yüksek bina, takdim edilmiştir (Lepik, 2008).

Modernizmin Avrupa’ya gelişi 1920’li yıllar olarak görülse de bu tarihlerde daha gökdelenler inşa edilmemekteydi. 1930’lu yıllarda Avrupalı mimarlar yüksek yapılardaki yeni teknolojiye hâkim olmak için Amerika’ya göç etmeye başlamışlar ve başarılarından dolayı Amerika’da tanınır hale gelmişlerdir. Bunun yanı sıra Mies Van der Rohe gibi, politik nedenlerle göçler de olmuştur. Mies 1938’de daha sonra IIT (Illionis Institute of Technology)’ye dönüşecek olan Armour Enstitüsü Mimarlık okulunun başına geçmiştir (Hasol 1997).

2.2.1 Equitable Life

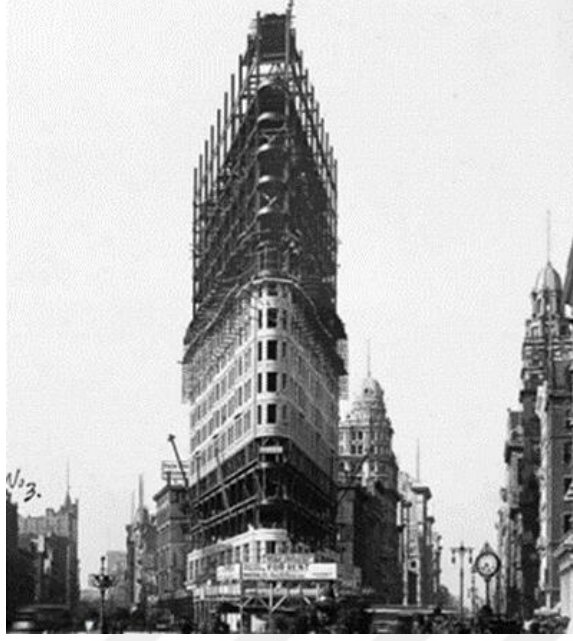
Bu binadan önce gökdelenlerin önündeki en büyük engel merdivenler olarak görülmüştür. Binaları yapmadan önce insanları daha yükseğe tırmandırabilecek bir şey yapılması gereği bu yıllarda ortaya çıkmıştır. İlk asansörlerin halatlarının kopması

halinde düşmelerine engel olacak hiçbir sistemleri yoktu. Ancak daha sonra Vermontlu bir makinist düşen bir asansörü neredeyse anında durdurabilen bir alet icat etmiştir. Elisha G.O.Otis, 1854 yılında icadını New York'taki dünya fuarında sergilemiştir. Bu dünyanın ilk tam otomatik güvenli asansörüdür. Equitable Life, içinde asansör bulunan ilk binadır. Bu sayede binaların güneş ve hava alan en yüksek katları daha değerli hale gelmiştir (National Geographic, 2014).

2.2.2 Fuller Flatiron Binası

Dama tahtası gibi örülü olan New York şehir planında Broadway çaprazı, çeşitli dar açılara sahip, keskin köşeli arsalar oluşturmuştur. Böyle bir arsa için Fuller Co. Çelik şirketi iş birliğiyle Daniel H. Burnham tarafından tasarlanan bina, daha sonra biçiminden dolayı Flatiron (düz ütü) ismini de alarak Fuller Flatiron olarak anılmıştır. Flatiron binası üç kısımdan oluşan yapıyla, ilk inşa edilen gökdelenler arasındadır. Tamamen kireç taşı ile kaplanan beş katlı tabanı, on iki katlı merkez kısmı ve dört katlı üst kısmından oluşur. Chicago'da New York'ta olduğundan daha sık görülen bir çeşit olan, oldukça düz bay pencerelerden oluşan sekiz katlı kısmı çarpıcı bir özelliğidir. Zengin mimari dekorasyon ve süslemeleri cephe yüzeyinin mücevher kutusu görüntüsünü oluşturur (Lepik, 2008).

Monadnock binasının yapı ağırlığı dolayısıyla binanın zeminde gömülmeye başlaması, taşın gökdelenler için uygun bir malzeme olmadığını ortaya çıkarmıştır. Fuller Flatiron binası tamamen bir çelik iskelet ile inşa edilmiş, taştan duvar çelik iskeletin üzerine aynı bir perde gibi örtülmüştür. Binanın taştan yapılmış gibi görüntüsü sadece bir aldatmacadan ibarettir (N.G., 2014) (Şekil 2.3).



Şekil 2.3 Fuller Flatiron Binası, New York (Lepik, 2008)

Fuller Flatiron Binası, tamamı çelik iskelet taşıyıcı sistem üzerine kurulu inşasıyla, New York'ta bu şekilde inşa edilmiş ilk binalardan olduğu iddia edilir. 1890'lardan beri şehirde, Park Row Binası (177 m) da içinde olmak üzere, bu şekilde çelik iskelet strüktürlü pek çok ofis binası inşa edilmiştir. (1899'dan 1908'e dünyanın en yüksek binasıdır.) (Lepik, 2008).

İlk giydirme cephelerin ortaya çıkmasında 1891 yılında inşa edilen Monadnock Building ve 1895 yılında tamamlanan Reliance Building binaları etkili olmuştur. Monadnock Building, göze yığma yapı ve akla çelik ya da betonarme karkas yapı olarak hitap etse de strüktürel teknolojisi bakımından eskiye aittir. Dış cephesi dolu tuğla duvarlardan oluşturulmuş olup, binanın taşıyıcı sistemi dökme demir kolonlar ve dövme demir kirişlerle oluşturulmuştur. Bu sistemde binanın yükleri arttıkça duvar kalınlığı artmakta ve buna bağlı temel tasarımı değişmektedir. Dış duvarların kalınlığı nedeniyle mekânda daralma oluşmakta ve ayrıca duvar kalınlığı nedeniyle oluşan gömme pencereler içeriye giren ışığı kısıtlamaktadır. 15 katlı Reliance Building, ofis binası cephesine radikal bir yorum getirmiştir. “Şikago Penceresi” tanımı, merkezdeki bölme cam, ara sütunlarla dar, işlevli pencerelere bölünerek ortaya çıkmıştır (Lepik, 2008).

2.2.3 Birleşmiş Milletler Genel Merkezi

Birleşmiş Milletler New York'taki yeni binasını tasarlarken bir ikilemle karşı karşıya kalmıştır. İçerinin mümkün olduğu kadar istemişlerdir. İstemedikleri şeyse binayı 39 katlı bir seraya dönüştürmektir. İnşa edilen aydınlık olabilmesi için binayı camla kaplamak camdan cepheli bina güneşi aldığı kadar güneş radyasyonu da alacaktır. Bu radyasyon içerideki nesneler tarafından emilmektedir. Radyasyonu emen nesneler de dışarıya ısı yayarak binanın ısınmasına neden olmaktadırlar. Kapalı pencereler sıcak havanın dışarıya çıkmasına izin vermeyeceğinden içerideki durum hızla rahatsız edici bir hal almaktadır. Bu yüzden camdan gökdelenlerin işlemesi için yapay soğutmalarının olması bir şart olmuştur. Willis Carrier adındaki Amerikalı bir mühendis soğutma sorununu, sıcak ve nemli havayı ıslatarak soğutan bir makine icat ederek çözmüştür. Bu cihaz sayesinde hava tek bir aşamada hem kurutulmuş hem de soğutulmuş olmaktadır (N.G., 2014), (Şekil 2.4).



Şekil 2.4 Birleşmiş Milletler Genel Merkezi (Denison & Beech, 2019)

Yapay havalandırmanın gelmesiyle insanların pencerelerin kenarında oturmasına gerek kalmamış ve bu sayede daha geniş katların inşa edilmesine olanak tanınmıştır. Güneşi ve ısı nedeniyle önlem alınmış olması aynı zamanda giydirme cephelerin rahatlıkla uygulanmasının önünü açmıştır.

2.2.4 Empire State Binası

Empire State Binası yüksekliği bakımından kırk yıl boyunca aşılamamışlık unvanına sahiptir. Bunun sebepleri arasında teknolojik gelişmeler dışında, bu dönemde bu tarz yapılarının inşalarının çok maliyetli olması da yatmaktadır (Lepik, 2008).

Yapı, Manhattan'ın granit taş zeminine oturan temelden yükselen 210 kolon ile ayakta tutulmuştur. 102 katlı gökdelenin 365, 000 tonluk ağırlığı 210 kolona bağlanan 50, 000 çelik kiriş ile taşınmaktadır. Yapının cephesinde ise cam, tuğla ve kireçtaşı kullanılmıştır (Yaşarer, 2019), (Şekil 2.5).



Şekil 2.5 Empire State Binası (Lepik, 2008)

Empire State ve Chrysler Binalarının halka açık seyir terasları vardır. Rockefeller Binası, şehir içinde şehir kullanımıyla, yeni bir konsept olarak ortaya çıkmıştır. Lake Shore Drive Apartmanları, ilk modern apartman bloğu ve ilk ikiz kule örneği olarak tanınırlar.

İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra gökdelenler yeni uluslararası bir stil başlamıştır; (The International Style). Bu stille çelik, cam ve beton yapılan yeni kuleler, daha ekonomik ve işlevsel gökdelenler inşa edilmektedir (Dijik, 2012). Bu dönemin stiline

en önemli örneklerinden birisi Ludvig Mies der Rohe'nin tasarladığı 1886-1969 yılları arasında yapılmış Seagram binasıdır.

2.2.4 Sears Kulesi/ Willis Kulesi

110 katlı ve 442 metre, Chicago'daki Sears Kulesi (şimdiki adı Willis Kulesi) 1973'te tamamlandığında dünyanın en yüksek binasıydı. Batı yarımkürede 2013'te Dünya Ticaret Merkezi'nin tamamlanmasından sonra da en yüksek ikinci bina olmaya devam etmiştir. Başlangıçta perakendeci Sears, Roebuck & Co. tarafından görevlendirilen binanın isim hakları, 2009 yılında ofis alanını işgal eden Willis Group'a verilmiştir. Bina, ziyaretçi sayısı açısından Chicago'nun en büyük turistik cazibe merkezlerinden biri olmaya devam etmekte ve Chicagolular tarafından Sears Kulesi olarak adlandırılmaya devam etmektedir.

Willis Kulesi John Hancock Center'ın arkasındaki S.O.M. ekibi tarafından tasarlanmış ve oldukça farklı bir forma sahiptir. Fazlur Khan tarafından geliştirilen kule, aslında üçe üç konfigürasyonda dokuz kare tüpten oluşan bir "demet"tir. Bu demet 69 metrelik bir taban üzerinde bulunmakta ve etkileyici yapısal verimlilikler sağlamaktadır (Denison ve Beech, 2019).

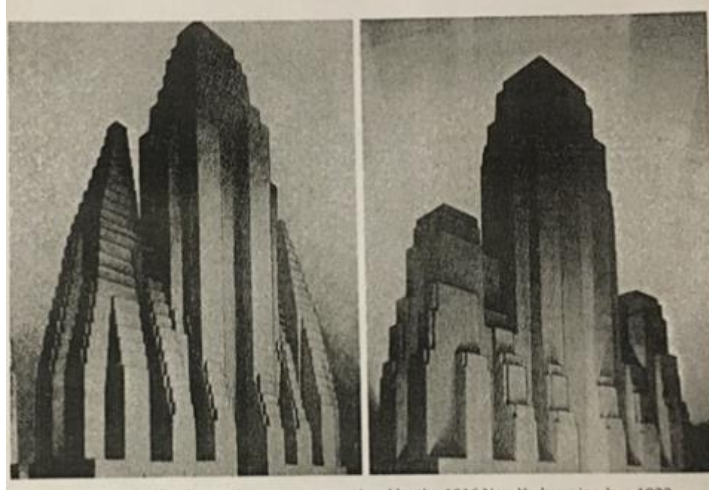
Kulenin dokuz bölümünden her biri, boru şeklinde bir çerçeve yapısındadır. Sırayla birbirlerine destek vermektedirler. Tüplerin yüksekliği kademelidir: kuzeybatı ve güneydoğu tüpleri 50. katta sona ermektedir; kuzeydoğu ve güneybatı tüpleri 66. katta son bulmakta; kuzey, doğu ve güney tüpleri 90. katta son bulmaktadır; kalan merkez ve batı tüpleri 110 katlı tam yüksekliğine yükselmektedir.

Sears Kulesi'nde klasik çelik iskelet yerine daha farklı bir yöntem izlenmiş ve çelik iskelet binanın dışına taşınmıştır. Rüzgârı yenebilen proje olarak adlandırılan bu binada 9 adet taşıyıcı boru kenetlenerek binayı sarmaktadır. Sears Kulesi'nin üst katları, hızları saatte 90 km hıza ulaşan rüzgarlarda bile sadece 15 cm hareket etmektedir (N.G., 2014).

Kulenin cephesi dört derin şeritle daha da bölünmüştür: 29.-32. katlar, 64-65. katlar, 88.-89. katlar ve 104.-108. katlar. Cephede siyah olarak seçilen bu bantlar, servisler için daha fazla yanal destek ve panjurlu havalandırma sağlayan “kafes kemerlerini” gizlemektedir (Denison ve Beech, 2019).

Gökdelenlerin sıkça inşa edildiği bölgelerde zamanla binaların genel şekilleri ve büyüklükleri daha da önem kazanmaya başlamıştır. Bina hacimlerinin birbirleriyle olan ilişkileri, binaların tasarımında ve kullanımında, bulunduğu arazinin doğal aydınlatma ve diğer özelliklerinden faydalanmalarını engellememesi açısından önemlidir. 1916 yasalarında New York yeni bölge planlama bölümü, gökdelenlerin tasarımında oyunun kurallarını değiştirmiştir. Bölgelere ayrılmış düzenleyici kullanımlar dışında (ticari, konut ve serbest alan gibi) yasa, yüksek binaların büyüklük ve yüksekliklerine de sınırlamalar getirmiştir.

Ferriss, 1916 New York İmar Yasası, gökdelenlerin büyük bir kısmını bazı kurallar ve yükseklik kısıtlamaları gerektirerek sınırlandırdığında, bu düzenlemelerin mimari biçim üzerindeki olağanüstü etkilerini, bazen gerçek binalarla ilgili komisyonlarda, bazen de metropol için daha vizyoner çalışmalar üzerinde çalışarak gerçekleştirmiştir (Şekil 2.7).



Şekil 2.7 Hugh Ferriss’in izinli en yüksek kütle çalışmaları, 1922 (Lepik, 2008)

1916 Yönetmeliği'nden sonra yapılan yüksek binalarda cephe yüzeyinin birim hacme oranının artması, enerji tüketimi açısından olumlu ve olumsuz sonuçlar ortaya çıkarmıştır. Isı kayıplarına neden olan cephe yüzeyindeki artış, enerji performansını olumsuz etkilerken, narin formlar ve üst katlarda daralan kat planları sayesinde yapay aydınlatma yükü azalmıştır. 1916 New York imar yönetmeliğinin yüksek binaların enerji performansını önemli ölçüde etkilediği sonucu ortaya çıkmaktadır (Sev, 2011).

Taşıyıcı sistem, betonun gelişmesi, yangın güvenliği, havalandırma teknolojisi gibi birçok etkenin gelişmesiyle yüksek yapı yapılması dünya genelinde artmaya başlamış ve Amerika'da asıl gelişimini tamamlayan yüksek binalar dünyaya yayılmıştır. Ortadoğu ve diğer kıtalar daha sonra yüksek bina yapımında gelişim göstermişlerdir. 20. Yüzyılın sonlarına gelindiğinde ABD ilk kez en yüksek bina unvanını kaybetmiş, bu unvan yerini 452 metre yüksekliğindeki, Petronas Towers'a bırakılmıştır (Yaşarer, 2019).

Daha sonra, farklı teknoloji ve ekoloji yenilikleri, farklı yöntemleri ve farklı fikirleri kullanarak inanılmaz derecede karmaşık ve yüksek yapılar yapılmaya başlanmıştır.

2.2.5 Taipei 101

2004'ten 2010'a kadar, Taipei 101'in devasa pagoda benzeri formu, 508 metre yüksekliğinde dünyanın en yüksek binasıydı. Dünyanın en aktif deprem bölgesinde yer alan Taipei 01'in tasarımı, depreme ve tayfunlara dayanma ihtiyacına göre belirlenmiştir. Her biri üstün dayanıklı beton içeren 90 cm kalınlığında bir çelik plakaya sahip sekiz dev sütun, üst yapının içinden yükselmiş ve çaprazlı çelik çekirdeği güçlendirmiştir. Çelik mega kafes kirişler, tüm bileşenleri birbirine kaynaklamak için 1.800 km'den fazla kaynak hattı gerektiren tüm yapıyı daha da güçlendirmiştir (Denison ve Beech, 2019).

Taipei 101'in çatı ve cephe tasarımı aracılığıyla su ihtiyacının üçte birine kadarını toplama ve geri dönüştürmeyi içeren çevresel tasarımı bulunmaktadır. 2011 yılında en yüksek LEED sertifikasını aldığı anda dünyanın en büyük "yeşil" gökdeleni olmuştur.

On dokuzuncu yüzyılda asansörün ortaya çıkışı, yüksek binaların potansiyelini ortaya çıkartmıştır. Shangai Kulesi'ne kadar, bu 101 katlı gökdelen, bir zamanlar 60 km/s'den fazla hızla seyahat eden dünyanın en hızlı asansörlerine sahip olmuştur. Beşinci kattan 89. kattaki gözlem güvertesine gitmek sadece 22 saniye sürmektedir.

Taipei 101'in tasarımı, Çin geleneğinden türetilen ayrıntılarla doludur. Konik 27 katlı kaidenin üzerinde bina, her biri sekiz katlı sekiz bölümde yükselmektedir. Bu bölümlerin profili, eski Çin pagodalarını ve aynı zamanda elverişli bir sembol olan kalkık taç yaprakları andırmaktadır (Şekil 2.8).



Şekil 2.8 Taipei 101'in görünüşü (Denison ve Beech, 2019)

2.2.6 Guangzhou CTF Finance Center

21. Yüzyılda mega gökdelenlerin tasarımında ve yapımında hızlı bir artış görülmüştür. Çin'in güneyindeki Guangzhou şehrinde (eski adıyla Canton), Kohn Pedersen Fox Associates tarafından tasarlanan ve 2016 yılında tamamlanan yeni CTF (Chow Tai Fook) Finans Merkezi, yerden 111 kat yüksekte 530 metre yüksekliğindedir. Bununla birlikte, hala Çin'deki sadece üçüncü en yüksek binadır. Sekiz katlı bir podyumdan yükselen kule, otel, konut, ofis, ticari ve eğlence tesislerini içeren karma kullanımlı bir gökdelendir (Denison ve Beech, 2019).

Bu gökdelenin tasarımının ana tasarım özelliği, tuhaf ve harika şekiller için son trendden kaçınan bir sadeliği aktarmaktadır. Burada yanlar, bir yanda tabandan tepeye kesintisiz yükselen, diğer yanda işlev değişikliğini sınırlamak için geri adım atan ve her aksilikte çatı bahçeleri sağlayan kademeli bir profil oluşturan dik dikey duvarlardır. Pencereleri güneşten korumak için cepheye dikey pişmiş toprak dikmeler dahil edilmiş, böylece binanın klima için enerji gereksinimlerini azaltmıştır.

Bu mega gökdelenin tasarımı, asansörleri ve diğer hizmetleri içeren 62 metrelik kenarlara sahip geleneksel çekirdeğe dayanıyor ve kulenin her iki tarafında çiftler halinde düzenlenmiş sekiz mega sütunla çevrili. Bu süper dayanımlı kolonlar, betonla doldurulmuş çelikten imal edilmiştir.

2.2.7 Ping An Finance Center

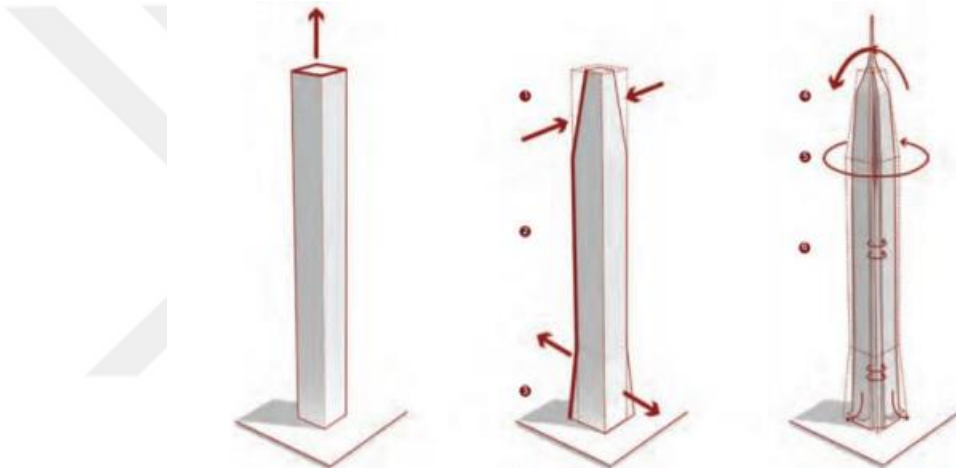
1997 yılında, Çin'in güneydoğu eyaletleri Guangdong ve Fujian'da özel ekonomik bölgeler oluşturmalarının bir parçası olarak, Hong Kong sınırının hemen karşısında yeni bir şehir planlanıp ve inşa ediliyordu. Shenzen 1980'lerin başında küçük bir yerleşim yerinden büyüyerek büyük bir metropol haline gelmiştir. 599 metre yüksekliğindeki 115 katlı Ping An Finans Merkezi, bu dönüm noktası yapıların yüksek, bağlantılı ve kullanım bakımından yoğun olma eğilimini yansıtmaktadır (Denison ve Beech, 2019) (Şekil 2.9).



Şekil 2.9 Ping An Finans Merkezi'nin Görünüşü (Denison ve Beech, 2019)

Mega gökdelenin konik gövdesi, geleneksel dikey cepheye kıyasla rüzgâr direncini yüzde 40’a kadar azaltmıştır ve bu da bir tayfun bölgesinde binanın gerekli gücünü elde etmek için gereken malzemeyi azaltmaktadır (Denison ve Beech, 2019).

Şekil 2.10’da gösterildiği gibi, sünek çizgiler yerçekimi ile sabitlenmiş ve göğes doğru belirli bir noktaya çekilen bir formu tanımlar. Kulenin tabanında sıkıca topraklanmış sekiz mega sütun, tepeye yükselen bir sivri uça birleşmiştir (Malott vd., 2012). Genişletilmiş taban ve noktasal üst kısım, eğimli köşelerle birlikte rüzgâr yükünü azaltmaktadır.



Şekil 2.10 Ping An Finans Merkezi'nin kütle tasarımı (Malott, 2014)

Ping An Finans Merkezi, yenilikçi Şanghay Dünya Finans Merkezi'ne (SWFC) benzer özellikler sergilemektedir. SWFC, gereksiz malzeme yontulmuş gibi kompakt bir şekle sahiptir; o silüet aerodinamik performansına ve yapısal verimliliğine katkıda bulunur. Bu binada benzer yoğunluk sıkıştırmadan ziyade gerginlikle ilgilidir. Konsept yerden yukarı itmek yerine kuleyi çekmekten ibarettir (Malott, 2014).

Kulenin yapısı, birçok mega gökdeleninki gibi, her iki yanda çiftler halinde binanın tepesine yükselen ve dışarıdan görülebilen diyagonal sekiz büyük sütunla desteklenen çevrili büyük bir betonarme çekirdekten oluşmaktadır. Bu tür devasa dikey sütunlar genellikle cam perde duvarın içinde bulunmaktadır, ancak burada, antik katedrallerin yükselen dış duvarlarını destekleyen devasa payandaları çağrıştırmak için duvarın

ötesine uzanmışlardır. Giydirme cephede toplam ağırlığı 1.874 ton olan paslanmaz çelik paneller, Shenzhen'in tuzlu sahil bölgesinde korozyon direnci için seçilmiştir (Denison ve Beech, 2019).

2.2.8 Dünya Ticaret Merkezi

Daha önce 11 Eylül 2001'de teröristler tarafından yıkılan İkiz Kuleler tarafından işgal edilen alanın kuzeybatı köşesinde inşa edilen Dünya Ticaret Merkezi (Şekil 2.11), New York silüetinin 541 metre üzerinde yükselir ve tabanındaki Ulusal 11 Eylül Anıtı'na bakmaktadır. 94 katlı kule 57 metrelik betonarme bir podyumdan yükselmekte ve tabandan tepeye 45 derece dönmektedir (Denison ve Beech, 2019).

Binanın önceden yerinde bulunda İkiz kulelerin (Şekil 2.12) yapımında yapım ekibi, Avustralya'da devrim niteliğinde bir vinç bulmuştur. Bu vinç 50 ton ağırlık kaldıracabiliyordu ve 4 tanesi ile ikiz kulelerin her yerine ulaşılabilirdi. Önceden imal edilmiş parçalar ve kanguru vinçlerinin yardımıyla ikiz kuleler hızla şekil almaya başlamıştır (N.G., 2014).



Şekil 2.11 Dünya Ticaret Merkezi Kulesi,
(Wikipedia, bt)



Şekil 2.12 Dünya Ticaret Merkezi Kuleleri,
(Brittanica, bt)

Bu gökdelen yerel binaların talep ettiğinden daha az elektrik ve yaklaşık yüzde 30 daha az su tüketmektedir; Betonarme çekirdeği çevreleyen çerçevedeki çeliğin % 95'i geri dönüştürülür malzemedir. “Yeşil beton” olarak adlandırılan bu malzeme endüstriyel atıklardan ve kömür santrallerinin ve cevher işlemenin yan ürünlerinden yapılmaktadır (Denison ve Beech).

Bina, orijinal ikiz kulelerle aynı boyutta kare bir ayak izinden yükselmekte ve tabana 45 derece açılı bir kare tepe oluşturarak yükselmektedir. Her karenin kenarları, bitişik çiftin köşesine karşılık gelmekte ve orta noktada mükemmel bir sekizgen oluşturan sekiz dev ikiz kenar üçgen oluşturmaktadır.

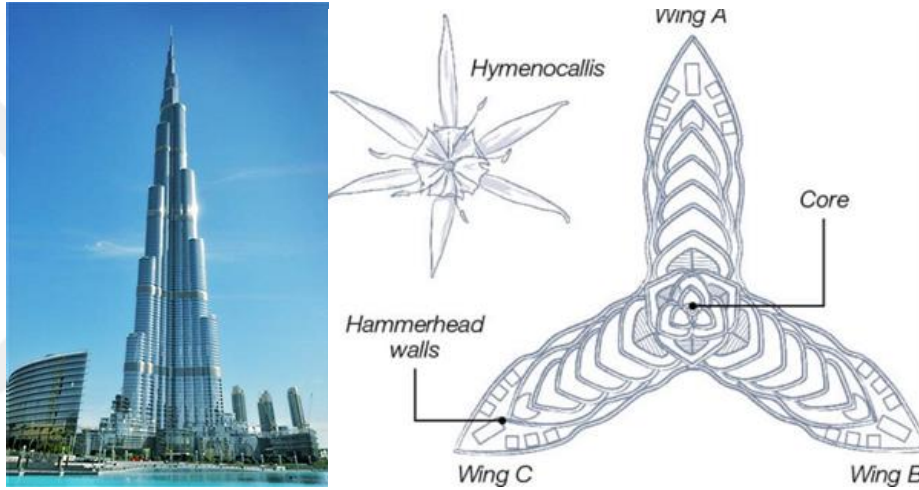
Binanın ayırt edici dış yüzeyi, podyum çevresinde paslanmaz çelikten yapılmıştır ve dünyadaki diğer gökdelenlerin aksine, pencere tirizlerini ayırmadan tabandan tavana tüm yüksekliği uzatan özel olarak tasarlanmış takviyeli cam kullanılmıştır.

2.2.9 Burj Khalifa

Burj Khalifa tamamlandığında, Taipei 101'den dünyanın en yüksek binasının taçlarını ve Kuzey Dakota Blanchard'daki Amerikan KVLV-TV direğinden dünyanın en yüksek yapısını çalmakla kalmamış, mega yüksek binalar kavramında devrim yaratmıştır. Burj Khalifa'nın 828 metre yüksekliği tüm rekorları kırmıştır. Bu ikonik yapıyı inşa etmek için kullanılan beton pompalama bile, sıvı betonun zemin seviyesinden 200 bar basınçta 601 metre yüksekliğe pompalandığı Taipei 101'in önceki rekorunu kırmıştır. Bina, cami, otel ve özel sülüsler gibi çeşitli işlevlerin yanı sıra, bazıları iç balkonlardan geçen yüzme havuzlarına sahip 63 katlı ultra lüks daireler de dahil olmak üzere çeşitli işlevlere hizmet etmektedir (Denison ve Beech, 2019).

Kulenin içindeki iç alanların aşırı yüksekliği ve çok işlevli kullanımı nedeniyle, Burj Khalifa'da en az 57 asansör ve ofis, otel, hizmet, eşya, yangınla mücadele, konut ve yüksek binalara hizmet veren 16 ayrı hız kullanan asansör sistemi bulunmaktadır. Ayrıca, 124 kat ile dünyanın en uzun sürekli seyahat mesafesine ve günde 241 km seyahat mesafesine sahip asansöre sahiptir.

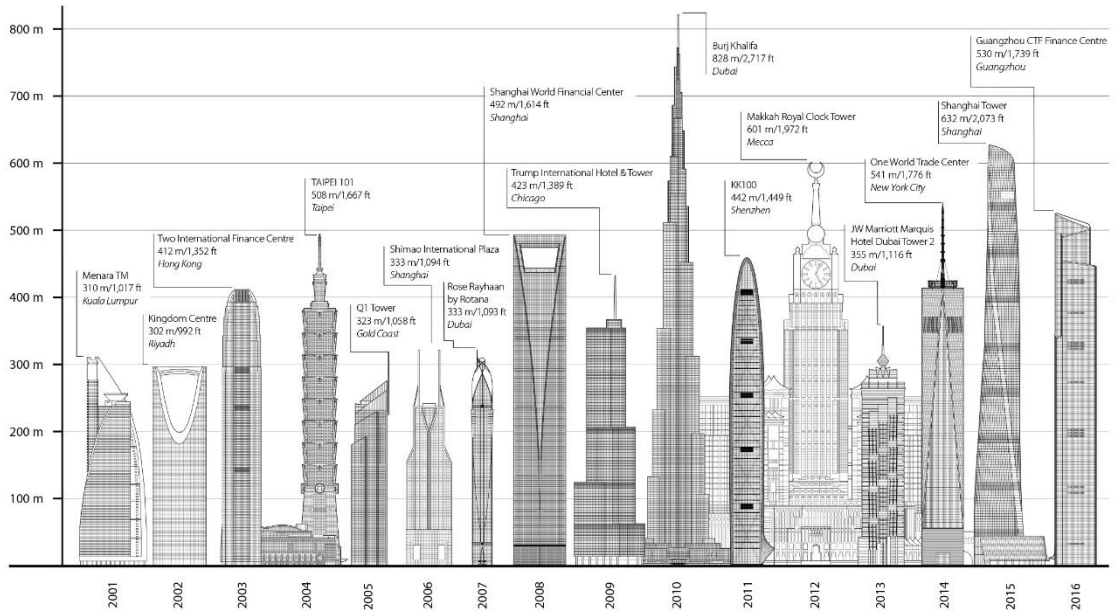
Teleskopik 4.409 tonluk elik kulenin inşaati, yapıyı taçlandırmak için 200 metre yüksekliğe kaldırılarak bina içinden tamamlanmıştır. Kulenin tasarımı, tarihsel olarak İşlami şehirlerin silüetini tanımlayan sayısız minareyi hatırlatan, geleneksel İşlam ve modernizme saygılı bir ifadedir. Bir öl çiçeği olan Hymenocallis'ten esinlenilen, bir ana çekirdeğin etrafındaki üç yıldız planı, kule yükselirken 26 spiral artışla kurulmuştur. Seçim sadece estetik kaygılara bağlı değildir. Y-şekilli bir taban üzerindeki  kanadı, eki başlı uçlu tek bir katı duvar içerir ve payandalarla aynı şekilde çalışmaktadır, böylece yapısal sağlamlık sağlar ve dairelerin konfigürasyonuna uygundur (Denison ve Beech, 2019), (şekil 2.13).



şekil 2.13 Burj Khalifa görünüşü ve plan yapısı (Denison ve Beech, 2019)

Burj Khalifa'nın yapımında yüksek binaların en büyük problemlerinden biri olan rzēar yükü de dikkate alınmış ve bu konuya çözüm üretmeye çalışılmıştır. Tasarımı rzēar yüküne karşı dayanım gösterecek ve türbülansa karşı koyacak şekilde tasarlanmıştır. Bu tasarımıyla stabilite artırılmaya çalışılmıştır. Bina rzēar yüküne çözüm üretebilmek bina köşeleri dairesel tasarlanmıştır (Yaşarer, 2019).

Yüksek Binalar ve Kentsel Konseyi (CTBUH), dünya çapında yapılan yıllık yüksek bina işaretlemeğinde göre, 2016 yılında 200 metre ve üzeri 128 binanın tamamlanmış olduğunu kaydetmiştir (şekil 2.14).



Şekil 2.14 2001 yılından başlayarak, dünya çapında tamamlanan en yüksek binalar (CTBUH, 2016)

Gökdelenler günümüze kadar gelen süreçte, fonksiyonel, mimari stil ve strüktürel formları yanı sıra enerji performansı açısından da çeşitli aşamalar geçirip gelişme göstermişlerdir. Gökdelenlerin tasarımında, taşıyıcı sistemlerinin yanı sıra gelişen teknoloji ile enerji etkin kullanımı ve kullanıcıların konforu büyük rol oynamaktadır.

Gökdelenlerin taşıyıcı sistemlerinde kullanılan malzeme; yapı yüksekliği, kat adedi ve yapının işlevine göre çeşitlilik göstermektedir. Bu sistem tiplerini, çerçeve sistem, perde duvarlı sistem, çerçeve ve perde duvarlı sistem, çekirdekli sistem, tübüler sistem ve diagrid sistem olarak sınıflandırabilmekteyiz.

Ölçekleri ve tüketim hacimleri nedeniyle gökdelenler, enerji, malzeme ve ekolojik tasarım açısından küçük bir yeşil binadan çok daha önemli ve etkilidir. Gökdelen, büyük şehirlerdeki en yaygın bina türlerinden biridir ve milenyumun ilk çeyreğine kadar inşa edilmeye devam etmesi beklenmektedir (Yeang, 1999).

Bir gökdeleni tanımlamak için geniş, uzun cephelere sahip, küçük çatı alanı olan ve az yer kaplayan yüksek bir bina olduğu söylenebilir. En büyük yapısal stresleri temeldedir. Yüksekliği açısından özel mühendislik sistemleri gerektirmektedirler. Bu sistemleri; mekanik, elektrik sistemler, dikey ulaşım ve hareket sistemleri, yangın

koruma cihazları olarak sınıflandırabiliriz. Ekonomik açıdan çekici bir gökdelen inşa etmek için, binanın iç net alanları (net-brüt) oranı en düşükte olmalıdır (Dijik, 2012).

Bir mimar veya mühendis “yeşil” bir gökdelen tasarlamak istediğinde, aşağıdaki endişeleri dikkate alması önemlidir (Yeang, 1999).

- Hizmet çekirdeklerinin konumu ve bunun genel durumu nasıl etkilediği binaların konfigürasyonu ve yerleşimi.
- Ana cephelerin ve pencere açıklıklarının yönelimi (özellikle yönenin iklim özellikleri ile ilgili olarak).
- Cephe tasarım seçenekleri
- Bina kabuğunun rengi.
- Gökdelenin üzerindeki bitki örtüsü ve dikimin etkileri.
- Muhtemel bina işletim sistemlerinin türü.
- Malzeme ve enerji kaynaklarının seçimi.
- Bunların potansiyel atık ürünler olarak yönetimi

Dünya üzerindeki en yüksek binalar olan gökdelenlerin genelinde giydirme cepheler tercih edilmektedir. Gökdelenlerdeki atılımlardan biri olan giydirme cepheler, tez konusu kapsamında günışığı kullanımı ile ilgili olduğundan bir sonraki bölümde sınıflandırma yapılarak incelenmiştir.

2.3 Giydirme Cepheler

Giydirme cepheler; kendi kendini taşıyan, kendi ağırlığını ve rüzgâr yükünü taşıyıcı sisteme, ayarlanabilir bağlantılar ile ileten, yalıtım ve koruma sağlayan, modüler koordinasyon ilkeleriyle uyum içinde tasarlanan ve yapının dış yüzüne uygulanan, ince, hafif, saydam, yarı saydam veya opak yüzeylerin değişik oranlarda birleşmesinden oluşmuş yapı dış kabuğudur (Essiz, 2004). Hasol (1999) ise giydirme cepheleri “Çok katlı bir yapıda, döşemelerin önünden geçerek devam eden, döşemelere veya kirişlere asılan, taşıyıcı olmayan çoğu bol camlı dış duvar.” şeklinde tanımlamaktadır.

Giydirme cepheleri, değişen fiziksel etkilere karşı, cephenin donandığı özelliklerle, uygun bir tepkiyle karşılık vererek istenilen konfor koşulunu korumamıza olanak sağlayan sistemler olarak görebiliriz. Giydirme cephe, yapının taşıyıcı sistemi içinde hiçbir görevi olmayan, bu taşıyıcı sisteme kendi l yükü ve etkilendiği deprem, rüzgâr gibi yükleri özel bağlantılarla ileten, yapı fiziği sorunlarını ince bir kesitte çözebilen, dayanıklı hafıf gereçlerle yapılan, yalıtım ve güvenlik sorunlarını eksiksiz yerine getirebilen, modüler koordinasyon ilkelerine uygun olarak hazırlanan bir düşey kabuktur (Subaşı, 2003).

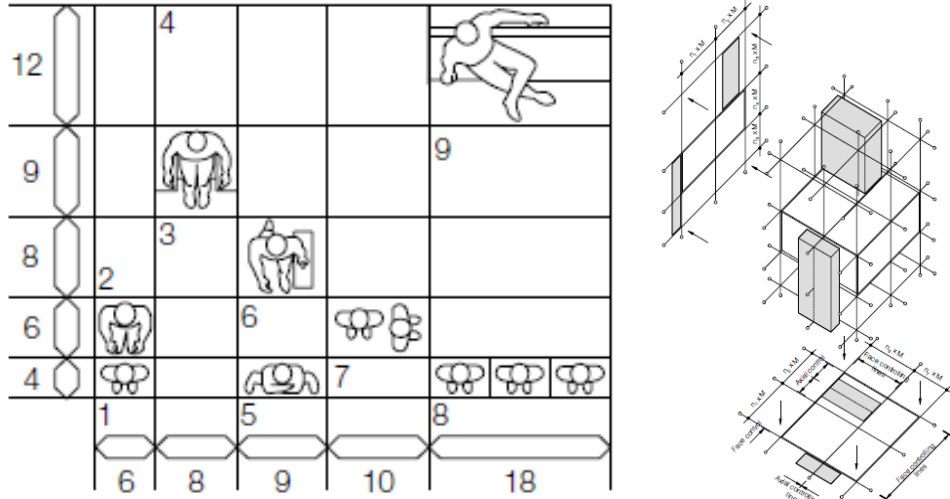
Binalarda kullanılan giydirme cephenin seçiminde ve tasarımında çoğunlukla performans gereksinimleri göz önüne alınmaktadır. Bunlar, ısı korunumu, su sızdırmazlık, taşıyıcılık, gürültü kontrolü, genleşme ve hareketler, ışık geçirgenliği, renk ve ışık yansıması, yangın korunumu ve güvenlik, temizlik ve bakım, estetik, yapım ve montaj gibi alt başlıklar halinde karşımıza çıkarlar (Alpur, 2009).

Giydirme cephelerdeki modülerlik ve gnşiği ilişkisi incelenerek, modüler koordinasyon ve gnşiği ilişkisi başlığı altında anlatılmış, ardından giydirme cephelerin gelişiminden bahsedilerek sınıflandırma yapılmıştır.

2.3.1 Modüler Koordinasyon ve Günüşiği İlişkisi

Eski Yunan ve Roma mimarlığında bir yapının kolonlarının veya çeşitli bölümlerinin oranlarını düzenlemekte kullanılmak üzere bir uzunluk birimine başvurulmuştur. Vitruvius bu birime “modül” adını vermiştir. Mimari düzenleri disipline eden bu modüler l her sütunun taban yarıçapına eşittir. Modül, günümüzde endüstri ürünlerinde standartlaşmayı büyük lde kolaylaştıran ve bileşenlerin ölçülerinde tekrarlanan bir uzunluk birimi olarak da bilinir. Bu nedenle tasarımı yapılar ve bileşenleri, modüler bir planlama ağına uygun olarak planlanır. Modüler sistem yapı bileşenleri arasındaki boyutsal koordinasyonun sağlanması yanı sıra, yapılar da proporsiyonun elde edilmesinde de kolaylık sağlayan gizemli bir anahtar niteliğindedir (Yurtsever, 1989).

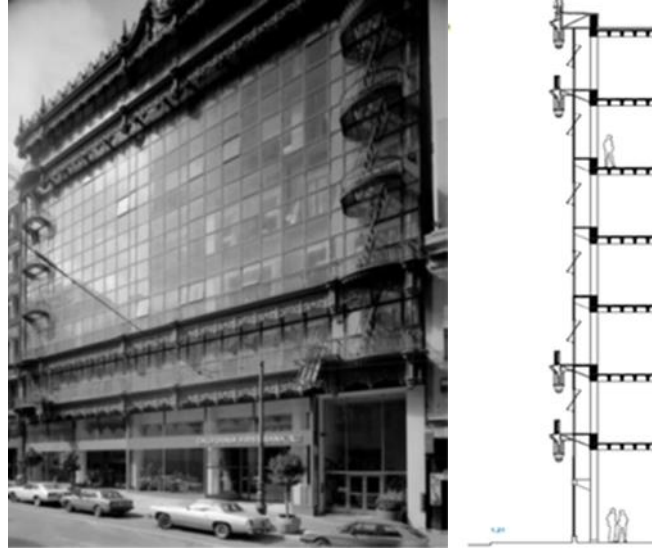
Modülerlik için, strüktürel grid olarak akslar ve yüzeylerde düzeni sağlamak için yüzey planlama çizgileri kullanılmaktadır. Bu modülerlik, fonksiyonuna uygun olarak ayrılan mekanları ve ayrıca aynı mekânın içinde dahi zonlama (bölgelere ayırma) yapılarak, her modüler parçanın opaklık, saydamlık ve diğer özellikleri kontrol edilerek, günışığını mekânda takip edilen eylemin gereksinimine uygun kontrolü sağlanabilmektedir (Şekil 2.15).



tuğla duvarlardan oluşturulmuş olup, binanın taşıyıcı sistemi dökme demir kolonlar ve dövme demir kirişlerle oluşturulmuştur. Bu sistemde binanın yükleri arttıkça duvar kalınlığı artmakta ve buna bağlı temel tasarımı değişmektedir. Dış duvarların kalınlığı nedeniyle mekânda daralma oluşmakta ve ayrıca duvar kalınlığı nedeniyle oluşan gömme pencereler içeriye giren ışığı kısıtlamaktadır. 15 katlı Reliance Building, ofis binası cephesine radikal bir yorum getirmiştir. “Şikago Penceresi” tanımı, merkezdeki bölme cam, ara sütunlarla dar, işlevli pencerelere bölünerek ortaya çıkmıştır.

Manhattan’daki ikonik Fuller Flatiron Binası (1902), dalgalı görünümlü taşlarıyla ilk terra-cotta giydirme cepheye sahip olan yapıdır. Mimar Burnham, çelik karkas taşıyıcılı Fuller Flatiron Binası’nın formunu arsanın üçgen şeklinden referans alarak belirlemiştir. Pencereler, geleneksel taş yığma bir sistemle inşa edilmiş binalara göre çok daha ince bir kasaya sahip olup günışığını içeri almada çok daha etkilidirler.

San Francisco’daki Willis Polles’un Hallidie Binası ise ilk büyük ölçekli tümüyle cam giydirme cepheli kentsel bina olma özelliğini taşır. Cam panellerden oluşan cephe, kolon düzleminden 90 cm ötede konumlandırılmıştır (Şekil 2.16).



Şekil 2 16 Hallidie Binası ve Cephe Kesiti (Total Security Solutions, 2015)

Giydirme cephelerin öncü örneklerinden biri 1926’da Gropius’un Dessau’da yaptığı Bauhaus Okulu, bir diğeri ise 1932 yılında Le Corbusier tarafından Paris’te

üniversite sitesinde yapılan “İsviçre Pavyonu” adlı öğrenci yurdu (Kahraman, 2003). Bauhaus Binası, modern hareketin ilk, büyük başyapıtı olarak tanınır. Bu bina yatakhaneler, sınıflar ve atölyeler olmak üzere üç farklı fonksiyonu cephesine üç farklı şekilde yansıtan bir yapıdır. Yatakhane deliklerden oluşan pencereler ve kişisel balkonlar, sınıflarda daha büyük gruplanmış çizgisel çerçeveli pencereler ve atölye kısmında da tamamen camdan asılmış bir giydirme cephe betonarme iskelet sistemini çerçevelemektedir (Şekil 2.17).

1929’da çelik karkas sistemle yapılmış olan Chrysler Building’de, uygulanmış olan giydirme cephe elemanları, legolar gibi tek tek yerleştirilmiş (Şekil 2.18) ve tonlarca parçadan oluşmuştur (Kocaman, 2002).



Şekil 2.17 Bauhaus Binası



Şekil 2.18 Chrysler Building

Harrison, New York’ta bazı önemli komisyonlar kazanmayı başarmış ve Pittsburg’da 1949- 1953 yılları arasında Alcoa binasını Abramovitz ve Oscar Nizchke ile ilk alüminyum panellerden oluşan giydirme cepheyi oluşturarak inşa etmiştir. Gökdelenin panellere delinmiş yuvarlak pencereleri, vagonlarda kullanılanlara benzerliğiyle binanın bir dizi televizyon seti gibi görünmesini sağlamıştır. Moma’nın küratörü Arthur Drexler baklava deseni ile damgalanmış bu panellerdeki ışık oyununu, binaya Prag’daki Czerninn Sarayı’nın heykelsi sadeliğini anımsatan, değişken diyagonal bir hareket olarak tanımlamıştır (Cohen, 2012) (Şekil 2.19).



Şekil 2.19 Pittsburg'daki Alcoa Gökdeleni (Janberg, 2019)



Şekil 2.20 Lever Binası

Gerçek anlamda ilk giydirme cephe 1952 yılında New York'ta Skidmore, Owings ve Merrill tarafından tasarlanan Lever Binası'nda uygulanmıştır (Şekil 2.20). Binanın cephesi tümüyle taşıyıcı sistemden bağımsız olarak, paslanmaz çelik ve tek tabakalı camla inşa edilmiş ve rüzgâr yükünü karşılamak üzere strüktüre noktasal olarak tespit edilmiştir (Göksal, 1988). 1960'lı yıllardan itibaren cephe kuruluşlarında ısı yalıtımlı çift cam ve termik açıdan yalıtımlı profiller kullanılmaya başlanmıştır (Pawlak, 1982).

1970'li yıllarda dünyada enerji krizi ortaya çıkmıştır. Böyle bir ortamda, geniş cam yüzeyli giydirme cephelerde de enerjinin tasarruflu kullanılması açısından önlemler alınmaya başlanmıştır. Öncelikle iklim kontrolü açısından ek önlem alınan giydirme cepheler uygulanmıştır. Giydirme cephelerde kullanılan camlar, güneş ve iklim kontrollü cam olarak seçilmiştir. Ayrıca ek önlem olarak, giydirme cephelerin üzerine güneş kontrol elemanları yerleştirilmiştir. 1980'li yılların sonlarına doğru, iklim kontrolü açısından ek önlem alınmış giydirme cepheler yerini akıllı cephelere bırakmıştır (Kocaman, 2002).

Giydirme cepheler literatürde, farklı bakış açılarına göre farklı şekillerde sınıflandırılabilirler. Bu sınıflandırmalardan ilki tabaka sayısına göre yapılmış olup ikinci sınıflandırma cephe elemanlarının bağlantı şekillerine göre yapılmıştır.

Tek tabakalı ve çift tabakalı olarak ayırabileceğimiz giydirme cepheler, günışığı kontrolünde farklı aydınlatma gereksinimlere sahip mekanlara farklı seçenekler sunmaktadırlar. Yeterli aydınlık seviyelerinde ışık alan, kamaşma ve gerekli kontrastın sağlanması gibi problemlerin çözüldüğü, farklı ışık taleplerindeki bir müze veya bir çalışma ortamı, kullanıcıya eylemlerini yerine getirirken en yüksek konforu sağlamaktadır. Bu bağlamda tek tabakalı giydirme cephelerde günışığı kontrolü sağlamada kullandığımız elemanlar,

- Dıştan gölgelemeli,
- İçten gölgelemeli ve
- Cam tabakalarıyla entegre gölgelemeli olarak üçe ayrılmaktadırlar (Begeç ve Savaşır, 2004).

Bu sayede ısı kontrolü yanında ışık kontrolü sağlanmakta, kullanılan camın türü dışında cam tabakaları arasına yerleştirilen uygulamalarla da iç mekânda istenilen ışık kalitesine ulaşılabilmektedir.

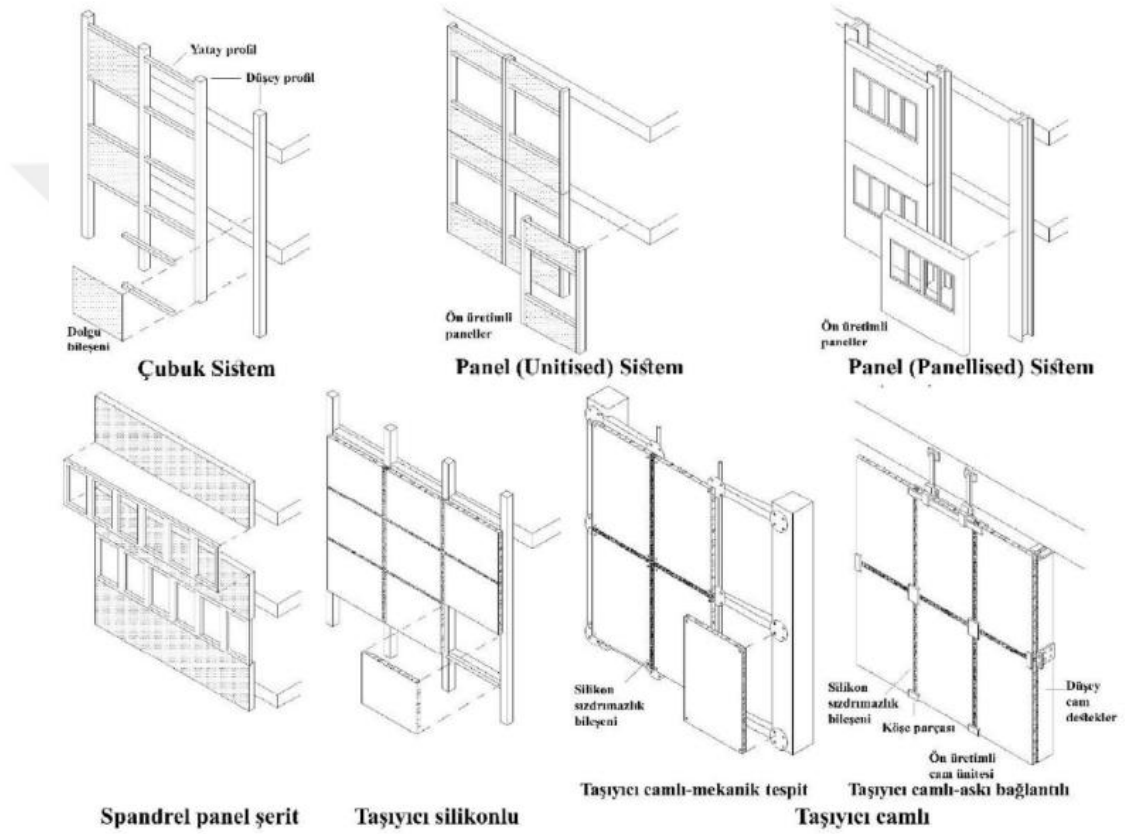
Çift tabakalı giydirme cepheler ise, katmanları arasında oluşan hava boşluğu sayesinde iklimlendirmeye çok önemli katkıları açısından tercih edilmesinin yanında, spesifik güneş kontrolü uygulamalarına ortam sağlamaları açısından da oldukça revaçtadırlar.

- Kat yüksekliğinde havalandırma kanallı çift tabakalı sistemler,
- Bina yüksekliğinde havalandırma kanallı çift tabakalı sistemler ve
- Şaft giydirme cephe sistemler olmak üzere üçe ayrılırlar (Begeç ve Savaşır, 2004).

Çift tabakalı giydirme cephe sistemleri, kullanıcıya, modifiye edilebilen güneş kontrolü elemanları sunarlar. Bunlar hareketli ve hareketsiz sistemler olabilir ve ayrıca binaya “computer based” sistemlerle kurulmuş bir güneş kontrol sistemi ya da günışığına otomatik yanıt veren sensörlü sistemler de olabilirler.

Bir başka sınıflandırma sistemi Londra’da bulunan Centre for Window and Cladding Technology tarafından cepheyi oluşturan elemanlarının bağlantı şekillerine göre yapılmıştır. Bu sınıflandırmaya göre giydirme cepheler;

- Çubuk Sistem,
- Panel (Unitised) Sistem,
- Panel (Panellised) Sistem,
- Spandrel Panel Şerit,
- Taşıyıcı Silikonlu ve
- Taşıyıcı Camlı giydirme cepheler olarak altıya ayrılmaktadır (Şekil 2.21).



Şekil 2.21 Centre For Window and Cladding Technology (CWCT) 200A'ya göre giydirme cephe sistemleri

Güneş ışığı kontrolü, iç mekân görsel konforu sağlamada, ısı etkilerinin yanında kilit noktadır. Güneş ışığını kontrol edip, ışık kalitesinin mekânın fonksiyonunun getirdiği ışık talebine uygun düzenlerken elimizde farklı ölçekte pek çok seçenek vardır. Özellikle iklimlendirme açısından revaçta olan giydirme cephelerin kullanımına entegre edilmiş, güneş ışığı kontrol çözümleri, farklı mekanlarda istenilen aydınlık seviyeleri, kontrast ve kamaşma problemi yaşanmayan konforlu mekanları tasarlamamıza olanak tanırırlar.

İster tek katmanlı ister çift katmanlı olsun, hareketli, sabit, bilgisayarla kontrol edilebilen ve manuel sistemlerle, içeriye alınan ışık miktarı, ışığın geliş açısı ve kontrast seviyeleri kontrol edilebilir, kamaşma problemlerine çözümler getirilebilir. Giydirme cephelerin modüler koordinasyon ilkelerine uyması gibi özellikleri de bölgelere ayırma yöntemiyle çözümler getirebilmekte, seçeneklerimizin sınırsızlığı her geçen gün yeni sistemlerle artmakta ve iç mekân görsel ve ısı konforu sağlamada daha da esneklik getirmektedir.



BÖLÜM ÜÇ

GÖRSEL KONFOR PARAMETRELERİ

Görsel konfor, günlük hayatta yaptığımız faaliyetleri, gerekli ve yeterli aydınlatma sayesinde zorlanmadan ve rahatlıkla yapabilme ortamımız şeklinde tanımlanabilir. Günışığının aydınlatma etkisi, yapay aydınlatmaya göre insanların daha fazla dikkatlerini çekmekte ve kişilerin memnuniyetinin artmasına neden olmaktadır. Bina içindeki kullanımlarda ise kişilerin tercih ettiği aydınlık düzeyleri birçok durumda farklılıklar gösterebilmektedir. Bu farklılıklar; kişinin yaptığı işe, kişinin ışığa karşı hassasiyetine, uyku kalitesine, biyolojik saatine, sağlığına, ruh haline ve konfor derecesine göre değişim göstermektedir (Erdem ve Enarun, 2007). Birim alana düşen ışık akısı olarak tanımlanan aydınlık düzeyi, gözün görme yeteneğini doğrudan etkileyen bir faktördür (Arpacıoğlu, 2012).

Görsel konforda aydınlık düzeyi, yapılan işin önemine ve hassasiyet derecesine göre artırılabilir. Üzerinde çalışılan iş dikkat gerektiriyorsa, uzun süreliyse, detaylar fazlaysa, hataların maliyeti yüksekse, yüksek verim gerekiyorsa, çalışma düzlemi ile çevre alan arasındaki kontrast farkı azsa veya çalışanın görme yeteneği normalin altındaysa, aydınlık düzeyinin artırılması önerilmektedir. Gerekli aydınlık düzeyi 10-20 lüks arasındaysa görsel konfor seviyesi yetersiz, 20-100 lüks arasındaysa sıradan, 100-200 lüks arasındaysa makul, 200-400 lüks arasındaysa güçlü ve 400 lüks üzerindeyse şiddetli olarak tanımlanmaktadır (Arpacıoğlu, 2012).

Günışığı, görsel konfora etkileri yönünden tasarımın kaçınılmaz bir parçasıdır. Odaya giren doğal ışık, dış dünyayla bağlantı kurar; duyuşsal, dokunsal, algısal ve atmosferik anlamda mekânın ve mimarının kalitesini oluşturmaktadır.

Görsel performansı, bir nesneyi görmek için geçen zamanın işlevi ya da birim zamanda algılanan nesnelerin sayısı olarak ölçebiliriz. Görsel görev olarak da tasvir edilebilen görsel performansın yerine getirilmesi için gerekli zaman, aydınlık değerleri arttıkça azalmaktadır.

Günişığı, düzenli dalgalanmalarıyla, insanların zamanı algılamasını sağlarken, mevsimleri ve gece-gündüz kavramını oluşturur. Biyolojik saatimize anlamını veren günışığının, hormon dengesi üzerinde de kritik bir önemi vardır. Görsel performans, günışığında en etkin biçimdedir. Günişığının geniş spektral kompozisyonu, güneş radyasyonunun yönü değıştikçe değışmekte ve sağlıımızla yakından ilişki oluşturmaktadır. Yaşam alanı kavramı, insanoğlu ve çevresi arasında yakın ilişki kurmayı vurgular. Yaşayan çevre bireyi şekillendirdiğı gibi yerleşimci de çevreyi tasarlamaktadır. Bu bağlamda günışığıyla tasarımda, açıklıkların konumu ve ölçülendirilmesinde göz önünde bulundurularak görsel performansta iyileştirme sağlayan temel konular;

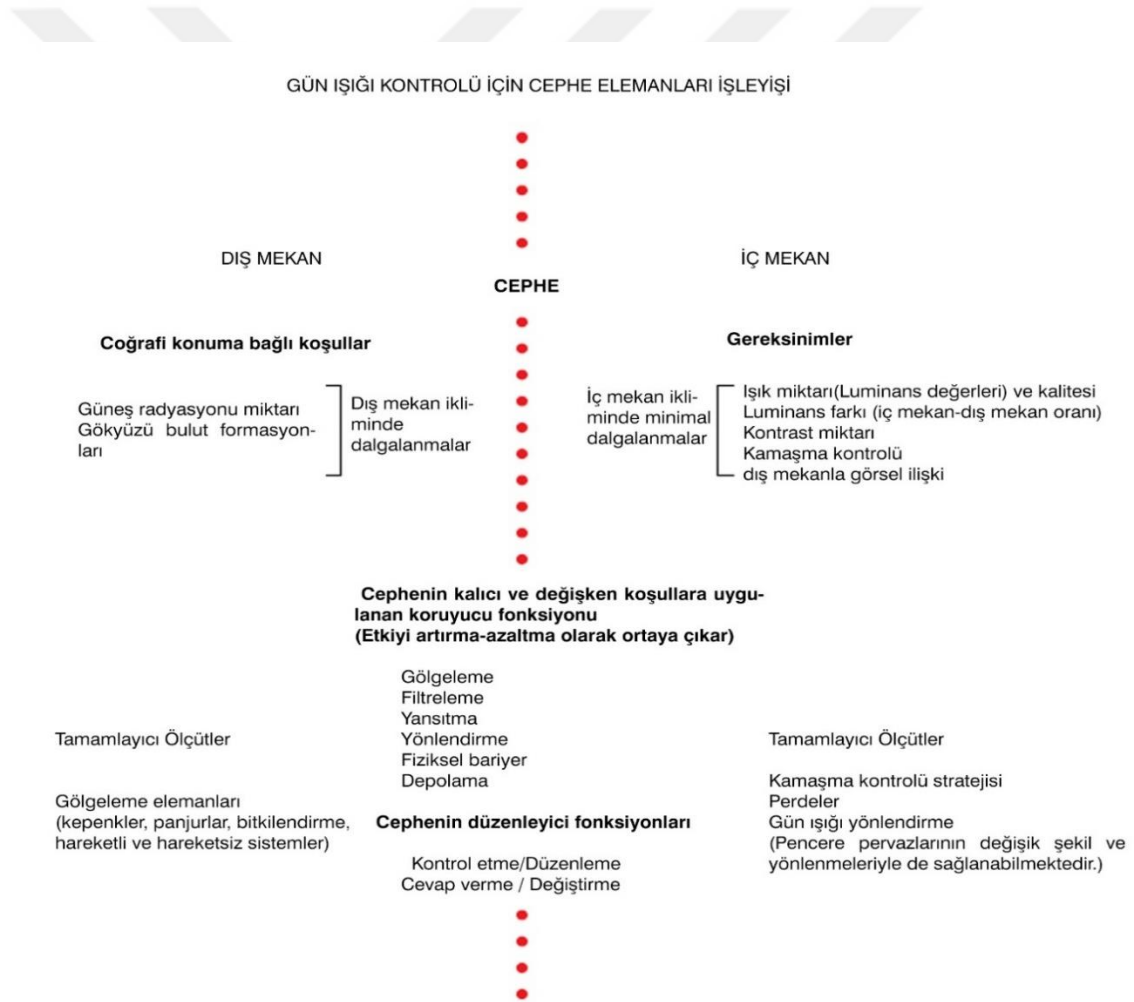
- Görme işlevi için yeterli günışığını sağlamak,
- İstenilen ruh halini ve görsel odaklanmayı oluşturmak
- Günişığının mimariyle entegrasi olarak karşımıza çıkarlar (Szokolay, 2008).

Bu gereklilikleri yerine getirmek, binalarda günışığını ölçmek veya bir plandan günışığı performansını tahmin etmek için bu çalışmada, günışığı ölçme ve değerlendirme sistemleri bilgisayar tabanlı simülasyon programları üzerinden kullanılmıştır. Simülasyonlarda kullanılan alternatifleri oluşturmak için öncelikle günışığı kontrol sistemleri ve aydınlatma gereklilikleri, daha sonra gökdelenler ve gün ışığı kullanımı çeşitli örneklerle incelenmiştir.

3.1 Günişığı Kontrol Sistemleri

Güneş kontrol elemanları, binalarda gölgeleme istenen dönem için bina saydam yüzeylerinden iç mekâna alınan direkt güneş ışığı ve güneş ışıınının denetlenmesi, böylelikle mekanlarda istenen iklimsel- görsel konfor koşullarını sağlanması amaçlarıyla kullanılan elemanlardır. Güneş kontrol elemanlarının en uygun tasarımı ve mimaride kullanımı, binalarda istenen konfor koşullarının elde edilmesini ve enerjinin etkin kullanımını doğrudan etkilemektedir. Bu elemanların tasarım ve boyutlandırılması, pencerelerin baktığı yöne bağlı olarak gölgeleme istenen dönemde hesaplanan profil açısı dikkate alınarak gerçekleştirilir (Olgyay, ve Olgyay, 1957; Yener, 1999).

Güneş, planda yönetilmesi zor olan, dinamik ve hesaplanabilen bir ışık kaynağıdır. Cephe elemanları ve özellikleri kullanılarak, iç mekân görsel konforu ve giydirme cephenin bu konudaki performansı artırılabilir. Günışığı kontrol sistemleri cephelerde, gölgeleme, filtreleme, yönlendirme, yansıtma, toplama gibi, cephenin kalıcı ve değişen iklimsel koşullara uygulanan korucu fonksiyonu ve kontrol etme, cevap verme şeklinde düzenleyici fonksiyonuna işlev veren sistemlerdir. Hareketli ve hareketsiz gölgeleme elemanları, cephenin pencere pervazları dahil, kendi şekli, modüler konfigürasyonu, kullanılan malzeme ve bunların kombinasyonları giydirme cephelerde en yüksek düzeyde günışığı kontrolü ve iç mekân görsel konforu sağlanmasına olanak tanımaktadır (Şekil 3.1).

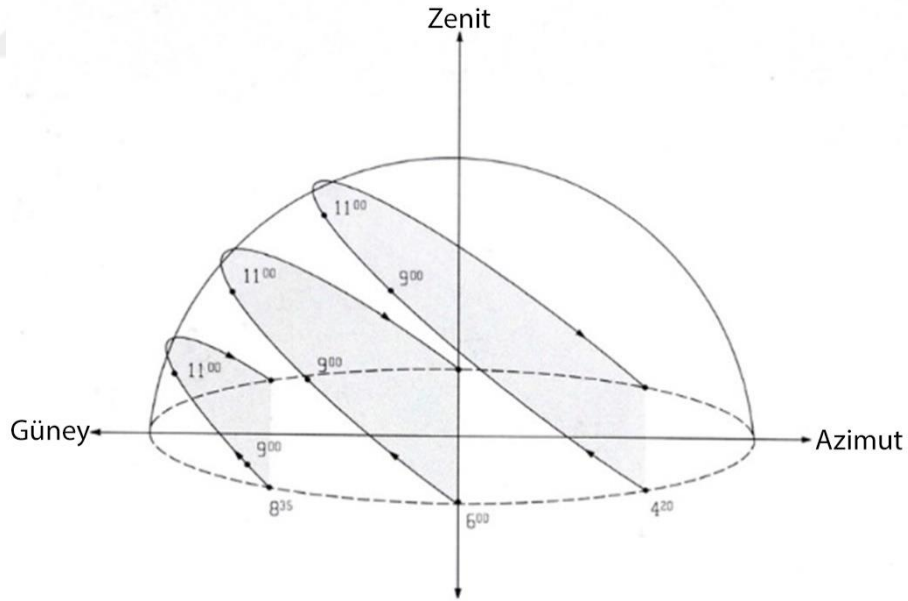


Şekil 3.1 Günışığı kontrolünde cephe elemanları işleyiş şeması, (Herzog, 2004) (Türkçeleştirilmiş ve günışığı kontrolüne uyarlanmıştır.)

3.1.1 Güneşe Göre Yönlenme

Yönlenme (oryantasyon) binanın ve açıklıklarının onu çevreleyen ortama, pusulanın noktalarına, güneşin yönüne, bölgenin iklimine, topoğrafyaya, bitki örtüsüne ve insan yapımı çevreye göre hizalanmasıdır. Kentsel bağlamda ışık anlamında ideal yönlenme, havalandırma ve manzara bakımından, var olan amaç seviyelerine uygun olması, çoğunlukla mümkün değildir. Bu durum güneş ışığının gözden çıkarılması ve engellenmiş görüntüler olarak karşımıza çıkar ve tasarım çözümleri bu aşamada gereklidir.

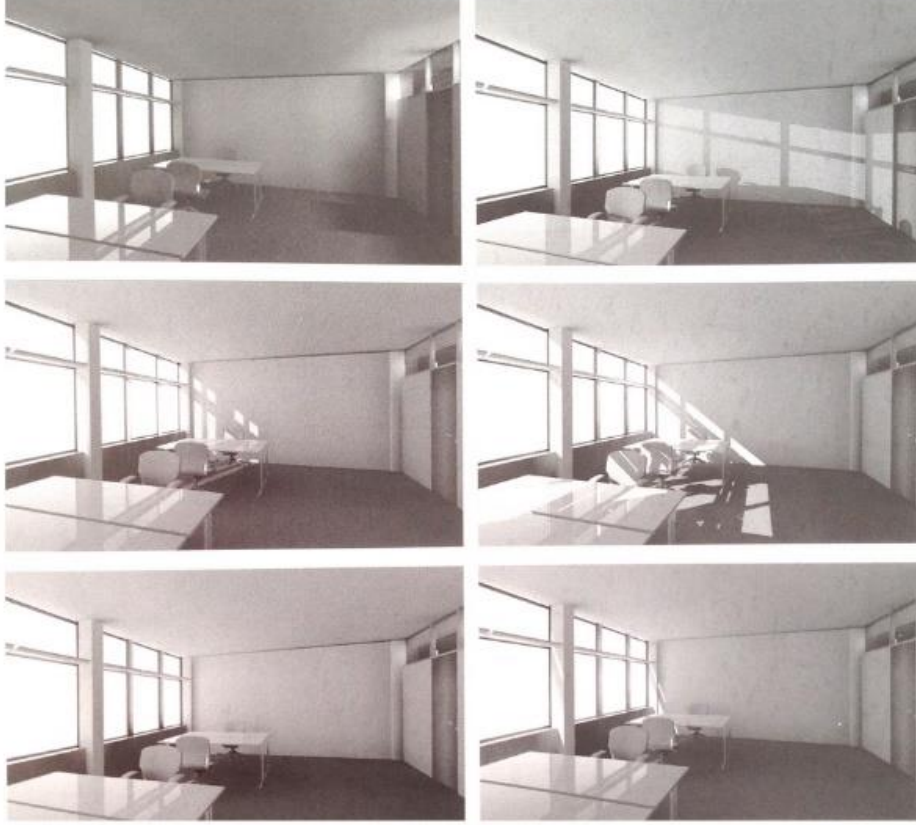
Güneş, yılın ilk ve ikinci yarısında olmak üzere yılda iki kez aynı konumda bulunan hareketli bir ışık kaynağıdır. Güneşin konumunu gözlemlerken, güneş azimut açısını (α_s) gözlemlemek yeterli değildir, aynı zamanda gelen güneş ışığının (γ_s) yönünü de gözlemlemek gerekir. İç mekanlara gelen günışığı, güneşe göre yönelime, enlemlere ve belirli hava durumu verilerine bağlıdır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 Güneşin gökyüzündeki konumu (Koster,2014) (Türkçeleştirilmiştir.)

Belirli bir konumda bulunan bir iç mekâna gelen günışığı güneşin zaman içerisinde değişen yönü, açısı ve yüksekliğine bağlı olarak, bu mekânın belirli bir kısmını belirli bir şiddette aydınlatmaktadır. Örneğin, Kuzey yarımkürede yazları daha dik açıyla

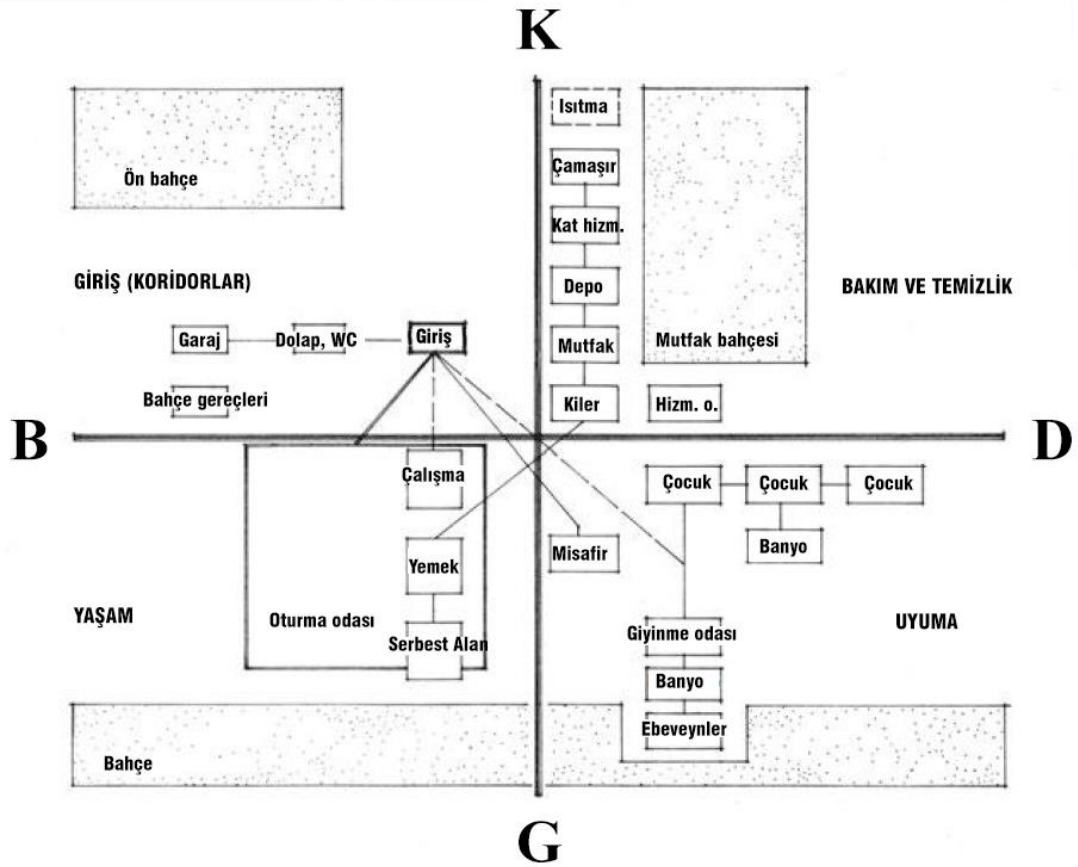
gelen gün ışınları odanın pencereye yakın kısımlarını ve kışın daha yatay açılarla odanın daha derin kısımlarını da aydınlatabilmektedir. Aynı şekilde gün içerisinde de farklı açılarla odanın aydınlandığını gözlemlemekteyiz (Şekil 3.3).



Şekil 3.3 Dinamik bir faktör olarak günışığı (Koster, 2004)

3.1.2 Bölgelere Ayrılmış Alan Organizasyonu

Binanın formu şekillenmeden önce fonksiyon şemalarının çıkarılması ve bu şemalara uygun bir oda konfigürasyonu ile kullanım amacına uygun bir şekilde doğal ışığa ulaşabilen mekanlar yaratmak mümkündür (Şekil 3.4).



Şekil 3.4 Oda yerleşimleri ve yönlendirme şemaları (Corrodi, Spechtenhauser, 2008) (Türkleştirilmiştir.)

3.1.3 Strüktür ve Açıklıklar

Güneş, evleri ve apartmanları tasarlarken odaların ve binaların yönlendirilmesini seçmede önemli bir faktördür. Güneş dinamik ve hesaplanabilen bir ışık kaynağıdır. Sürekli değişen aydınlık yoğunluğu problemi, yeryüzüne gelen ışığın açı değişimi ve dış mekân bulut oluşum düzenleri değişimini de ekleyebiliriz. Eşikler, girişler, pencereler gibi açıklıkların dikkatli düzenlenmesi ile güneş belirli amaçlarla ve mekânsal düzenleme için yönetilebilir. Açıklıkların farklı özelliklerinin kullanımı, mimari tasarım kriterleri, anlamlı iç mekanlar ve açıklıklar oluşturmamıza olanak tanır.

Gelişen yapı teknolojileri farklı strüktürlerin ve açıklıkların oluşturulmasına imkân sağlamıştır. Olasılıklar ve güneş kullanım stratejileri sayısızdır. Amaç ise daha etkin ve amacına uygun şekilde aydınlatılmış mekanlar oluşturmaktır.

3.1.4 Cam Çeşitleri

Cam, sıvıdan katılaştırılmış yekpare bir materyaldir. Molekülleri kristal kafes oluşturmeyen tamamen rastlantısal düzene sahiptir ve bu cama saydamlığını verir. Pek çok farklı birleşimden oluşmasına rağmen kimyasal bir formülü yoktur. Erime noktası yoktur ve ısıtıldığında kademeli olarak katı fazdan, plastik-akışkan ve son olarak sıvı faza geçer.

Cam, 19. Yüzyıl'a gelinceye kadar yapıda kullanımı açısından ağır bir gelişme kat etmiştir. Endüstri Devrimi ile demir ve çeliğin kullanılmaya başlamasıyla ve iskelet sistemin de gelişimiyle yapılarda daha geniş açıklıkların geçilmesi sağlanmıştır. Günümüzde cam üretim tekniklerinin geliştirilmesi ile daha aydınlık ve ferah iç mekân sağlayan geniş açıklıkları kapatmak üzere kullanılmaya başlanmıştır.

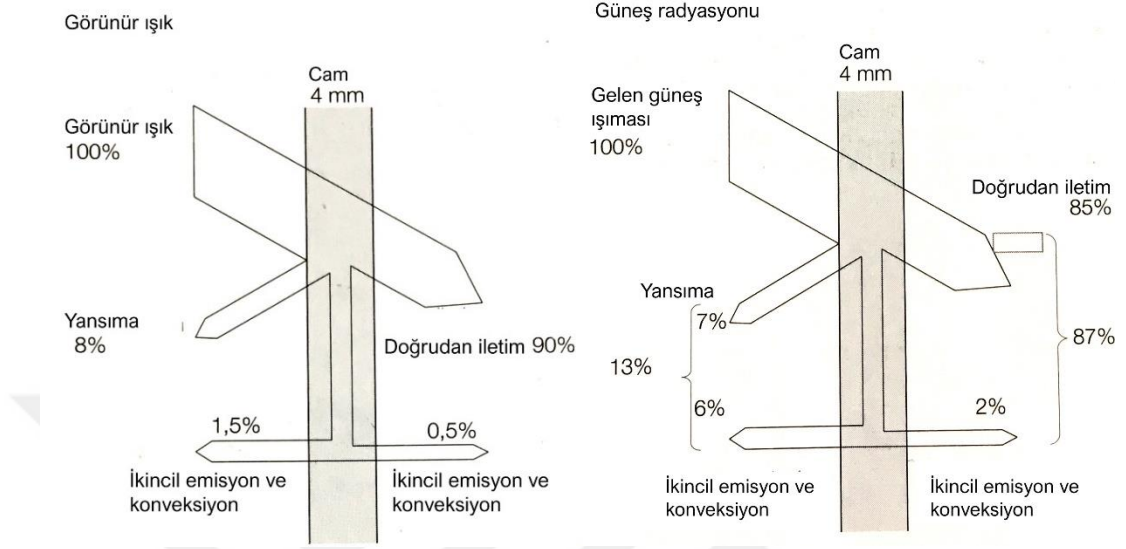
İnsanoğlu tarafından tarih boyunca şimdiye kadar en sık kullanılan cam silika ana malzemesi üzerine kurulmuştur (Silikon Dioksit). Ancak silika camın oluşumu için olmazsa olmaz bir elaman değildir. Günümüzde kullanılan camın genel bileşimi Tablo 3.1'deki gibidir. Bunun yanı sıra özellik ve renk değiştirmek amacıyla başka maddeler içerebilirler.

Tablo 3.1 Günümüzde kullanılan camın genel bileşenleri (Bu kompozisyon Avrupa EN 571 Part 1'e göre standartlaştırılmıştır.)

Silikon dioksit	(SiO ₂)	%69- %74
Kalsiyum oksit	(CaO)	%5- %12
Sodyum oksit	(Na ₂ O)	%12- %16
Magnezyum oksit	(MgO)	%0- %6
Alüminyum oksit	(Al ₂ O ₃)	%0- %3

Camlar geleneksel olarak, Eritme-soğutma tekniğiyle oluşturulurlar. Fakat bunun dışında, buhar biriktirme (Vapor Deposition), Sol-gel İşleme (Sol-gel Processing), nötron Işıması (Neutron Irradiation of Crystalline Materials) gibi yöntemlerle de oluşturulabilirler. Çoğu geleneksel cam çeşidi inorganik ve ametal olmasının yanı sıra, günümüzde pek çok organik cam çeşidi kullanılır. Kaplanmamış camın fiziksel

parametrelerine bakıldığında; ışığın kırılması, yayım kabiliyeti ve ısı iletkenliği olduğu görülmektedir (Şekil 3.5).

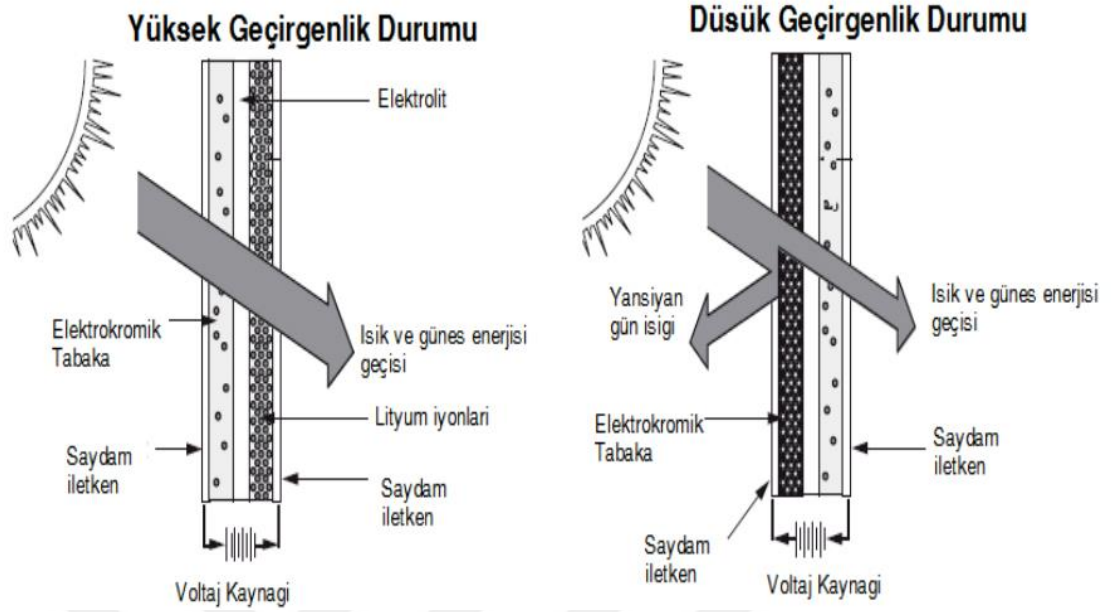


Şekil 3.5 4 mm'lik bir cam tabakasının enerji ve güneş ışığı dengesi şemaları (Schittich vd., 2007)

Işık iletimlerine göre camları, kromatik camlar, holografik camlar, dikroik camlar, açışal ve tayfsal seçici camlar, prizmatik camlar, lazer kesim camlar, asitle aşındırılmış camlar, renkli cam tozundan camlar, faz değiştiren camlar olarak sınıflandırabiliriz.

3.1.4.1. Kromatik Camlar

Kromik camlar, fiziksel ve kimyasal uyaranlara karşı renk, opaklık vb. tersinir değişim (Kromizm) gösteren malzemelerdir. Kromatik camlar, elektrokromik camlar, fotokromik camlar ve termokromik camlar olarak sınıflandırılmaktadırlar. Elektrokromik kaplamalar 5 tabakadan oluşur ve genellikle nikel veya tungsten metalinden meydana gelirler. Bu malzemeler, iki saydam iletken arasına yerleştirilir. İletkenlere voltaj uygulandığında cam içinde bir elektrik alanı oluşur (Şekil 3.6). Ardakan, Sok, Niemasz (2017), çalışmalarında elektrokromik ve frit camı, simülasyonlar aracılığıyla kamaşma performansına göre karşılaştırmış ve sonuçlar, uygun alan planlamasıyla, elektrokromik camın dışarının görünümünü korurken, kamaşmayı daha etkili bir biçimde kontrol ettiğini göstermektedir (Şekil 3.7), (Şekil 3.8).



Şekil 3.6 Elektrokromik camların işleyişi (Diler & Kazanasmaz, 2011)



Şekil 3.7 Elektrokromik camın değişim gerçekleştirilmemiş hali



Şekil 3.8 Elektrokromik camın işleyişi ve mekâna etkisi

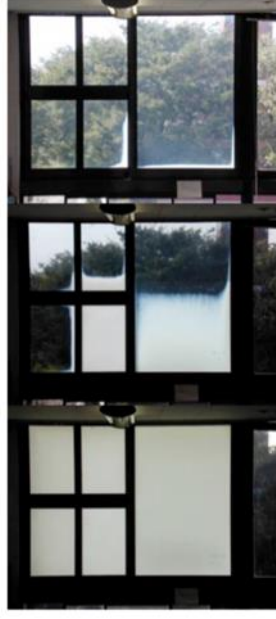
Fotokromik camlar, ışığın yapısına göre değişen belli bir dalga boyunun etkisiyle (ultraviyole ışığın cama yansması vb.), koyulaşır ve yansıma kaynağından uzaklaştığında ise, yeniden özgün rengini alır. Bu tip camların kullanıldığı gözlükler kapalı alanlarda normal bir cam kadar saydamken açık alanlarda veya günışığının dolaysız etkisiyle kararır güneşin zararlı UV ışınlarına karşı %100 koruma sağlamaktadırlar (Kazanasmaz ve Diler, 2011).

Ancak kendi kendine koyulaşan ve saydamlaşan yüzeyi bu camları mimari açıdan çekici kılmaktadır. Binalarda kullanımına örnek bir uygulama olarak Polonya'daki Gdańsk Teknoloji Üniversitesi'ne ait bir konferans odasının çatı kısmında kullanılmıştır (Kazanasmaz ve Diler, 2011), (Şekil 3.9).



Şekil 3.9 Konferans salonu çatısı. The University of Technology of Gdansk, Poland

Termokromik camlar ise, ısıya bağlı olarak renk veya saydamlıkları değişen camlardır. Bu camların en önemli bileşeni iki cam arasına sıkıştırılmış jellerdir, bu jel soğuk durumda saydam halde bulunmakla birlikte günışığının etkisiyle ısındığı zaman yansıtıcı özellik kazanıp ışık geçirgenliği azalarak günışığını sönmeler; bu sayede aktif sistemlerde olduğu gibi bir kumanda veya dışarıdan bir insan etkisi veya düğmeye ihtiyaç duymadan camın ışık geçirgenliği azalır (Şekil 3.10).



Şekil 3.10 Termokromik camın değişik durumlarda görünüşleri (Kazanasmaz ve Diler, 2011)

3.1.4.2 Holografik Camlar

Holografik camlarda, üzerine desenler işlenen film tabakası iki cam katmanı arasına lamine edilmektedir. Genellikle aydınlatmanın problemli olduğu derin hacimli yapılarda 45 derecelik açı ile pencerelerin üst kısımlarında çözüm olarak kullanılmaktadırlar.

Bir film tabakası üzerine lazer ile bazı desenlerin işlenmesi ve bu filmin iki cam tabakası arasında lamine edilerek kullanılmasıyla elde edilen bu elemanlar üzerlerine gelen direkt güneş ışığını yansıtıcı fakat yaygın gök ışığını geçirici bir özellik taşımaktadır (Manav vd., 2009).

Siulai Arena binasında holografik cam uygulaması yapılmıştır. Değişen aydınlatma ile cephe tonları değişmektedir (Şekil 3.11), (Şekil 3.12).



Şekil 3.11 Siauliai Arena / E. Miliuno studija + Dvieju Grupe (Archdaily, bt.)

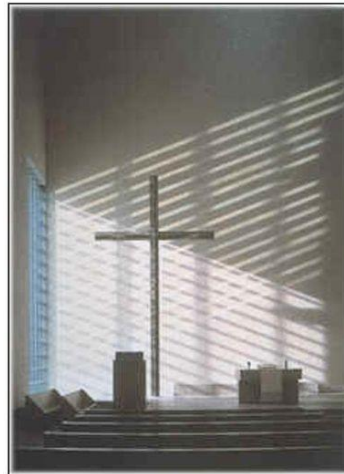


Şekil 3.12 Siauliai Arena / E. Miliuno studija + Dvieju Grupe koridordan bir görünüş (Archdaily, bt.)

HOE uygulamaları, yaygın günışığını hacmin derinliklerine yönlendirerek hacimde aydınlığın düzgün dağılımına yardımcı olurken, parıltı farklılıklarından kaynaklanan kamaşma sorununu azaltmaktadırlar. Bu özellikleri ile kapalı gök koşullarının hâkim olduğu bölgelerde, göğün tepe bölgesinden gelen yayınık ışığın hacmin derinliklerine yönlendirilmesinde uygun bir sistem olarak görülmektedir (Manav vd., 2009).

3.1.4.3 Dikroik Kaplamalı Camlar

Dikroik kaplamalar, karışımları sonucunda ışığı spektral renkler içine böler. Bu gibi kaplamalar, yinelenme derecesine bağlı dalga boylarından bir alanı geçirip, kalanları ise yansıtırlar. Bu olay, yansıma ve iletme içindeki farklı renklerin doğmasını sağlar (Sev vd., 2004), (Şekil 3.13).



Şekil 3.13 Christian İlahiyat Okulu, Sweeny Şapeli, Indianapolis, ABD, iç mekânda dikroik kaplamalı camların oluşturduğu etki

3.1.4.4 Açısal ve Tayfsal Seçici Camlar

Güneşi kontrolü amacıyla kullanılan camlarda genellikle güneş ışıını geçirgenliğinin düşük olması, spektrumun görülebilen bölümü için de düşük geçirgenlik değerlerine neden olmaktadır. Bu durumu ortadan kaldırmak ve camın güneşi geçirgenliğini olabildiğince yüksek tutabilmek amacıyla yalnızca spektrumun görülemeyen bölümü için etkili olan bazı özel boya ve kaplamalar kullanılmaktadır. Low-e camlar olarak da bilinen tayfsal seçici camlar (spectral selective glazing), görülebilen ışıını olabildiğince geçiren fakat kızılötesi ve mor üstü ışıını büyük oranlarda yutan veya yansıtan camlardır.

Açısal seçici camlar ise sıcak dönemde güneş yükseliş açısı dik veya dike yakın iken gelen ışıı geçirmemekte, küçük yükseliş açılarıyla gelen ışıı geçirmektedir. Bu camların tepe ışııklıklarında kullanılması da yine benzer bir etki yaptığından sıcak iklim bölgeleri için uygun bir çözüm olarak kullanılırlar (Manav vd., 2009), (Şekil 3.14).

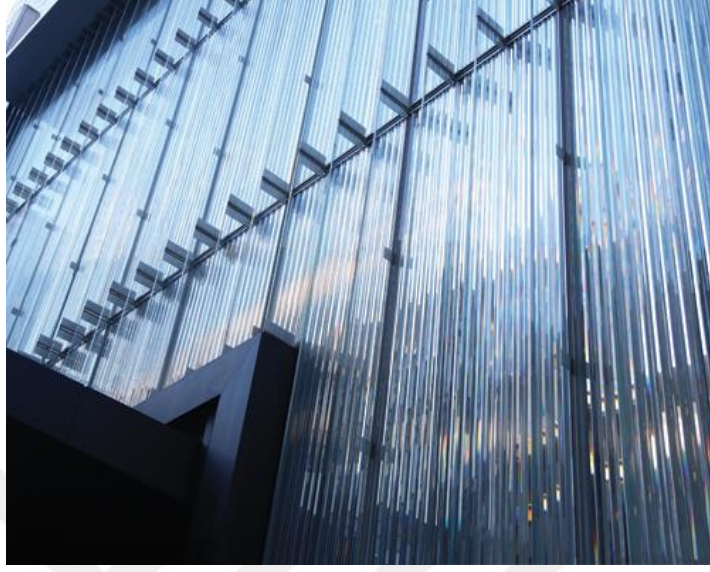


Şekil 3.14 Tepe açıklığında seçici cam uygulaması (Manav vd., 2009)

3.1.4.5 Prizmatik Camlar

Bu sistem çok ince prizmatik elemanların ince bir film tabakası üzerine basılmasıyla elde edilmektedir. Bu film tabakasının cam panel üzerine uygulanması ile sistem kurulmaktadır. Açık gök koşullarında sistem, pencere yakınındaki alanda direkt güneş ışıına karşı gölgeleme sağlarken kırılarak tavana doğru yansıtılan ışınlar hacmin derinliklerinde aydınlık düzeylerinde %20'lik bir artış sağlarlar (Manav vd.,

2009). New York'taki Baccarat Hotel ve Residansı'nda prizmatik camlar kullanılmıştır (Şekil 3.15).



Şekil 3.15 Baccarat Hotel & Residences, prizmatik cam cephesi (Glassform, 2020)

3.1.4.6 Asitle Aşındırılmış Camlar (Etched)

Camın asidik, kostik veya aşındırıcı maddeler kullanılarak cam yüzeyinde değişiklik yaratma tekniklerini içerir. Geleneksel olarak camın dökülmesinden sonra yapılır. Şekil 3.16 ve Şekil 3.17'de bir sergi binasında direkt ışığa maruz kalmaması gereken sanat ürünlerini koruma amaçlı bina cephesinde uygulanmıştır.



Şekil 3.16 Kunsthau Bregenz binası cephe görünümü. Zürih (Kişisel arşiv, 2012)



Şekil 3.17 Kunsthau Bregenz binası iç mekân görünümü. Zürih (Kişisel arşiv, 2012)

3.1.4.7 Renkli Cam Tozundan Cam (Frit Cam)

Renkli cam tozundan basınçlı birleştirilerek oluşturulurlar ve herhangi bir tehlike anında dağıldıklarında zarar vermeyecek parçalara ayrılırlar. Fritli cam, içinden gaz veya sıvının geçebileceği ince gözenekli camdır. Cam parçacıklarının katı fakat gözenekli bir gövdede sinterlenmesiyle yapılır (Adams ve Chittenden, 2007)). Sinterleme veya frittaj, katı bir malzeme kütesini sıvılaştırma noktasına getirmeden ısı veya basınç ile sıkıştırma ve oluşturma işlemidir (Şekil 3.18).



Şekil 3.18 Utrecht University Library, Wiel Arets (Kişisel arşiv, 2014)

3.1.4.8 Faz Değiştiren Camlar

Akıllı polimerler farklı özellikleri ile çeşitli yerlerde kullanılmaktadırlar. Akıllı malzemeler farklı çevresel değişikliklere farklı tepkiler veren malzemelerdir ve mimarlık alanında kullanımları oldukça yaygınlaşmış haldedir. Bina cepheleri inşa edilirken akıllı malzemeler kullanılmakta ve bu malzemelerin sıcaklık farklılıklarına verecekleri tepkilerden yararlanılması düşünülmektedir. Kullanılan akıllı malzemenin faz dönüşümü 27 °C’de başladığından dolayı, iç mekânın ısısı bu derecenin altına düştüğünde, faz değiştiren akıllı malzeme depoladığı ısıyı mekâna vermekte, yani bir nevi termostat görevi görmektedir. Bu faz değişimine bağlı olarak da cephenin saydamlığı da değişmektedir. Bu tarz bir sisteme örnek olarak Alterswohnen (Domat/Ems, İsviçre, 2004, Dietrich Schwarz) binası verilebilir (Compagno, 1995), (Şekil 3.19).



Şekil 3.19 Domat/Ems, İsviçre, 2004, Dietrich Schwarz binası cephe görünümü

3.1.5 Gölgeleme Elemanları

İstenmeyen aşırı ısınma durumlarını önlemek için, pencerelerden gelen ısı sırasında gölgeleme cihazları gereklidir. Gölgeleme elemanları iklimsel konforu sağlayarak soğutma yükünü en aza indirmektedir. Aynı zamanda gölgeleme elemanları doğrudan ışık girişini önleyerek kamaşma problemini de önlemektedirler. Gölgeleme için tasarlanmış sabit cihazlar, görsel ve iklimsel konforu sağlarken içeri giren güneş ışığı miktarını azaltır, odalarda yıl boyunca aydınlatma sistemi üzerindeki yükü artırır. Optimal bir çözüm, odalara gün ışığı girişini en yüksek düzeye çıkarırken güneş ışığı kamaşma indeksini izin verilen sınırlar içinde tutar.

Gölgeleme elemanlarını; sabit veya hareketli olabilen, içeriden veya dışarıdan uygulanan cihazlar olarak sınıflandırabiliriz. Bu çalışmada, hali hazırda içeriden gölgeleme elemanları kullanıldığı için, dışarıdan sabit elemanların DB (Designbuilder) üzerinden güneş ışığı kullanımına etkisi incelenmiştir.

3.1.5.1 Sabit Gölgeleme Elemanları

Sabit gölgeleme elemanları binada pencerenin dışına veya içerisine monte edilebilmektedir. Dışarıdan sabit gölgeleme cihazları hem güneş ışımasını kontrol etmek hem de enerji tasarrufu sağlamak için daha çok tercih edilmektedir. Diğer yandan bu gölgeleme cihazları güneş ışığı varlığını engelleyebilir, yapay ışık ihtiyacına neden olup, istenen kış güneş ışığı radyasyonunu önleyebilmektedir (Mandalaki vd.,

2012). Uygun tip gölgeleme elemanının doğru yerde ve zaman diliminde kullanılması, günışığı mevcudiyeti, ısı ve görsel konfor açısından oldukça önemlidir (Şekil 3.20).



Şekil 3.20 Univera Office'in dış kısmına monte edilmiş yatay panjurlar, (Kırımtat vd., 2015)

3.1.5.2 Hareketli Gölgeleme Elemanları

Hareketli gölgeleme elemanları hem kış güneşine izin verecek hem de yaz güneşini doğrudan engelleyecek şekilde kontrol edilebildiğinden daha fazla avantaj sunmaktadır.

3.1.5.3 İçeriden Monteli Gölgeleme Elemanları

Güneş kontrol elemanları yapı içerisinde de konumlanmaktadır. Fakat bu sistemlerin ısı korunum etkinliği diğer sistemlere göre daha düşüktür. Isının mekân içerisine geçişi gerçekleştiği için mekân ısı artmakta ve ısı kontrolü etkin sağlanmamaktadır. Bu sistemlerin tercih edilme sebebi temizlik ve bakımının kolay olmasıdır (Sönmez ve Kıasf, 2018) (Şekil 3.21).



Şekil 3.21 Konak'ta bir ofis binasının iç kısmına monte edilmiş dikey panjurlar (Kırımtat vd., 2015)

Çalışmada değerlendirilen iki gökdelende de içeriden kontrol edilebilen gölgeleme elemanları kullanılmaktadır (Şekil 3.22), (Şekil 3.23).



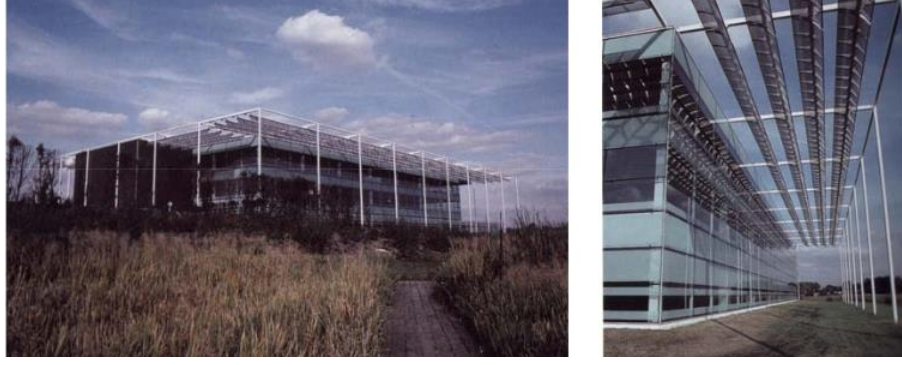
Şekil 3.22 Folkart A kulesi iç mekanda kullanılan gölgeleme elemanı (Kişisel Arşiv, 2020)



Şekil 3.23 Mistral İzmir Ofis Kulesi iç mekanda kullanılan gölgeleme elemanı (Kişisel Arşiv, 2020)

3.1.5.4 Dışarıdan Monteli Gölgeleme Elemanları

Dış kontrol üniteli tek kabuklu cephe sistemlerinde gölgeleme elemanları estetik ve fonksiyonel özelliklerinden dolayı birçok bina türünde kullanılmaktadır (Şekil 3.24). Fakat hava şartlarından etkilenme miktarı fazla olduğu için temizleme ve bakım masrafları yüksek olmakta ve bu durum da sistemin olumsuz yönünü oluşturmaktadır (Begeç ve Savaşır, 2004).



Şekil 3.24 Dıştan gölgelemeli tek tabakalı giydirme cephe (Begeç ve Savaşır, 2004)

Kullanılan gölgeleme elemanlarının binada kullanılacağı yönü ve koordinat düzlemine göre yatay veya dikey olarak yönlendirilmesi de cephe elemanlarının kirlenme ve toz tutma durumunu etkilemekte ve tasarım aşamasında daha seçici olmayı gerektirmektedir. Gölgeleme elemanlarını oluşturan parçaların yönünün yatay veya dikey olması temizliğin yanı sıra ışığın kırılma biçimini de etkilemektedir. Dikey gölgeleme elemanları günün farklı saatlerinde ışığı farklı biçimlerde kırmasından dolayı tercih edilirken, yatay gölgeleme elemanları gün içerisinde ışığı tek bir yönde kırmaktadır. Yatay gölgeleme elemanları doğal aydınlatmanın istenildiği durumlarda da ışığı kıldığı için aydınlatma yüklerini artırmasına rağmen yatay gölgeleme elemanları dikey gölgeleme elemanlarına göre günışığını fazla kırmasından dolayı soğutma yüklerini daha fazla azaltmaktadır. Ayrıca yatay gölgeleme elemanları dış çevre ile görsel bağlantıyı kestiği için istenilmeyen bir özellik oluşturmaktadır (Yüceer, 2010).

3.2 Aydınlatma Gereklilikleri

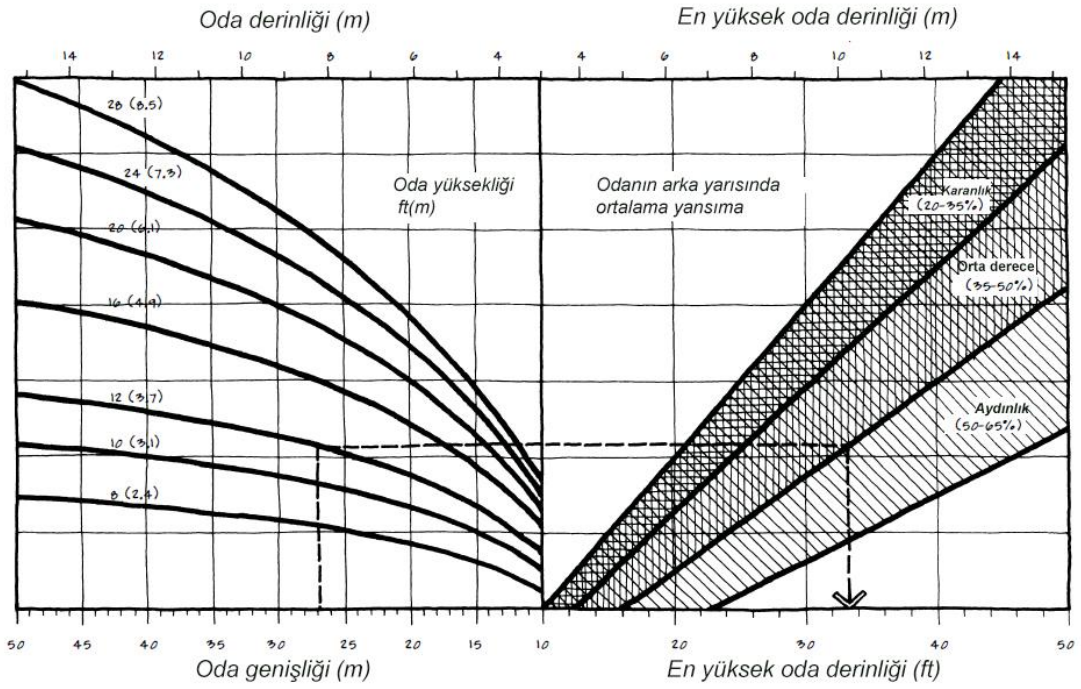
Işık, mekânda hangi fonksiyon yürütülürse yürütülsün önemli bir kavramdır. Mekâna kullanımına bağlı olarak değişik anlamlar getirir ve istenilen etkiyi oluşturur. Mekânda şekillendirilebilir karakteristik özellikleri vardır. Görsel performans bir objeyi görmede geçen gerekli zamanın işleyişi, ya da birim zamanda algılanan nesnelerin sayısıdır. Bir görsel performansın yerine getirilmesinde gerekli zaman

aydınlatma seviyesi arttıkça azalır. Işık dinamik oluşuyla aynı zamanda insan biyolojik saatinin, günlük ve yıllık ritimler olarak senkronize olmasını sağlamaktadır.

Günüşiği çeşitli ışık algısıyla ilgilenir ve bunlar, fonksiyonel, estetik, duygusal ve somatik seviyelerdir. İyi kullanılmış ışık sadece nesneleri görünür kılmaz, bakışı yönlendirir, algıyı kontrol eder ve detaya dikkat çeker. Işığın yeterliliği nicel bir gerekliliktir ve kontrast, detayın ayarı ve görüntü değişim hızını içeren görsel performans üzerine kuruludur. Gerekli seviyeyi karşılamak için bu kontrast oranının dengelenmiş olması gerekir. Işığın uygunluğu ve elverişliliği ise niteliksel bir gerekliliktir. Kamaşma, görüşü bölen görsel bir özelliktir.

Kontrast bakımından zengin bir ortam, yüksek aydınlanma değerleri ya da aydınlanma farkı fazlalığı görsel algıyı azaltan faktörlerdir. Günüşiği binayla, duvar ve çatı pencereleri olmak üzere çeşitli açılarla buluşturulabilir. Günüşiğinin bina tasarımıyla birlikte düşünülmesinin mimari form üzerinde büyük bir etkisi vardır. Güneş planda yönetilmesi zor olan, dinamik ve hesaplanabilen bir ışık kaynağıdır.

Oda özelliklerinin bilindiği durumlarda, grafikteki gibi günüşiği kullanımı için en yüksek oda derinliği hesaplanabilmektedir. Oda derinliğinin fazla olduğu durumlarda elektrikli aydınlatma çoğu zaman gerekli olmaktadır (Şekil 3.25). En yüksek oda derinliğini bulmak için grafikte oda genişliği sol taraftaki yatay eksen de girilmelidir. Odanın yüksekliği girilerek, tavanda eğriyi kesmek için dikey olarak hareket ettirildiğinde yatay ölçekler odanın izin verilen en yüksek oda derinliğini göstermektedir.



Şekil 3.25 Günışığı düzenine göre en yüksek ölçüde oda derinliğinin hesaplanması (Dekay, 2014) (Türkçeleştirilmiştir)

Işığın uygunluğu ve elverişliliği ise niteliksel bir gerekliliktir. Kamaşma, görüşü bölen görsel bir gürültü olarak tanımlanır ve kamaşmanın azaltılması nitelikli aydınlatma planının temel özelliklerindendir. Kontrast bakımından zengin bir ortam, yüksek aydınlanma değerleri ya da aydınlanma farkı fazlalığı görsel algıyı azaltan faktörlerdir.

Günışığı, evleri ve apartmanları tasarlarken odaların ve binaların yönlenmesini seçmede önemli bir faktördür. Güneş dinamik ve hesaplanabilen bir ışık kaynağıdır. Sürekli değişen aydınlık yoğunluğu problemi, yeryüzüne gelen ışığın açı değişimi ve dış mekân bulut oluşum düzenleri değişimini de ekleyebiliriz. Girişler, pencereler gibi açıklıkların dikkatli düzenlenmesi ile günışığı belirli amaçlarla ve mekânsal düzenleme için yönetilebilir. Açıklıkların farklı özelliklerinin kullanımı, mimari tasarım kriterleri, anlamlı iç mekanlar ve açıklıklar oluşturmamıza olanak tanır.

Aydınlık seviyelerinin ölçülebilirliği ve bu değerlerin mekâna etkilerini bilmek tasarım aşamasında görsel konforu sağlamada yardımcı olmaktadır. Sondaki

kısımlarda bu konuya açıklık getirmek için aydınlık seviyelerinde, günışığı faktörü ve kamaşma probleminden bahsedilmiştir.

3.2.1 Aydınlık Seviyeleri Dağılımı

Günışığının pencereden içeri girişi, her zaman çok istenilen bir durum olmayabilir ve bu durum işlev görecek görsel göreve göre değişir. Günışığı (güneş radyasyonu) güçlü bir ısıtma etkisine sahiptir. Bu durum kışın aranılan bir olgu olmasına rağmen, ısı koşullarda kaçınılan bir durumdur.

Pencerenin yanındaki bir masanın yüzeyinde günışığı luminans değeri 200 m lüks olması genellikle uygun görülür. Beyaz bir kâğıdın luminans değeri ($\rho = 0.8$) 160 asb (apostible) olarak uygun görülür.

3.2.2 Günışığı Faktörü

CIE'nin 1955 yılındaki Zürih kongresinde “Günışığı Faktörü” kabul görmüştür. Günışığı Faktörü (Daylight Factor, DF), CIE tarafından, “Işıklılık dağılımları bilinen ya da varsayılan bir gökten dolaysız ya da dolaylı olarak gelen ışığın, verilmiş bir düzlemin bir noktasında oluşturduğu aydınlık düzeyinin, hiç engellenmemiş yarım küre biçimindeki gökten gelen ışığın, yatay düzlem üzerinde oluşturduğu aydınlık düzeyine oranını gösteren değer” olarak tanımlanmaktadır (Arpacıoğlu, 2012).

Günışığı faktörü, dış mekân ve iç mekân aydınlık seviyeleri arasındaki oranın yüzdesel olarak ifadesidir.

$$DF = \frac{E_i}{E_0} \times 100 \quad (3.1)$$

Formül 3.1’de E_i iç mekânın, E_0 dış mekânın aydınlık seviyelerini ifade etmektedir.

Günışığı Faktörü iyi seviyede aydınlanma oranını ifade eder. Oranın %10’un üstüne çıkması görsel konforsuzluğu artırmakta ve kamaşma problemleri yaratmaktadır (Szokolay, 2008).

3.2.3 Kamaşma Kontrolü

Görsel performans ve görsel konfor, rahatsız edici faktörler tarafından bozulmamalıdır. Kamaşma görsel bir gürültü olarak tanımlanabilir. Görüşü bölerek rahatsız eden, özellikle Batı yönünden akşam saatlerinde gelen kızıl ışıktan oluşan bir problemdir. Doğrudan ışık kaynağından gelen ışıktan veya açık renkli parlak yüzeylerden yansıyan güneş ışığından meydana gelebilmektedir. Önlenmesi, özellikle çalışılan ortamlarda önemlidir. Direkt bu tür ışığa maruz kalan yerlerde bu zamanlarda kullanılabilen gölgeleme elemanları, bina ve odanın yerleşim konfigürasyonu ve kullanılan cam malzeme ile çözümlenebilir.

3.3 Gökdelenler ve Güneşli Kontrolü

İnsan sağlığı ve iç mekân çevresel kalitesi arasında kritik bir ilişki bulunmaktadır. Bu konuda imar mevzuatına dair kurallar ve şehir, bölge planlama politikaları gereksinimleri, yeni endüstriyelleşme gösteren şehirlerde meydana gelen fiziksel çevre kaynaklı artan rahatsızlık ve salgın hastalıkların olduğu 19. Yüzyıl ortalarına dayanmaktadır. Hasta bina sendromu olarak da adlandırılan durum, iç mekân hava kalitesiyle ilişkilendirilmekle beraber, iç mekân hava kirliliği, güneşli yoksunluğu ve uygun olmayan ısıtma ve havalandırma koşulları, kötü ses dağılımı gibi konularla yakından ilgilidir. Biyolojik bulaşan maddeler de kaygı konusu olmaktadır. Örneğin, güneşli eksikliği yüksek nemle birleştiğinde küf, küf sporları ve uçuşan bulaşıcı biçimlenmelerine yol açmaktadır ve bu da solunum hastalıklarına yol açmaktadır. Son zaman araştırmaları, hastalıkların birey, patojenik taşıyıcı (virüs veya mikroplar) ve bireyin yaşadığı çevre arasında döngüsel bir ilişkiye dayandığını ileri sürmektedirler.

Temel biyolojik, hormonal ve fizyolojik fonksiyonlarımız, hücreler, bitkiler, hayvanlar ve insanlar için döngüler halinde oluşmaktadır. Güneşli insanların doğayla olan bağlantısını, zaman ve günün döngüsü içerisinde onlara yerlerini algılatarak sağlamaktadır. Yirminci Yüzyılın giderek artan kentleşmesi, beton, cam ve çelik gökdelenlerin inşasına neden olmuştur. Yüksek binalar temiz havanın dolaşımını kısıtlarken insanların doğal çevre ile arasındaki doğrudan iletişimi azaltmaktadırlar.

Işık seviyesi bir binanın tepe ve cadde seviyesi arasında kayıplara uğrayarak azalmaktadır (Hayes, 2015) (Şekil 3.26).

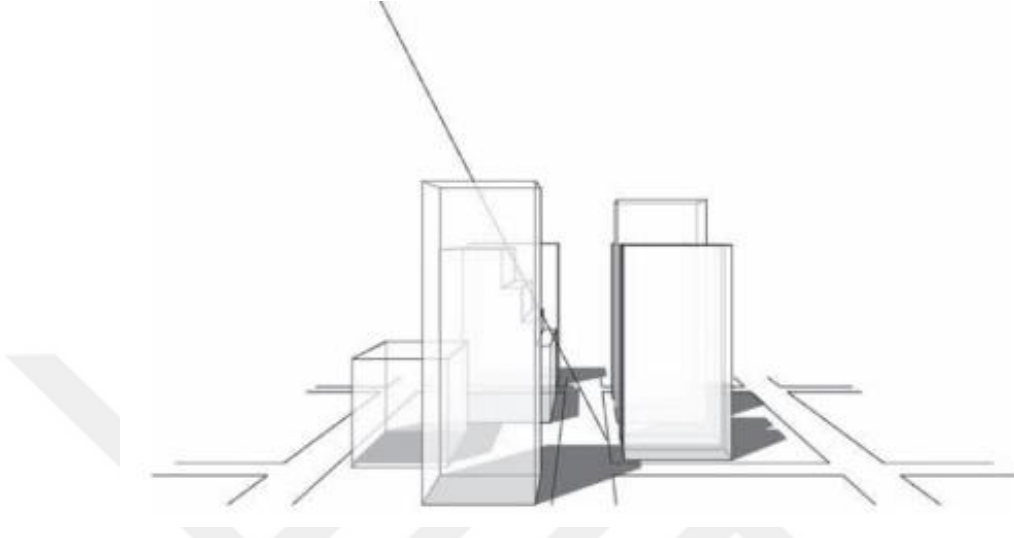


Şekil 3.26 Işık seviyesinin bir binanın tepe ve cadde seviyesi arasındaki farkı kavramına bağlı olarak bir sokak görünüşü

Sağlıkla olan yakın ilişkisi dışında, günışığı ile ilgili tartışma son 30-40 yıldır, yaşanabilir tasarım tercihi olarak binalarda enerji korunumu konularıyla da derinlemesine bağlantılıdır. 1998 yılı Enerji Bilgi Temsilciliği'ne göre (U.S Department of Energy), inşaat ve bina sektörü, Amerika'da tüketilen toplam enerjinin %36'sından sorumludur. Aydınlatma ise bu yüzdenin %30'dan %50'ye değişen bir kısmını özellikle ticari binalar ve ofis binalarında kapsamaktadır. LEED ve BREEAM gibi dünya çapında düzenleyici kuruluşlar, günışığının binalarda kullanımı ve kontrolüyle yükümlü standartlar ortaya koymuşlardır.

Tüm bu bilgiler ve önlemler ışığında zaman içinde oluşturulan, binalarda günışığı kullanımına ilişkin kurallar ülkeden ülkeye değişmektedir. Bu kurallar genel olarak üç kısımda ele alınmışlardır. İlk ve en kullanışlı olanı, binalarda günışığına erişimdir. Bu tip yasalar, günışığı bölgeleme yasaları olarak geçmektedir. Bina ve kullanıcılarının günışığına, önceden saptanmış bir süre boyunca, direkt erişim sağlamalarını garantilemekle yükümlüdür. Genellikle yüksek binalarda arazi sınırından geri çekmeler şart koşarak bu kural sağlanma yönüne gidilmiştir (Şekil 3.27). İkincisi

pencereler ve ölçüleri olarak, bina yapım yönetmeliklerinde geçmektedir. Üçüncü kural ise oda içerisindeki kapalı alan aydınlanma seviyeleri olarak (lüks cinsinden) karşımıza çıkmaktadır.



Şekil 3.27 Sokak seviyesi boyunca medyandan bir güneş açısını takip ederek geri çekme uygulanması

Gökdelenlerin tasarım aşamasında günışığı kontrolü sağlamak amaçlı göz önünde bulundurulması gereken kilit noktalar aşağıdaki gibi sıralanabilirler (Hayes, 2015);

Kütle: Binanın genel şekli ve ölçüsü.

Form: Binayı oluşturan farklı hacimlerin şekli ölçüsü ve birbirleriyle olan ilişkilerinde binanın nasıl işlediği.

Karma Kullanım: Gökdelenlerin birden fazla program ve kullanım fonksiyonuna sahip olmaları.

Yükseklik: Binanın en düşük ve en yüksek mimari noktası arasındaki mesafe.

Program: Spesifik bir amaç veya amaçlar için kullanılan alan.

Dikeylik: Binanın yüksekliğini vurgulayan elemanları.

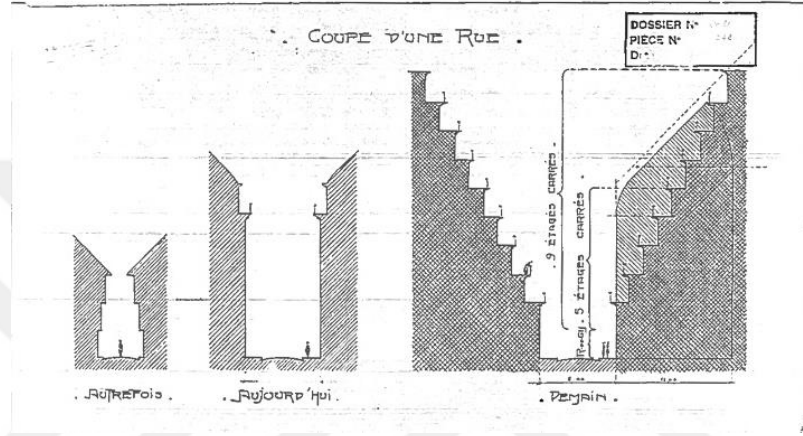
Boşluk: Binanın düzlemleri arasında kalan kullanılmamış alan.

Geri çekme: Binanın cephe ve döşemelerinin, çekirdeğe gerileyecek şekilde aralık oluşturması.

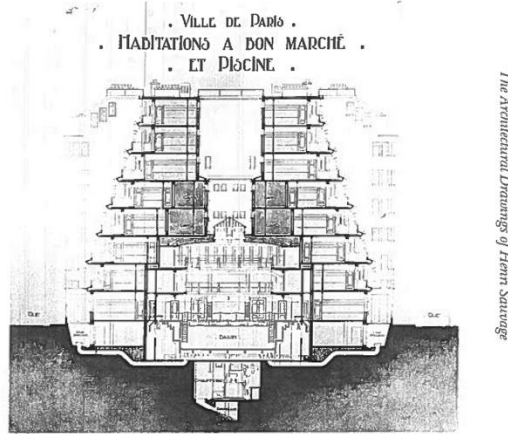
Cephe: Binanın dış yüzeyi ve eleman

Bina formunun, her kata ve binanın cadde seviyesinde kalan alanlarına ışık erişimine izin verecek şekilde tasarlanmasına ilk örneklerden, Henri Sauvage'ın

basamaklı teraslarını örnek gösterebiliriz. Rue Vavin ve Rue de Amiru caddelerindeki iki apartman binası, doğru açının kullanımıyla yaşam ünitelerinin aşamalı konfigürasyonu sonucu oluşan her biri güneş ışığına direkt ulaşım sağlayan teraslardan içeri alınan ışıkla arazi ölçeğinde ve oda organizasyonları ölçeğindeki stratejilere bir örnektir (Şekil 3.28). Bu konfigürasyonda yaşam ünitelerinin dizilişleri sonucu ortada kalan alan üzeri tonozlu büyük bir kapalı yüzme havuzu olarak kullanılmıştır (Şekil 3.29).



Şekil 3.28 Henri Suvage'ın basamaklı terasları olan binasının şematik görünüşleri



Şekil 3.29 Henri Sauvage'ın basamaklı terasları olan binasının kesiti

Güneş ışığı etkin kullanımı ve kontrolüne güzel bir örnek olan Wuhan Center Kulesi'nde katlanan giydirme cam cephe kullanılmıştır. Katlanan giydirme cam cephe, rüzgâr basıncının neden olduğu yanal yükleri azaltmaya yardımcı olan yüksekliği boyunca uzanan iki eğimle binayı sarmaktadır. Tamamen camlı ve sızdırmaz giydirme cephe sistemleri mekâna daha fazla ışık girmesine izin verirken aynı zamanda güneş ısı kazancını da artırır. Katlanır giydirme cam birimleri gölgeleme performansını

en iyi hale getirmekte, pürüzsüz bir giydirme cepheye göre güneş ışınlamını ve iç mekân ısı kazanımını yüzde 50 azaltmaktadır. Konforlu iç mekân sıcaklıkları, kulenin tepesindeki soğutma sistemlerinde tabakalı hava kullanma gibi teknikler kullanan sofistike bir hava akış sistemi ile de korunmaktadır (Wood, 2015), (Şekil 3.30).



Şekil 3.30 Wuhan Center giydirme cepheleri (Wood, 2015)

Giydirme cepheler, LEED sertifikasyon sisteminin gerekliliklerine uygun, enerji tasarruflu çift cam ünitelerden yapılmıştır. Binaya su tasarruflu tuvalet armatürleri, LED aydınlatma, güneş ışığı sensörleri ve çevre dostu yapı malzemelerinin kullanımı dahil olmak üzere bir dizi başka sürdürülebilir tasarım stratejisi entegre edilmiştir. Kulenin formu, bir zamanlar Yangtze Nehri'ni dolduran sampanlardan (küçük, düz tabanlı tekneler) esinlenmiştir (Wood, 2015).

BÖLÜM DÖRT

BAYRAKLI'DAKİ GÖKDELENLERİN GÜNIŞİĞİ KULLANIMI AÇISINDAN İNCELENMESİ

İzmir, Türkiye'nin batı kıyısında, Ege Denizi boyunca yer almaktadır. 4.113.00 nüfusu, 7340 km² yüz ölçümü ile üçüncü büyük metropolitan şehridir. İzmir, geniş tarımsal ve endüstriyel gelişim altındaki bir bölge olarak, önemli bir ticaret merkezidir. İzmir birçok teknoloji geliştirme bölgesine ev sahipliği yapan, Türkiye'nin İstanbul'dan sonra en büyük ikinci liman kentidir. Brookings 2014 Global Metro Monitörü, dünyanın en hızlı büyüyen metropol ekonomisi içinde İzmir Büyükşehirini ikinci olarak belirlemiştir (Raiser, 2015).

Bayraklı bölgesi, İzmir'de yüksek yapıların sıklıkta olduğu bir ilçedir. Şehirlerin alt merkezleriyle çok merkezli gelişiminde iş kuruluşu tercihleri öncelik olmuştur. İzmir, Bayraklı bölgesi, yüksek yapıların bir gelişme merkezi olurken, kentin kendisi için de gelişen bir merkez olarak belirlenmiştir (Şekil 4.1).



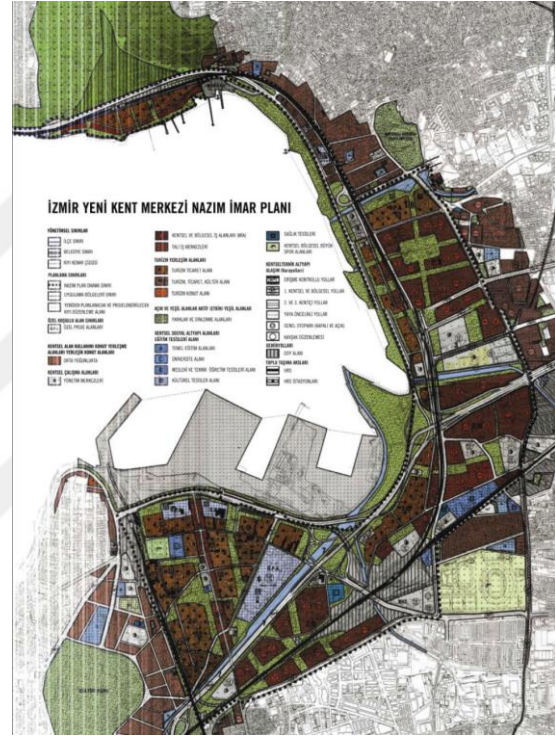
Şekil 4.1 İzmir'de Bayraklı'nın konumunu gösteren harita

Onlarca yıl İzmir, Konak bölgesinin merkezi iş sahası olmasıyla ve yakındaki Alsancak bölgesine yayılmasıyla tek merkezli (monosentrik) bir büyüme göstermiştir. 2000'li yılların başlarında Turan ve Alsancak mahalleleri arasında kalan bölge olarak Bayraklı ilçesinde yeni şehir merkezi ve planlama politikaları, buna bağlı olarak da yenileme projeleri geliştirilmiştir. Yerel makamların Bayraklı ilçesine ilişkin kentsel dönüşüm projeleri, 2001 yılında bölge için oluşturulan uluslararası bir planlama yarışması ile başlamıştır. Kazanan projeye göre belediye bölgenin kentsel dönüşümü

için 2003 yılında 1/5000 ölçekli nazım plan hazırlamıştır (Şekil 4.2). Bu nazım planda daha sonra, Bayraklı bölgesi binaları, turizm, ticaret ve iş merkezlerinin yanı sıra karma kullanımlı olarak gelişmeye açılarak kamuya tahsis edilmiştir (Şekil 4.3). Bu alanda izin verilen yoğunluk, yüksek binaları tercih edilen bir yapı türü haline getirmiştir. Bu vizyonun bir parçası olarak Bayraklı, 2008 yılında adliye mahkemesinin taşınmasıyla birlikte İzmir ilinin bir ilçesi olmuştur.



Şekil 4.2 Kazanan projenin master planı, İzmir Büyükşehir Belediyesi'nin Uluslararası İzmir Limanı Bölgesi Yarışması Jüri raporu (Karakız, 2017)

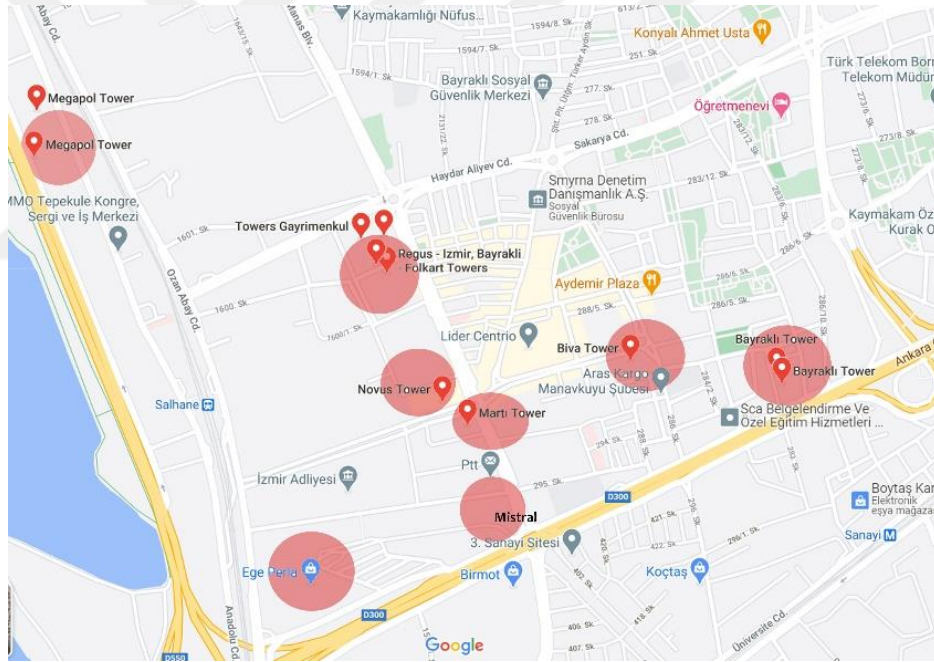


Şekil 4.3 İzmir'in yeni şehir merkezinin 1/5000 masterplanı, (Topal, 2019)

Tez kapsamında İzmir'in Bayraklı bölgesindeki gökdelenler günışığı performansları açısından incelenmiştir. Ele alınan Folkart kulesinde simülasyonlar aracılığıyla günışığı kullanımı incelenmiş ve iyileştirilmesi için öneriler getirilmiştir. Tamamlanmış ve kullanımda olan bu gökdelenler, Bayraklı ilçesinde kesişen Altınyol ve Ankara Caddesi eksenleri üzerinde konumlarıyla üçgen bir döngü oluşturmaktadırlar (Şekil 4.4). Bayraklı Kulesi ve Megapol ticari yüksek yapılar iken, Folkart, Mistral ve Ege Perla, ticari, konut ve rekreasyonel faaliyetler ile karma kullanımlı projelerdir (Şekil 4.5).



Şekil 4.4 Ege Perla, Mistral ve Folkart kuleleri görünüşü, (DNA Mimarlık, 2015)



Şekil 4.5 Bayraklı'daki gökdelenlerin konumları

4.1 Bayraklı Kulesi

45.000 m² toplam taban alanına sahip olan Bayraklı Kulesi, 23 katlı ofis bloğu, zemin katta ticari işlevlerini barındırır. Sürdürülebilirlik ilkeleri bina tasarımında kullanılmış ve konfor kontrolünü sağlamanın yanı sıra enerji verimliliğini etkin hale

getirmek için kule, iç sıcaklık ve yapay aydınlatmanın kullanıcılar tarafından ayarlanabildiği bir akıllı otomasyon sistemi ile donatılmıştır.

Bayraklı ilçesinde, Ankara Caddesi üzerinde yer alan Bayraklı Kulesi, İzmir Körfezi'ne ve metro hattına yakınlığı ile oldukça cazip bir konumda bulunmaktadır. Bölgedeki ilk yüksek yapı olan Bayraklı Kulesi'nin (2012) kütle tasarımı sırasında etrafındaki kent dokusuna etki eden hâkim rüzgâr ve güneşlenme koşullarını değiştireceği göz önünde bulundurulmuştur. Yapılan rüzgâr analizlerinin sonucu ve binanın önünden geçen yoğun şekilde kullanılan karayolu gürültüsü de dikkate alınarak kule yoldan olabildiğince geri çekilerek konumlandırılmış ve kule formu şekillendirilirken rüzgâr analizleri dikkate alınmıştır. Giydirme cam cephelere asılı yatay bronz renkli metal bantlar ise İzmir'in sert güneş ışığının içeri kontrollü bir şekilde alınmasını sağlamaktadır (Kreatif Mimarlık, 2011) (Şekil 4.6).



Şekil 4.6 Bayraklı Tower, İzmir, (Kreatif Mimarlık, 2011)

Binadaki bu güneş kırıcı yüzeyler, güney, doğu ve batı cephelerinde sık bir şekilde yer alarak, güneş ışığını kontrollü bir şekilde içeri alırken, kuzey cephede gittikçe seyrekleşerek tamamen yok olacak şekilde tasarlanmıştır. Doğuşundan batışına dek güneşin tüm hareketine şahit olan üç cephedeki güneş kırıcıların bu değişken dokusu aydınlatma senaryosuna da referans vermiştir. Güneşin doğumundan batışına kadar geçen süre içinde otomasyonla kontrol edilen yatay ışık bantları bir döngü içinde kütlenin etrafında ışık şiddeti azalarak bu senaryoyu gece de canlandırmaktadır (Kreatif Mimarlık, bt).

4.2 Ege Perla Kuleleri

Karma kullanımlı 150,2000 m² üzerine hazırlanan projede, 46 katlı konut bloğu ve 29 katlı ofis bloğu bulunmaktadır. Bu iki blok 4 katlı alışveriş merkezi bloğu üzerinde yükselmektedir. İklimsel konfor açısından bina formu, bölgenin mikro ikliminin termofiziksel özelliklerine şekillendirilmiştir. Güneş kontrol çoğunlukla AVM bloğundaki yarı açık alanlardan sağlanmaktadır. Perakende ve eğlence katlarının etrafında ve terasların üzerindeki hafif çelik yapılar, iklim kontrol araçları olarak tasarlanmıştır. Sabit gölgeleme elemanları güneşin hareketine ve bu elemanların konumuyla yönlerine bağlı olarak işlemektedir (Pasin ve Öner, 2015) (Şekil 4.7).



Şekil 4.7 Ege Perla Kuleleri görünüşü, (EAA Architecture, 2017)

Ege Perla konut kulesinin cephesinde dikdörtgen strüktürü vurgulayacak kolon kirişlerin çizgiselliği baz alınarak üç cephede giydirme cephe kullanılmıştır. Teras olan cephelerde ise bu çizgiselliğin sürdürülmesi ve biçimleniş olarak aynı dile sahip olmak adına dikey güneş panelleri kullanılmıştır. Bu dikey paneller güneş ışınlarından korunmayı sağlarken cepheyle uyumlu bir çizgisellik yaratmaktadır. Yapının diğer kısımlarında ise konut hacimlerine ait olan küçük pencereler kare formundan kurtularak iki pencere bir dikdörtgen kadrja sığdırılarak kompozit değişken kahve renkli paneller cephede görsel bir ahenk oluşturmaktadır (Fidan ve Güven, 2019) (Şekil 4.8).



Şekil 4.8 Ege Perla Konut Kulesi cephe kaplamaları yapım aşaması (Skyscraper City, 2015)

4.3 Megapol Tower

Toplam 31,250 m² taban alanına sahip olan Megapol Tower, ofis, perakende ve sergileme fonksiyonları tek bir dikey blokta olan 26 katlı bir binadır. İklim kontrolü açısından, kulenin dış yüzeyleri ısı konektörleri ve renkli yansıtılmış izolasyon ile kaplanmıştır. Bitişik alanda kule bloğu, küçük bir göl içeren bir Japon bahçesi, ahşap bir köprü ve Japon bitkileri barındırır (Şekil 4.9).



Şekil 4.9 Megapol Tower görünüşü (Pasin, 2015)

4.4 Folkart Kuleleri

İzmir'in Bayraklı ilçesinin Adalet mahallesinde Manas Bulvarı üzerinde eski Tekel Tütün depolarının olduğu arazi üzerinde bulunan Folkart Kuleleri'nin inşaatı 2014 yılında tamamlanmıştır (Şekil 4.10). 27.000 m² arsa üzerine planlanmış 150.000 m²'lik kapalı inşaat alanıyla 45'er katlı, ofis, ticaret ve konut birimlerinden oluşan, çoklu kullanım içeren, 2 kuleden oluşmaktadır. Blokların içerisinde alışveriş birimleri, spor merkezi, konut ve ofis birimleri bulunmaktadır.



Şekil 4.10 Folkart kuleleri vaziyet planı (Google Earth resmi düzenlenmiştir)

Folkart Kuleleri'nin cephesine yüksek yapıların çoğunluğunda olduğu gibi giydirme cephe kullanıldığı görülmektedir. Strüktürün cepheye yansıması çelikle oluşturulan eğriselliklerden anlaşılmaktadır. Cephede beyaz renkli görünen kısımlar için kompozit paneller kullanılmıştır. Ayrıca silikon panel cephe, silikon çubuk cephe sistemlerinin de kullanıldığı görülmektedir (Fidan ve Güven, 2019) (Şekil 4.11).



Şekil 4.11 Folkart Kuleleri Kompozit Cephe ve Yapım Aşaması

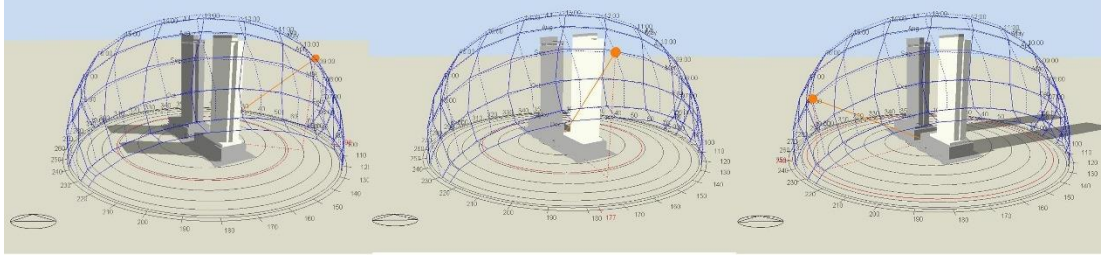
Kamaşma problemlerinin özellikle öğleden sonra saatlerinde sıkça yaşandığı ofis bölümünden görüntüler 20 Aralık 2020’de kaydedilmiştir (Şekil 4.12).



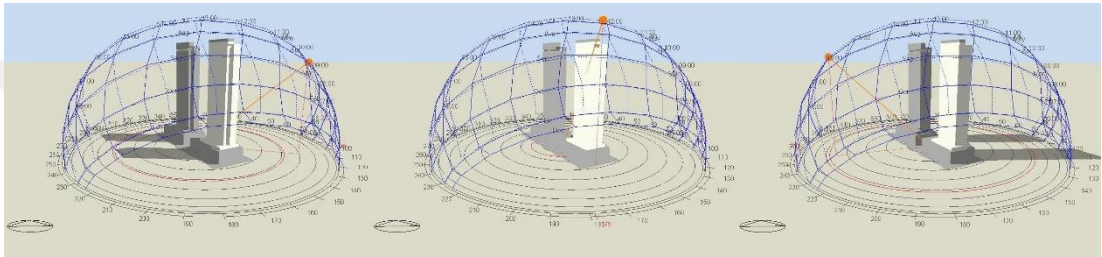
Şekil 4.12 Kamaşma problemine ofisten bir örnek (Kişisel arşiv, 2020)

DB modelinde çevrede gölgelemeye katılan Folkart A kulesi dışındaki daha alçak kotlarda kalan yapılar modele katılmamıştır. B kulesinin giydirme cephe cam özellikleri modelde atanmış ve radiance simülasyonlarında göz önünde bulundurulmuştur. Güneş ışığı diyagramları ile 21 Mart, 21 Haziran, 23 Eylül ve 21

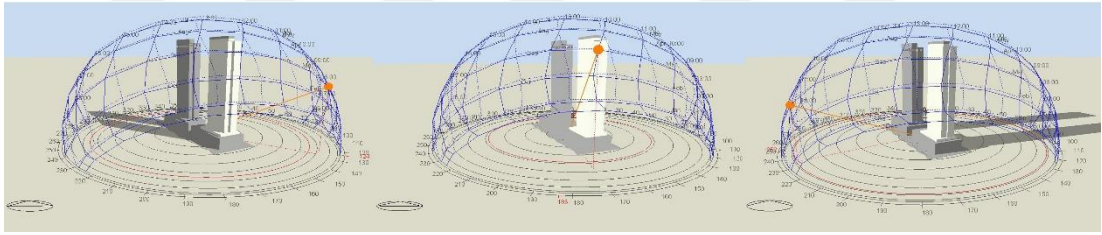
Aralık tarihleri sabah öğle ve öğleden sonra saatleri için binaların gölgeleme durumları incelenmiştir (Şekil 4.13), (Şekil 4.14), (Şekil 4.15), (Şekil 4.16).



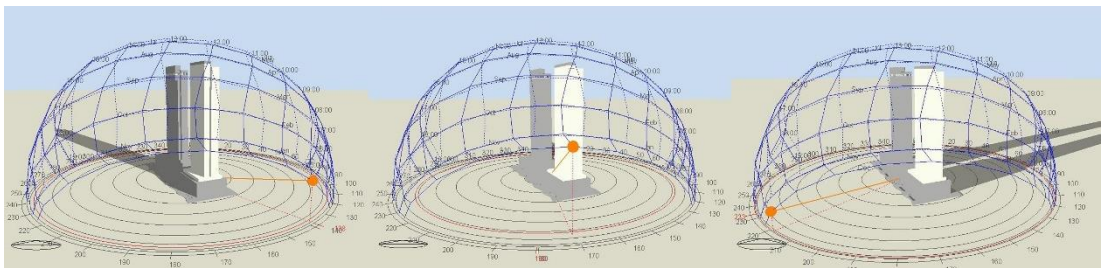
Şekil 4.13 Folkart Kuleleri 21 Mart saat 9.00, 12.00 ve 16.00, günışığı diyagramları



Şekil 4.14 Folkart Kuleleri 21 Haziran saat 9.00, 12.00 ve 16.00, günışığı diyagramları



Şekil 4.15 Folkart Kuleleri 23 Eylül saat 9.00, 12.00 ve 16.00, günışığı diyagramları

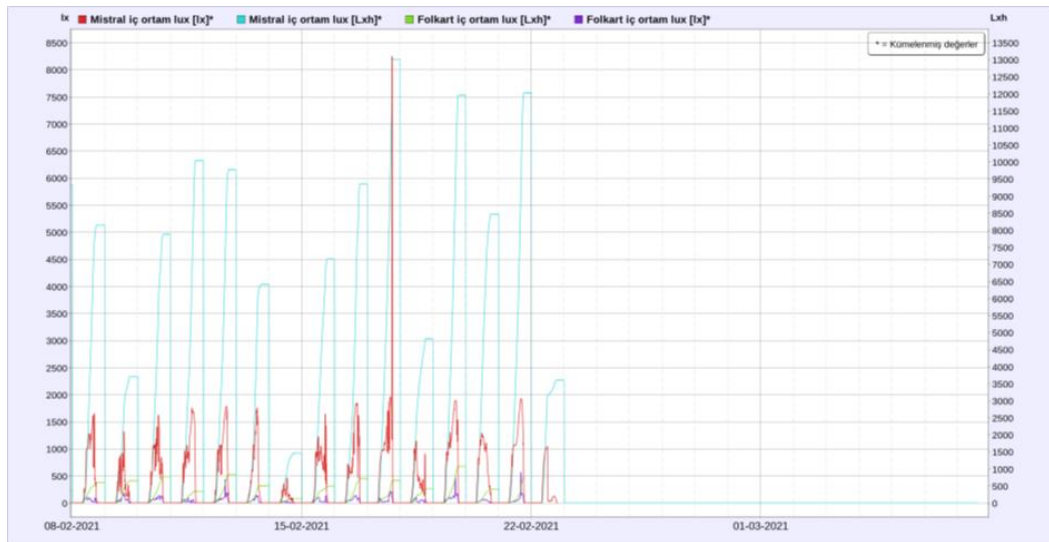


Şekil 4.16 Folkart Kuleleri 21 Aralık saat 9.00, 12.00 ve 16.00, günışığı diyagramları

4.4.1 Folkart A Kulesi'nin Simülasyon Kullanılarak Günişığı Kontrolünün İncelenmesi

Enerji simülasyon programlarına dayanarak, günişığı kontrol parametreleri ve yıllık günişığı mekânsal dağılımına etkisi incelenmiş ve optimizasyon yapılarak binalarda bu değerlerin iyileştirilmesi için stratejiler geliştirilmiştir.

Binalarda verimli ve amacına uygun aydınlatılmış mekanlar tasarlamak için, günişığı kontrolü sağlamanın ve var olan günişığı kontrol stratejilerini değerlendirmenin birçok yolu vardır. Bina enerji simülasyonu ölçüm ve değerlendirme yöntemi, günişığı kullanımında, sayısal ve gerçekçi değerler elde etmek açısından kullanışlı bir yöntemdir. Tezde, günişığı kontrol sistemleri, İzmir Bayraklı bölgesindeki gökdelenler genelinde incelenmiştir. Seçilen iki gökdelen özelinde enerji simülasyonu aracılığıyla analiz edilerek, günişığı kontrol sistemlerinin, oluşturulan farklı senaryolarla binanın günişığı görsel ve ısıl konforunu nasıl etkilediği araştırılmıştır. Folkart kulelerinden B kulesindeki 39. katta bir ofis, simülasyonlar için seçilmiştir. 45 günlük süreçte alınan günişığı, ısı, nem, bağıl nem ölçümleri kalibrasyon yapıldıktan sonra, simülasyonlarda kullanılmıştır (Şekil 4.17).



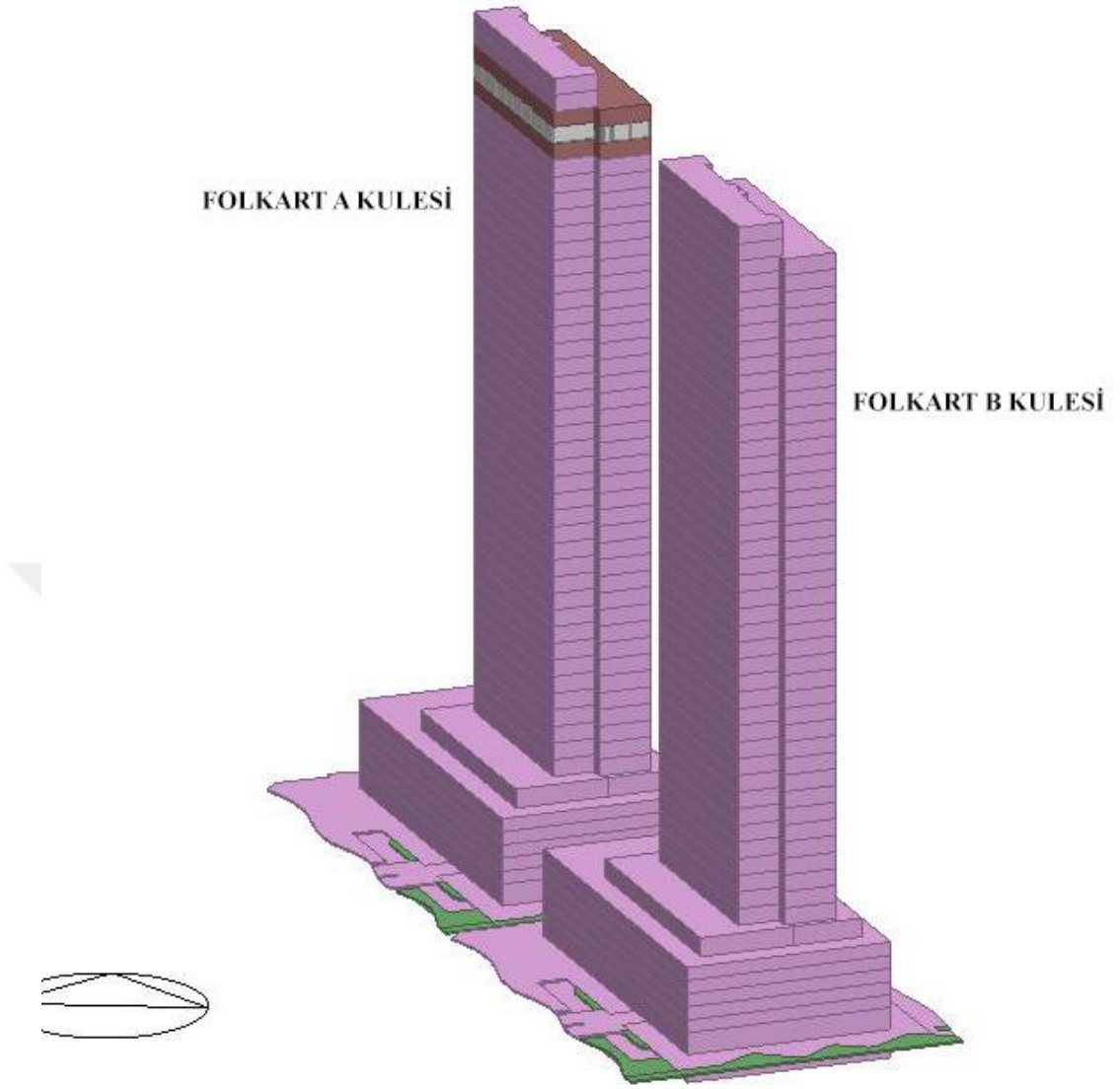
Şekil 4.17 Testo ölçüm cihazlarından toplanan veriler, 17 Kasım 2020 – 22 Şubat 2021 tarihleri arasındaki sıcaklık, nem ve aydınlatma seviyeleri

Binadaki g n       kontrol parametreleri ile görsel ve ısı konforunu artırmaya yönelik öneriler getirilmesi amaçlanmıştır. Simülasyonlarda binaların güneşe farklı yönlenmeleri dışında, farklı tipte camlar, pencere boyutları ve gölgeleme araçlarının güçlendirilmesi gibi farklı parametreler göz önünde bulundurulması, farklı alternatif senaryoları oluşturmuştur.

4.4.1.1 Modelleme Süreci

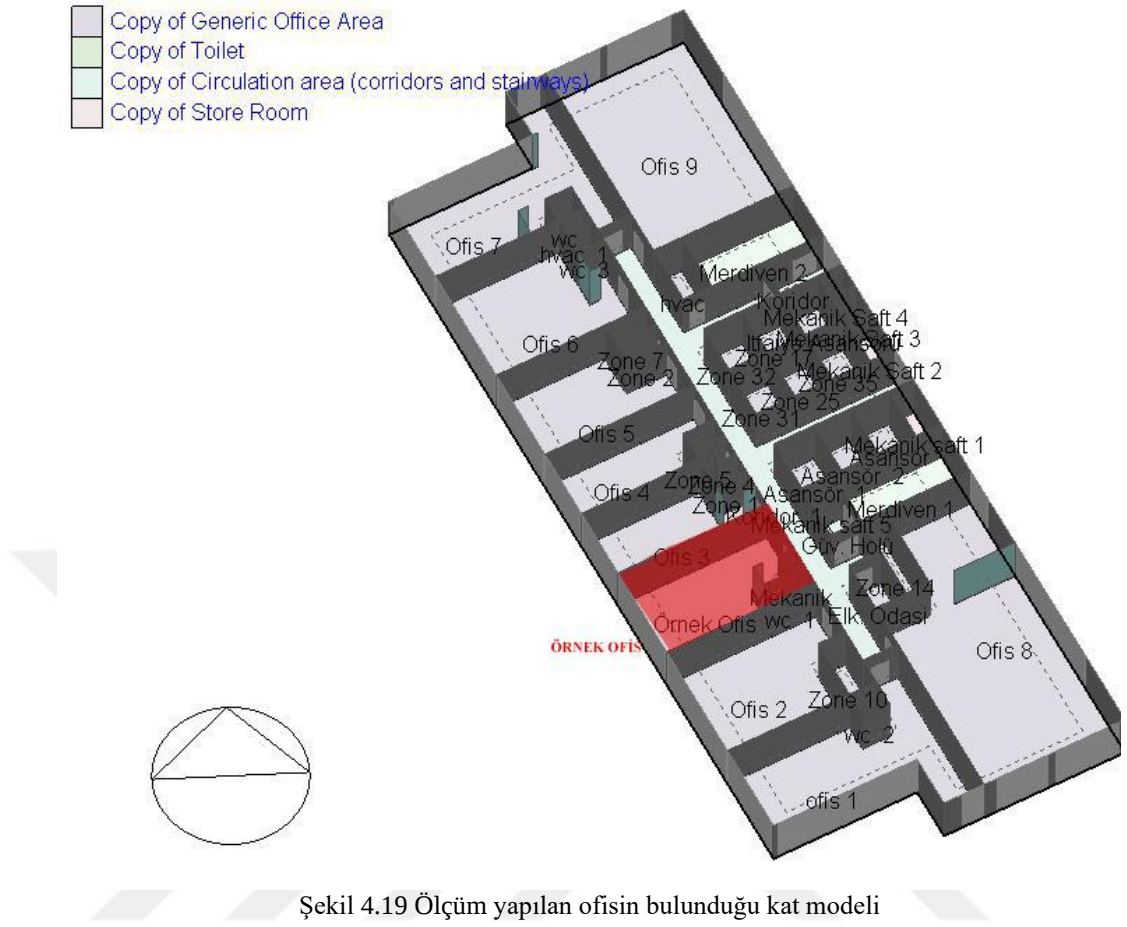
 zmir Bayraklı İlçesindeki Folkart Tower ve Mistral  zmir gökdelenlerinin g n       kullanımı ve bina enerji etkinliği değerlendirmesi için Designbuilder bir araç olarak seçilmiştir. DesignBuilder dinamik simülasyon yazılımı mimarlar, mühendisler ve enerji analizi ile u ra an meslek grupları için, enerji tüketimini, aydınlatma ve ısı analizini, konfor, CO₂ emisyonları, maliyet etkilerini ölçmeye ve tüm bina tasarımlarını iyileştirmeye olanak sağlamaktadır. Designbuilder v5.4.0.21 versiyonu bu çalışmada, dijital modelleme sürecinde kullanılmıştır. Öncelikle binaların basitle tirilmi  dxf çizimleri hazırlanmıştır.

 rnek ofisi kapsamayan yandaki kulenin component block olarak çizilen katları cam olarak seçilmiş ve geçirgenlikleri % 43 olarak modele atanmıştır. Bu cam tipi ve özellikleri simülasyonda yan binadan gelen yansıma ve gölgelemeyi ölçmekte önemlidir ( ekil 4.18).



Şekil 4.18 Folkart Kuleleri Designbuilder modeli

Aynı şekilde detaylı olarak gösterilen örnek katta tüm ofislerdeki cam kısımlar kullanılan, SunGuard® High Performance- Silver 43/31 çift katlı camın özelliklerini modelde barındırmaktadır (Şekil 4.19).



Simülasyonlara başlanmadan önce kullanıcıların günlük aktivite şablonları ve bina materyalleri kodlarıyla temel durum (base case) için modele atanmıştır (Şekil 4.20). Aktivite şeması ofisin haftalık planda kullanım saatlerini anlatacak şekilde modele atanmıştır. Folkart A Kulesi 39. Katta ölçüm yapılan ofisin alanı $48 m^2$ ve doluluk oranı 0,0865 (kişi sayısı/ m^2) olmaktadır. Yapı seçeneğinde duvarlar, çatılar, yapı kabuğunun opak bileşenlerine ait özellikler bulunmaktadır. İzmir'in hava durumu verileri yıllık süreçte Meteonorm yazılımından alınan koordinatlara göre toplanıp DesignBuilder modeline atanmıştır. İki Testo veri kaydedicisi, biri Folkart, 39. Kat ofise ve bir diğeri Mistral binasının 42. Kat ofisine, her bölgenin aydınlatma seviyelerini hesaplamak için yerleştirilmiştir. Bu bölgelerdeki aydınlık dağılımını görmek için Radiance ışıma simülasyonu çalıştırılmıştır.



Şekil 4.20 Ölçüm yapılan ofisin DesignBuilder modeli

Folkart gökdeleninde Fancoil ısıtma ve soğutma sistemi kullanılmıştır. Fancoil sisteminde, bir merkezde hazırlanan sıcak su ve soğutulmuş su, bina içine dağıtılmış fan coil cihazlarına dağıtılmaktadır. Sıcak su bir sıcak su kazanında, soğuk su ise su soğutma grubunda (chiller) üretilir. Fancoil cihazları bir fan ve ısı geçiş yüzeyi olarak serpantin içeren elemanlardır. Fan yardımı ile odadan alınıp, serpantinler üzerinden geçirilerek ısıtılan veya soğutulan hava tekrar odaya üflenmektedir.

DesignBuilder modelinde ölçüm yapılan ofis için ısıtma ve soğutma planı cihazların çalıştırılma zamanları baz alınarak 78'deki gibi Hvac sekmesinden atanmıştır. Doğal havalandırma yöntemi binada kullanılmamakta ve mekanik havalandırma yöntemi kişi başı toplam ve alan baz alınarak Hvac sekmesinden atanmıştır. Binada kullanılan dereceler baz alınarak, DB Aktivite sekmesinde ısıtma ayar derecesi 22 ve soğutma ayar derecesi 24 olarak seçilmiştir.

Tablo 4.1 Folkart ölçüm yapılan ofisin ısıtma ve soğutma planı

Isıtma Planı	Soğutma Planı
Schedule:Compact, Ofis Isıtma, Temperature, Through: 31 Dec, For: Weekdays SummerDesignDay, Until: 24:00, 0, For: WinterDesignDay, Until: 07:00, 0, Until: 20:00, 1, Until: 24:00, 0, For: Saturday, Until: 07:00, 0, Until: 15:00, 1, Until: 24:00, 0, For: Sunday, Until: 24:00, 0, For: Holidays, Until: 24:00, 0, For: AllOtherDays, Until: 24:00, 0;	Schedule:Compact, Ofis Sogutma, Temperature, Through: 31 Dec, For: Weekdays SummerDesignDay, Until: 08:00, 0, Until: 20:00, 1, Until: 24:00, 0, For: Saturday, Until: 08:00, 0, Until: 15:00, 1, Until: 24:00, 0, For: Sunday, Until: 24:00, 0, For: Holidays, Until: 24:00, 0, For: WinterDesignDay AllOtherDays, Until: 24:00, 0;

4.4.1.2 Yapım Malzemeleri

Döşeme detayları, dış duvarlar, iç duvarlar, cephe detayı ve kapı malzemeleri modelde yapım sekmesinin altından tüm katman ve ölçüleriyle girilmiştir. Malzemelerin U değerlerinin doğru girilmesi, kalibrasyondaki sapmayı en aza indirmek açısından önemlidir. Folkart A kulesi 39. Kat modelinde Tablo 4.2’de gösterilen malzeme özellikleri ve U değerleri modele atanmıştır.

Tablo 4.2 Modelde gerçeğe uygun atanan yapım malzemeleri, ölçüleri ve U değerleri

Yapı Elemanı	U değeri (W/Mk)	Kesit
Döşeme	0,40	2cm Mermer Kaplama 8 mm Çimento Harcı B.A. Döşeme 2 8 27
Dış Duvar	0,92	R-091 İzolasyon Malzemesi Dökme Beton Metal Kaplama 0,9 cm 60
İç Duvar	0,5	Yatay Hatıl (Donatı: 4Ø12) 10 Gazbeton Duvar Alçı Sıva+Boya
Giydirme Cephe (Şeffaf kısımlar)	1,2	Clear lamnine (4mm+0.60 PVB +4mm) Argon 16mm Extra clear Guardian 8 mm

Binada kullanılan cam çeşitleri ve özellikleri, DB ara yüzünde, binanın pencerelerinin farklı seçeneklerini karakterize eden model verilerindeki açıklıklar sekmesinden seçilmektedir. Folkart Tower giydirme cephe emniyet camlarında, Sunguard High Performance Silver 43/31 marka çift cam (double glazed) kullanılmıştır. Dış camlarda Guardian 43/31 yarı mm temperli 8 mm, 16 argon

dolgu, 4.4.4 (yarı temperli 4+ 1.52 PVB+4 mm lamine cam kullanılırken yatay kayıt üstü camlar ve iç camlar 8 mm düz camdır.

Performans değerleri

Görünür Işık

- Geçirgenlik (τ_v) 42, 7 %
- Dışa yansıtma (ρ_v) 31, 8 %
- İçe yansıtma (ρ_v) 15, 5 %
- Genel Renk Yayınım İndisi (CRI) 94, 7

Ultraviyole

- UV Yayınımı (τ_{uv}) 24, 5 %

Güneş Enerjisi

- Solar geçirgenlik (τ_e) 28, 2 %
- Dışa yansıtma (ρ_e) 36, 4 %
- İçe yansıtma (ρ_e) 29, 8 %
- Güneş emilimi (α_e) 35, 3 %
- Solar Faktör (g) 31, 3 %
- Gölgeleme katsayısı (SC) 0, 36
- İkincil Isı Transferi (q_i) 3, 1

Termal Özellikler

- U Değeri (U_g) 1, 2 Btu/hr·ft²·F (Guardian Glass, 2021).

Kullanılan camların diğer özellikleri yukarıda gösterildiği şekilde simülasyon modeline yüklenmiştir.

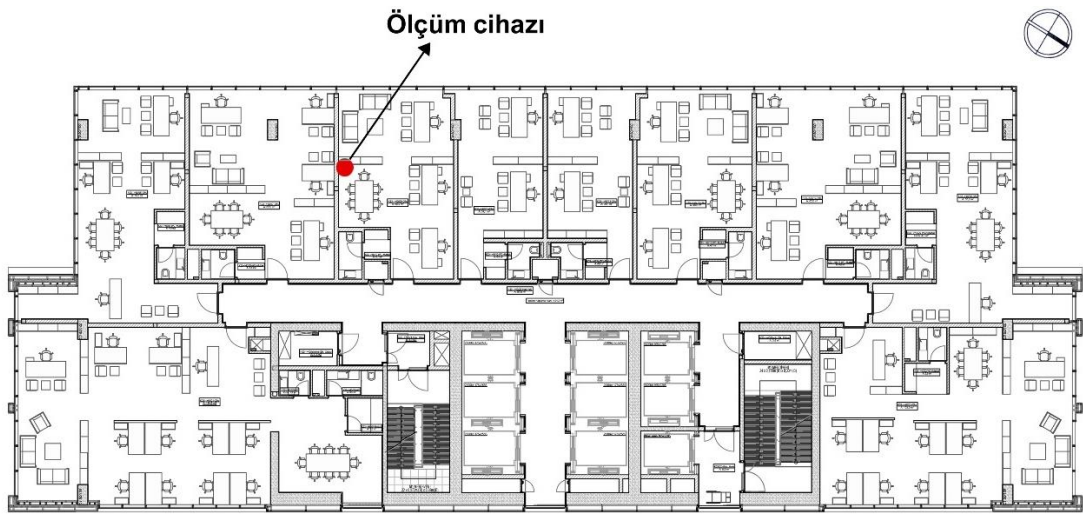
Lamine camlar, iki veya daha fazla cam tabakasının yüksek sıcaklık ve basınç altında bir veya daha fazla ara katman ya da Polivinil Burital (PVB) reçinesinin birleştirilmesiyle elde edilmiş camlardır. Bu sistem camın daha dayanıklı, güçlü ve uzun ömürlü olmasını sağlamaktadır.

4.4.1.3 Ölçümler ve Kalibrasyon

Simüle edilen modeldeki verilerin gerçek hayat modeline ne kadar yakın olduğunu görmek için kalibrasyon yapılır. Amaç, kalibre edilen ve izlenen veriler arasındaki farkı en aza indirmektir. Kalibre edilmiş bir simülasyon modeli elde etmek için, ilk adım, TESTO ölçüm cihazları (data logger) tarafından elde edilen saha ölçüm sonuçlarının alınmasıdır. Ölçüm yapılan ofiste ölçüm cihazı iç duvara yakın 70 cm yüksekliğinde bir alana bırakılmıştır (Şekil 4.21), (Şekil 4.22).



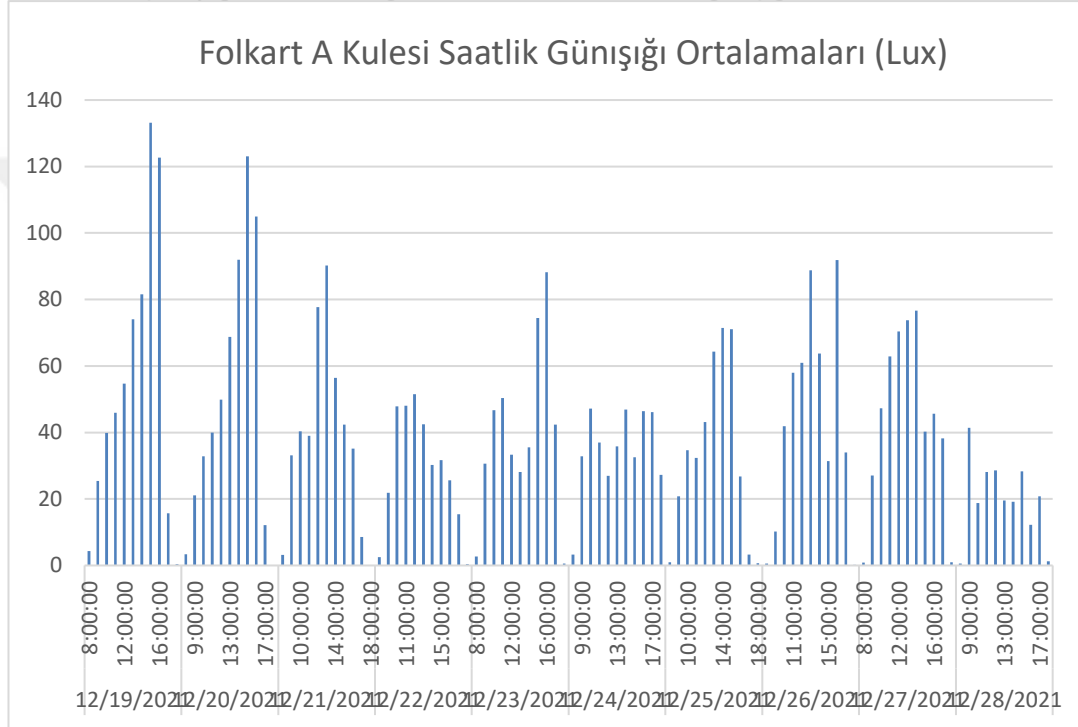
Şekil 4.21 Folkart ölçüm cihazları bırakılan nokta (Kişisel arşiv)



Şekil 4.22 Planda Folkart ölçüm cihazları bırakılan yerin gösterimi

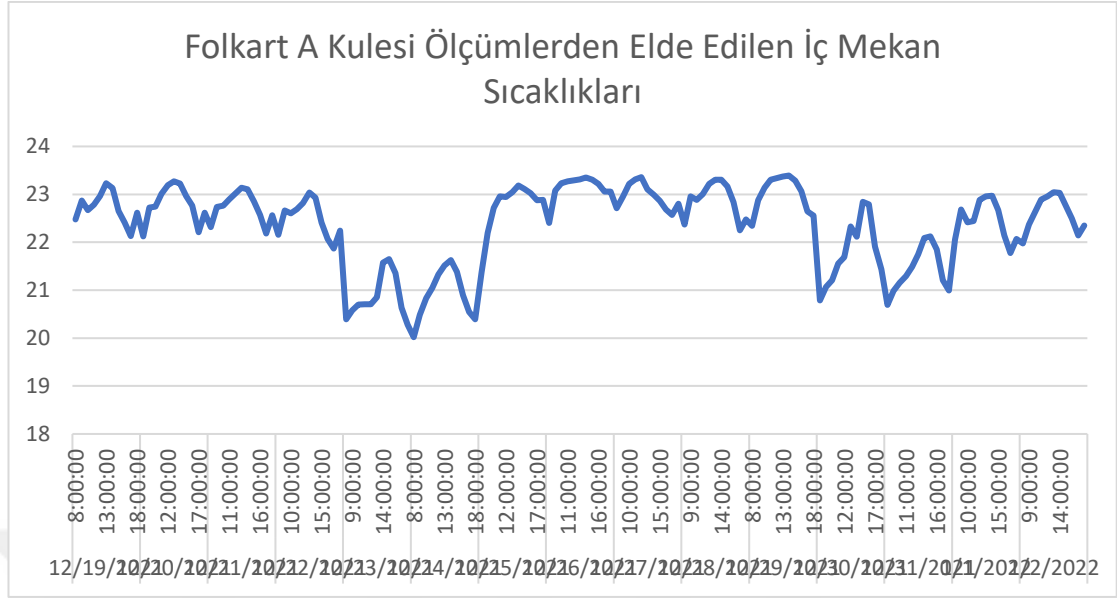
Kalibrasyon için ölçüm yapılan 19/28 Aralık 2021 tarihlerinde, Folkart A kulesi 39. katta günışığı seviyelerinin en yüksek değerleri saat 15.00 ve 16.00 civarında görülmüştür. En yüksek değer 133,2 lüks ortalaması ile 19 Aralık saat 15.00'e aittir. Kış aylarında olması ve içeriden gölgeleme elemanlarının bazı zamanlarda kullanılıyor olması nedeniyle bu değerlerin düşük olduğu görülmektedir. Bu saatlerde bu bilgiye paralel olarak kamaşma problemlerinin sıkça yaşandığı kaydedilmiştir (Tablo 4.3).

Tablo 4.3 Ölçüm yapılan tarih aralığındaki Folkart Kulesi saatlik günışığı ortalamaları



Kalibrasyon için ölçüm yapılan 19 Aralık 2021- 2 Ocak 22 tarihleri arasında, Folkart A kulesi 39. katta iç mekân sıcaklık seviyelerinin en yüksek değerleri saat 13.00 civarında görülmüştür. En yüksek sıcaklık değeri 23 derecedir. Sıcaklık değerlerinin en düşük olduğu günler 23-24 Aralık tarihleridir (Tablo 4.4).

Tablo 4.4 Ölçüm yapılan tarih aralığındaki Folkart Kulesi saatlik sıcaklık ortalamaları



4.4.1.4 Güneşli Ölçü Birimleri

Güneşli faktörü, iç mekandaki bir noktadaki aydınlık ile dışarıya arasındaki yüzde olarak ifade edilen orandır (Formül 3.1). Güneşli aydınlatma seviyeleri dinamik olduğundan, güneşli performansın zaman içinde dikkate alınması gerekir. İncelenen alan için, güneşli alan bir alanın iki farklı performans parametresi kullanılarak bir yıllık süre için değerlendirilmesine olanak tanıyan iki ölçüm geliştirilmiştir: Güneşli aydınlatmasının yeterliliği ve aşırı güneş ışığı otonomisi potansiyel riski (IES, 2012). İlk ölçü, Mekansal Güneşli Otonomisi (sDA), belirli bir yıllık saat miktarı için belirli bir aydınlatma seviyesini (ör. 300 lüks) alan zemin alanının yüzdesini tanımlar. (Ör. 08.00- 18.00 saatleri arasında saatlerin %50'si)

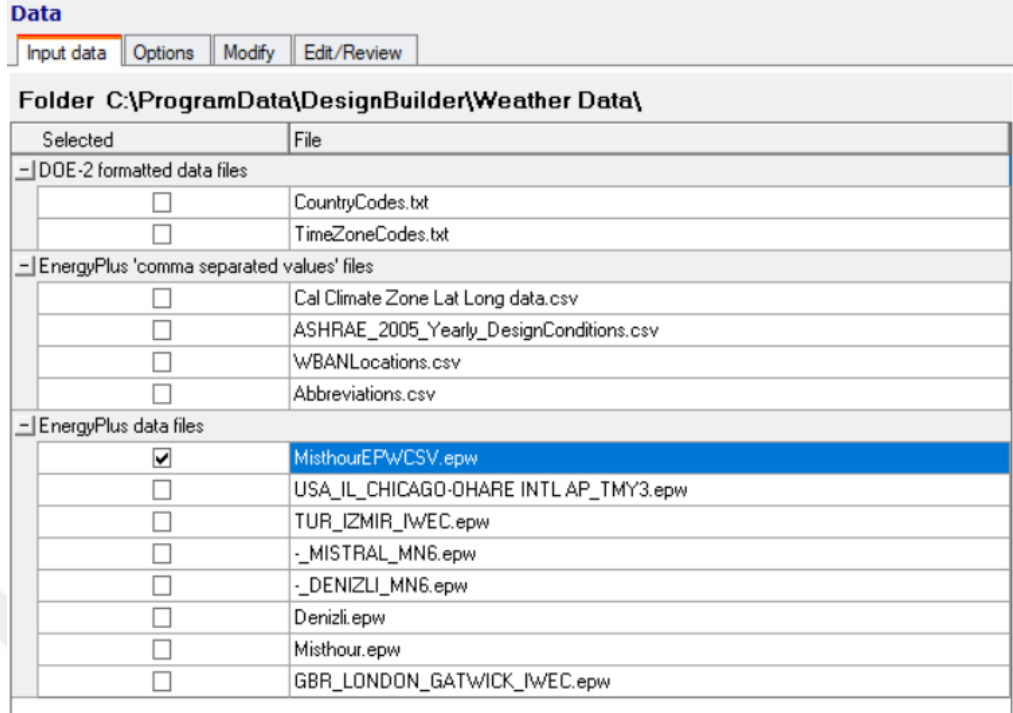
İkinci ölçü Yıllık Güneş Işığına Maruz Kalma (ASE) olarak açıklanır. Ne kadar alanın çok fazla doğrudan güneş ışığı aldığını ve bunun da parlamaya neden olabileceğini veya soğutma yüklerini artırabileceğini açıklar. ASE, potansiyel bir görsel rahatsızlık kaynağına bakarak güneşli analizinin ikinci bir boyutunu sağlar: Doğrudan güneş ışığı. Bu iki değerlendirme sistemini birlikte kullanarak, bir mekânın tasarımın nasıl performans göstermesi beklendiğine dair birinci düzeyde anlamlı bir anlayış elde etmek mümkündür. Bu yaklaşım, tasarım çözümleri geliştirilirken ve var

olanların optimizasyonunda g n      tasarı  değerlendirme sürecini bilgilendirmeye yardımcı olmaktadır (IES, 2012).

4.4.1.5 EPW Weather File – Energy Plus Hava Durumu Dosyası

Energyplus hava durumu veri formatı, simülasyon yazılım paketlerinin  o uyla uyumlu, endüstri standardı haline gelmiştir. Saatlik oda hava sıcaklıkları gibi zamana bağlı simülasyon çıktılarının kalibrasyonu durumunda, DB kütüphanesi hava durumu veri dosyalarını kullanmak doğru sonuç vermemektedir. Bunun yerine, hava durumu veri dosyasının, ölçümlerden (monitoring) elde edilen saatlik veriler kullanılarak sentezlenmesi gerekir. Başka bir deyişle, simülasyon aracı tarafından kullanılan hava durumu veri dosyası olarak, kalibrasyon işlemi sırasında modeli çalıştırmak için bina tepkisini oluşturan gerçek hava durumu verilerinin kullanılması gerekir. Energy Plus Hava durumu veri dosyaları dünyanın çeşitli konumları için mevcuttur. İyi belgelenmiş olmaları ve düz metin biçiminde bulunmaları açısından bu işlem için uygundur (Jankovic, 2017).

Designuider simülasyon aracı, modellenmiş binanın konumunun, epw formatında uygun iklim bilgilerinin belirtilmesini gerektirmektedir. Binaların koordinatları ve rakımı İzmir'in Bayraklı ilçesindeki konumlarına göre belirlenmiş ve Meteororm yazılımına girilmiştir. Meteororm v8 veritabanı, çeşitli solarimetrik istasyonlar aracılığıyla elde edilmiş, 2000'den 2019' a kadar ölçülen meteorolojik verileri sunmaktadır. Meteororm'dan alınan saatlik veriler 15 günlük yerinde ölçüm verileriyle birle tirilmi tir. Dosya daha sonra csv (virgülle ayrılmış değerler) formatı kullanılarak EnergyPlus'ın bir uzantısı olarak çalışan epw dosyasına d n  t r lm  t r. Epw hava durumu dosyası modelde kullanılmak üzere DesignBuilder programına yüklenmiştir ( ekil 4.23).



Şekil 4.23 Epw hava durumu dosyasının DB'ye yüklenmesi

Epw hava durumu veri dosyalarının modele yüklenmesinden sonra arazi seviyesinde alınacak simülasyonlarda dış hava sıcaklıklarının ölçümlerdekiyle aynı olması beklenmektedir.

4.4.1.6 Kalibrasyon Süreci

Hata analizi, simüle edilen sıcaklıkların izleme verilerinden sapmasını kontrol etmeyi amaçlamaktadır. RMSE (Kök ortalama kare hatası) ve MBE (Ortalama sapma hatası) analizleri, simüle edilen ve ölçülen saatlik iç ortam sıcaklıkları arasındaki sapmayı belirlemek için kullanılır. Ashrae standartlarında bu sistem istatistiksel karşılaştırma tekniği olarak geçmektedir.

MBE, belirli bir süre için saat bazında ölçülen enerji kullanımı ve simüle edilmiş enerji kullanımı arasındaki fark hesaplanarak bulunur. Bu farklılıklar bir ay ya da bir yıl gibi belirli bir süre boyunca tüm saatler için hesaplanır. Farklılıklar toplanır ve daha sonra toplamına bölünür. Aynı zaman diliminde ölçülen enerji kullanımı MBE yüzdelik hata olarak ifade edilir (Ashrae Guideline).

Kök ortalama kare hatası (RMSE) ise bir değişkenlik ölçüsüdür ve verilerin ne kadar yayılım gösterdiğini hesaplar. Her saat için, eşleştirilmiş veri noktalarındaki hata veya fark, hesaplanır ve karesi alınır. Kareler toplamı hataları (SSE) daha sonra her ay ve toplam dönemler için eklenir ve ilgili puan sayılarına göre bölünür, karesi alınmış hata (MSE) her ay için veya toplam dönem için ortalamayı verir. Sonucun karekökü daha sonra kök ortalama kare hatası (RMSE) olarak rapor edilir.

Kalibrasyon süreci, ölçülen verilerin ve simüle edilmiş verilerin eşleştirilmesinden oluşur. İç ortam ölçümleri için saatlik ortalama veriler TESTO ölçüm cihazları sonuçlarından alınmıştır. Dış ortam ölçümleri ise meteoroloji ikinci bölge müdürlüğünden bina ölçümleriyle aynı tarihleri verilerin alınmasıyla temin edilmiştir. Bu sonuçlar, Excel çizelgelerinde simüle edilmiş sıcaklık verileri ve bulunan RMSE ve MBE değerleri ile birleştirilmiştir.

ASHRAE kılavuzunda da gösterildiği şekilde aşağıda, yüzde olarak ifade edilen ortalama sapma hatası (MBE) ve kök ortalama kare hatası (CV-RMSE) istatistiksel indeksleri tanımlanmıştır.

$$RMSE(\%) = \left(\frac{100}{T_{ma}} \times \left[\frac{1}{N} (S(T_s - T_m)^2) \right] \right) \quad (4.1)$$

$$MBE(\%) = \left(\frac{100}{T_{ma}} \right) \times \frac{[S(T_s - T_m)]}{N} \quad (4.2)$$

Formül 4.1 ve 4.2’de, N, gözlemlerin sayısıdır, T_{ma}, gözlem için ölçülen ortalama sıcaklıklardır, T_s, simüle edilmiş saatlik sıcaklıklardır ve T_m, ölçülen saatlik sıcaklıklardır.

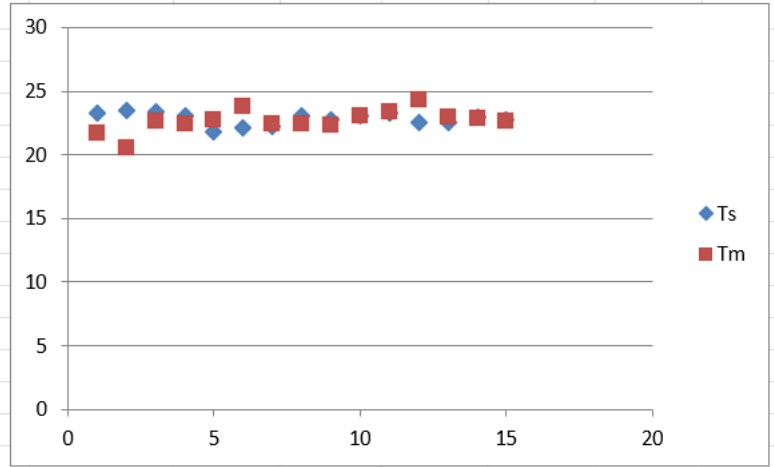
Her iki indekste de sifıra yakın değerler, kalibrasyonda daha iyi tahmini göstermektedir. Bu çalışmada kalibrasyonda saatlik veri yaklaşımı kullanılmıştır. ASHRAE 14 (2002)’ye göre bu yaklaşımda MBE değerleri ±%10’un üzerinde olmamalıdır. CV-RMSE değerleri ise %30’ u geçmemelidir.

Ölçüm yapılan ofisin de bulunduğu 39. Kat modelinin kalibrasyon sonuçları RMSE %5, 62 ve MBE %-2.09 olarak elde edilmiştir. Bu nedenle model ASHRAE 14 (2002) kılavuzunda belirtildiği gibi kalibre edilmiş kabul edilmektedir (Şekil 4.24), (Şekil 4, 25).

Date	T _{Out}	T _{Sim (m)}	T _{Mon}	Ts-Tm	(Ts-Tm) ²	Σ(Ts-Tm) ²	N	1/N	1/N*Σ(Ts-Tm) ²	√(1/N*Σ(Ts-Tm) ²)	T _{ma}	100/T _{ma}	RMSE(%)
12/19/2020	8.4	22.87	23.3	-0.4	0.16029	587.9039	359	0.002786	1.64	1.28	22.79	4.39	5.62
12/19/2020	7.9	22.68	23.2	-0.5	0.21662								
12/19/2020	8.5	22.53	23	-0.5	0.25237								
12/19/2020	8.2	22.48	22.9	-0.5	0.20749								
12/19/2020	8.8	22.42	22.9	-0.4	0.18773								
12/19/2020	8.7	22.37	22.7	-0.4	0.13457								
12/19/2020	8.6	22.31	22.7	-0.3	0.11416								
12/19/2020	9.6	22.28	22.6	-0.3	0.08461								
12/19/2020	10.9	22.61	22.4	0.2	0.03724								
12/19/2020	12.4	22.88	22.1	0.8	0.69101								
12/19/2020	12.5	23.02	21.8	1.2	1.41386								
12/19/2020	12.4	23.14	21.7	1.4	2.07769								
12/19/2020	13.0	23.27	21.7	1.6	2.45101								

Şekil 4.24 Folkart A Kulesi 39. kat modeli için RMSE hesabı sonucu

Date	Ts	Tm	Ts-Tm	N	Σ(Ts-Tm)	T _{ma}	MBE (%)
12/19/2020	22.87	23.3	-0.4	359.0	-171.6	22.78802	-2.09718
12/19/2020	22.68	23.2	-0.5				
12/19/2020	22.53	23	-0.5				
12/19/2020	22.48	22.9	-0.5				
12/19/2020	22.42	22.9	-0.4				
12/19/2020	22.37	22.7	-0.4				
12/19/2020	22.31	22.7	-0.3				
12/19/2020	22.28	22.6	-0.3				
12/19/2020	22.61	22.4	0.2				
12/19/2020	22.88	22.1	0.8				
12/19/2020	23.02	21.8	1.2				
12/19/2020	23.14	21.7	1.4				
12/19/2020	23.27	21.7	1.6				
12/19/2020	23.41	21.8	1.6				
12/19/2020	23.47	22.1	1.4				
12/19/2020	23.43	22.5	0.9				
12/19/2020	23.33	23	0.3				
12/19/2020	23.08	23.1	0.0				
12/19/2020	23.06	22.9	0.2				



Şekil 4.25 Folkart A Kulesi 39. Kat modeli için MBE hesabı sonucu

Güneş, dinamik ve hesaplanabilir bir ışık kaynağıdır. Bulut oluşumları değişimi, günışığı geliş açısının anlık değişimi ve çevresel faktörlerin iç mekâna düşürdüğü gölgelemeye bağlı olarak, iç mekâna gelen ışık yoğunluğu devamlı değişmektedir. Statik günışığı inceleme yöntemleri, kolay ölçülebiliyor olmaları yanında, incelenen mekânın belirli bir andaki durumuyla ilgilenip fikir verirken pratik çözümler getirmeye olanak sağlar. Dinamik ölçümler ise zaman faktörü ve günışığı

karakterindeki değişimler devreye gireceğinden, yıllık veya uzun zaman dilimleri içerisindeki dalgalanmalara uygun çözüm getirilmesine olanak sağlar.

G. Vasconcellos tarafından yapılan çalışmada, NZEB ve LEED Platinum sertifikalı bir ofis binasında toplanan hem niteliksel hem de niceliksel verilerden değerlendirildiği üzere, Yıllık Güneş Işığına Maruz Kalma (ASE) değerlendirme sisteminin görsel konforu ne ölçüde sağladığını değerlendirmektedir. Sonuçlar, ASE'nin aydınlık plan görünümü yaklaşımı aracılığıyla insan deneyimini ve görsel konforu yeterince temsil etmediğini ve bu ölçümün gelecekteki sürümlerinin daha doğru görsel konfor ve kamaşma analizi için parlaklık (illuminance) ölçümleriyle bütünleşmiş bir yaklaşım kullanması gerektiğini göstermektedir (Vasconcellos, 2017).

Bu bilgiler ışığında Folkart Tower ve Mistral gökdelenleri mevcut durum günışığı incelemesi ve farklı önerilerle değerlendirilmesi, statik ve dinamik günışığı ölçüm sistemlerine dayalı olarak iki farklı yoldan yapılmıştır. Değerlendirmeler yapılırken bazı standartlardan faydalanılmıştır. Aydınlık gereksinimleri he zaman varsayılan bir görevle ilgilidir.

Avrupa standartlarında belirtilen bazı standartlar aşağıdaki gibidir (EN 12464-1).

Koridor (sirkülasyon alanı)	100 lumen/m ²
Yüzme Havuzu	300 lumen/m ²
Ofis	500 lumen/m ²
Workshop	1000 lumen/m ²

4.4.2 Folkart A Kulesi Statik Ölçüm Sistemleri Kullanılarak Yapılan İnceleme

Günışığı aydınlatmasında zaman faktörünü ortadan kaldırarak yapılan tahmin için, günışığı faktörü (DF) 20. Yüzyılın başlarında geliştirilmiştir. DF basitçe belirli bir odadaki belirli bir noktada günışığı aydınlatma seviyesi ve dış ortamdaki aydınlatma seviyesi arasındaki orandır. Dağınık günışığı koşullarında DF yönteminin sınırlı olduğu nokta zamandan bağımsız olmasıdır, çünkü oran devamlı değişmektedir.

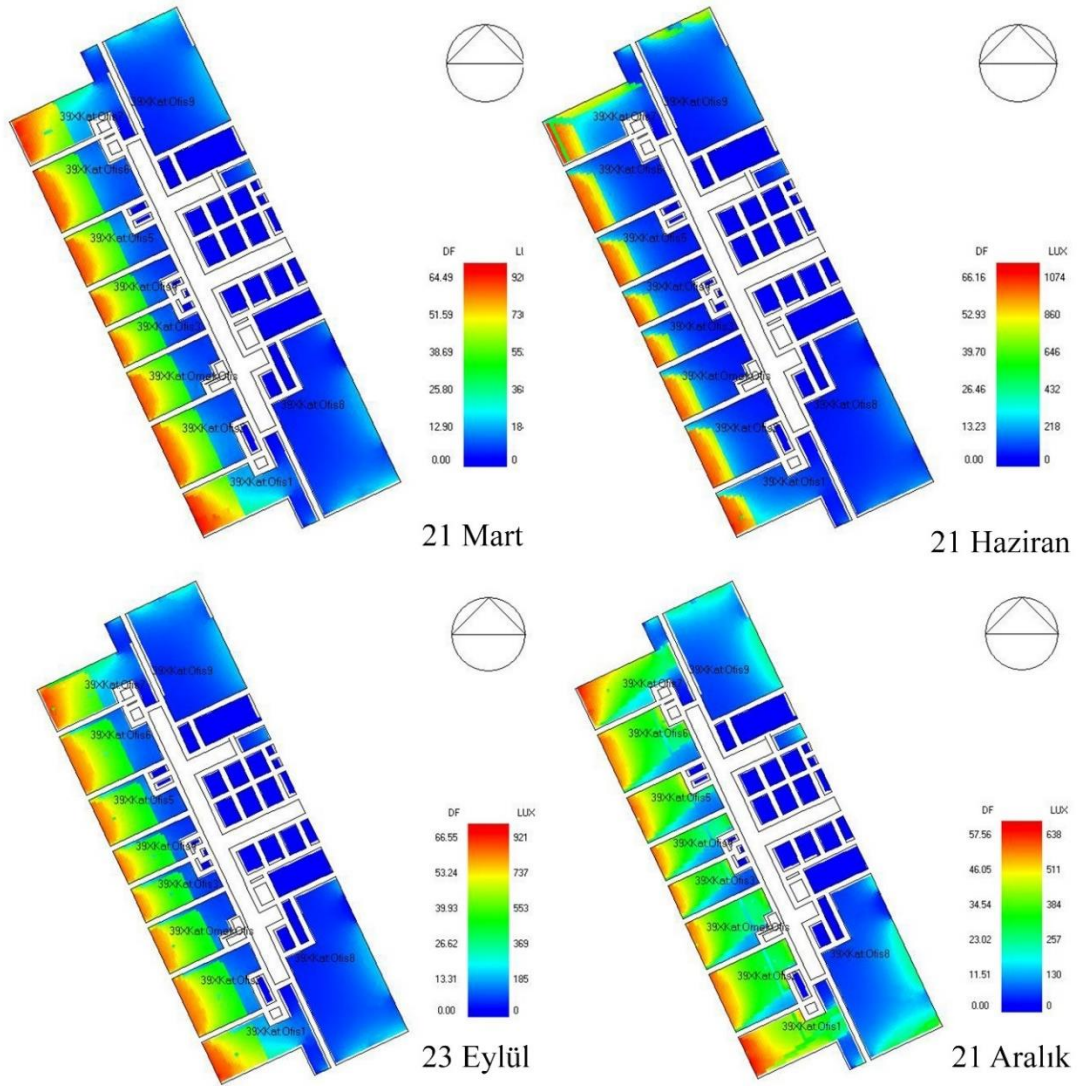
Kamaşma probleminin özellikle öğleden sonra saatlerinde sıkça görüldüğü not edilen binanın günışığı mevcut durum simülasyonları 21 Mart, 21 Haziran, 23 Eylül ve 21 Aralık günleri saat 16.00 üzerinden hazırlanmıştır. Simülasyon modelinde mevcut durumda dışarıdan sabit veya hareketli gölgeleme elemanı bulunmamaktadır. Bunun yanında içeriden hareketli stor perdeler kullanılmaktadır ve aktivite çizelgesi kısmında kullanım saatleri atanmıştır.

DF ne kadar yüksek olursa, odada o kadar fazla günışığı bulunmaktadır. Ortalama DF'si %2 veya daha fazla olan odalar, ancak görsel performansı yerine getirmek için yeterli kabul edilir, yine de elektrikli aydınlatmaya ihtiyaç duyulabilmektedir. Ortalama DF %5 veya daha fazla olduğunda bir oda güçlü bir şekilde günışığı alır ve bu durumda büyük olasılıkla gündüzleri elektrikli aydınlatma kullanılmayacaktır (CIBSE, 2002).

Design Builder Programı Radiance Simülasyonu kullanılarak hazırlanan kat modeli aydınlanma sonuçları aşağıdaki şekillerde görüldüğü gibi tek tek incelenmiştir. Günışığı faktörü Güney batı cephesindeki ofislerde Günışığı faktörünün %10 sınırını çokça aştığı görülmüştür. Paralel olarak aydınlanma değerleri de lüks cinsinden artış göstermektedir.

Folkart 39. kat saat 16:00'da alınan mevcut durum aydınlanma simülasyonlarında, en yüksek değerler 21 Mart'ta 920 lüks, 21 Haziran'da 1074 lüks, 23 Eylül'de 921 lüks, 21 Aralık'ta 638 lüks olarak elde edilmiştir. Günışığı faktörü değerleri en yüksek değerleri ise, 21 Mart'ta %64, 49, 21 Haziran'da %66, 16, 23 Eylül'de %66, 55, 21 Aralık'ta %57, 56 olarak elde edilmiştir (Şekil 4.26).

Kamaşma problemine kontrast neden olmaktadır ve bir görme alanındaki parlaklık oranı (L_{max}/L_{min}) yaklaşık 15'ten büyükse (bazı kaynaklar 10'u önerir) görsel verimlilik azalır ve rahatsızlık hissedilebilir (Szokolay, 2008). Mevcut günışığı durum incelemesinde dört mevsimde de günışığı faktörü ve aydınlık seviyelerinin tercih edilen oran ve seviyelerden çok yüksekte olduğu görülmüştür.



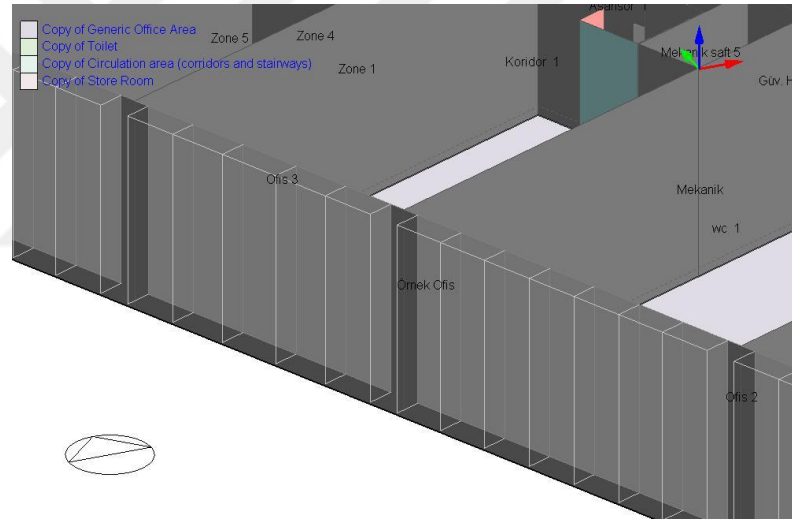
Şekil 4.26 39. kat mevcut durum, gündönümü ve ekinoks günleri saat 16.00'da alınan lüks ve günışığı faktörü cinsinden aydınlanma simülasyonları

4.4.2.1 Simülasyonlarda kullanılan senaryolar

Binada farklı çeşitlerde gölgeleme elemanı seçimi ve farklı tiplerde cam tipi seçimi yapılarak mevcut günışığı kullanımı ve kontrolünün 4 mevsim ekinoks günlerinde lüks ve günışığı faktörü cinsinden nasıl bir değişim gösterdiği incelenmiştir. Bu değişimler sonucunda ofislerdeki kamaşma problemine hangi senaryoda daha etkin çözüm bulunduğu ve görsel konforun hangi senaryoda daha iyi düzeyde olduğu yorumlanmıştır.

4.4.2.1.1 Gölgeleme Elemanları. Dışarıdan binaya eklenen gölgeleme elemanları günışığı erişimini kontrol etmekte en etkili araçlardır. Folkart A kulesi DB modelinde de yatay ve düşey gölgeleme elemanları, konumlandırılmaları, açıları, biçimleri ve malzemeleri olmak üzere farklı özelliklerinden faydalanılarak düşey gölgeleme elemanları ve yatay gölgeleme elemanları olarak iki farklı grupta ele alınmıştır.

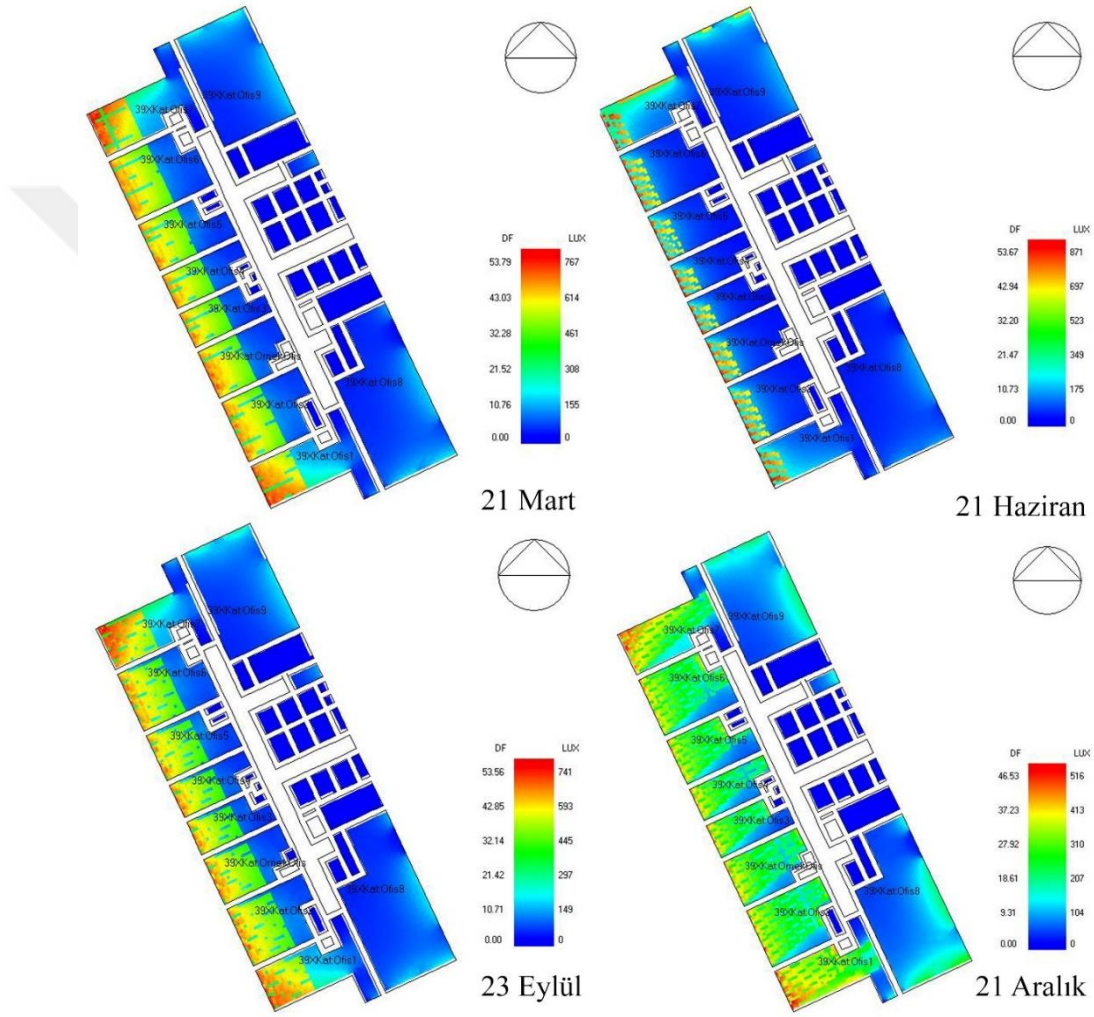
Simülasyon modelinde, dışarıya görüşün engellenmemesi, cephede sağlamlık ve dayanıklılık sağlanması açısından seçilen lamine 50 cm genişliğinde cam gölgeleme araçları birer metrede bir yerleştirilmiştir (Şekil 4.27). Gölgeleme araçları her kat seviyesinde yatay lamine cam parçalarla bölünerek aynı zamanda dik açıyla gelen güneş radyasyonunun kontrol edilmesi ve gölgeleme elemanlarına cephe tasarımında hareket kazandırılması amaçlanmıştır.



Şekil 4.27 1 metrede bir geçen 50 cm lik lamine cam düşey elemanlar

ASE yıllık günışığı alımı çalışma ve araştırmaya göre Sonuçlar, ASE'nin aydınlık plan görünümü yaklaşımı aracılığıyla insan deneyimini ve görsel konforu yeterince temsil etmediğini ve bu metriğin gelecekteki sürümlerinin daha doğru görsel konfor için parlaklık metrikleriyle bütünleşmiş bir yaklaşım kullanması gerektiğini göstermektedir. Sonuç olarak, bu çalışma, ASE metriğinin kullanımına ilişkin güveni artırmak için IES LM-83-12 ve LEED v4 simülasyon gereksinimlerinin daha fazla doğrulanmasını önerir.

Folkart 39. kat saat 16:00'da düşey gölgeleme elemanları eklendikten sonra alınan mevcut durum aydınlanma simülasyonlarında, en yüksek değerler 21 Mart'ta 767 lüks, 21 Haziran'da 871 lüks, 23 Eylül'de 741 lüks, 21 Aralık'ta 516 lüks olarak elde edilmiştir. Günişliği faktörü değerleri en yüksek değerleri ise, 21 Mart'ta %53,79; 21 Haziran'da %53,67; 23 Eylül'de %53,56 ve 21 Aralık'ta %46,53 olarak elde edilmiştir (Şekil 4.28).



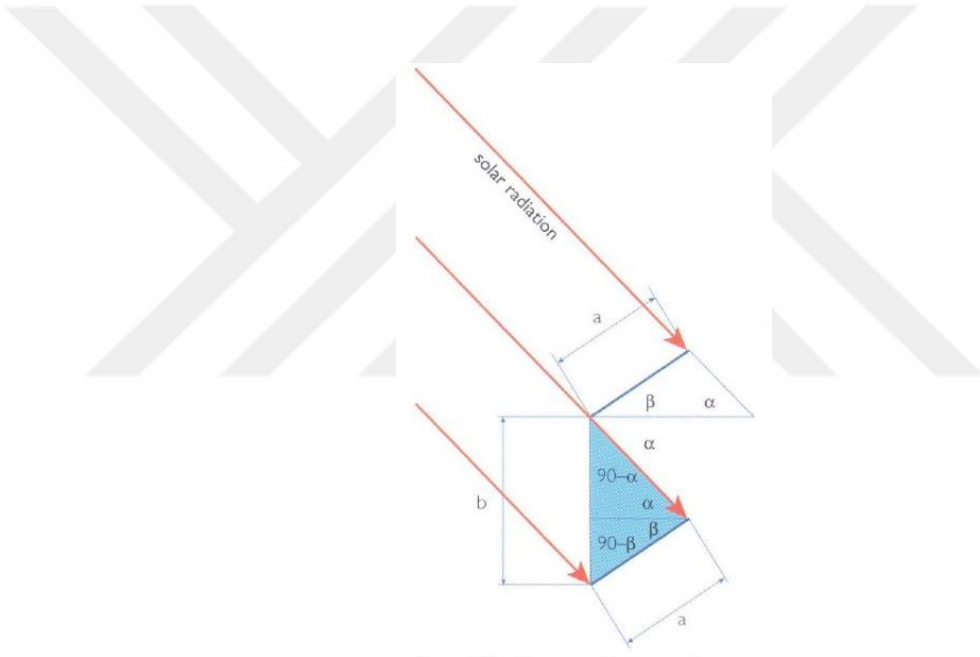
Şekil 4.28 39. kat, düşey gölgeleme elemanları eklendikten sonra, gündönümü ve ekinoks günleri saat 16.00'da alınan lüks ve günişliği faktörü cinsinden aydınlanma simülasyonları

Eğimli veya yatay panjurlar, binanın bulunduğu konumun güneş yükseklik açısında (altitude), şeffaf alanları gölgeleyecek şekilde düzenlenebilir, metal ahşap, plastik ve cam malzemeden yapılabilirler. Genellikle düşük geçirgenlik değerlerine sahip

kaplamalı camlar, dayanıklı kaplamalar veya bunun için sertleştirilmiş güvenlik camı şeklindeki lamine camlar kullanılmaktadır.

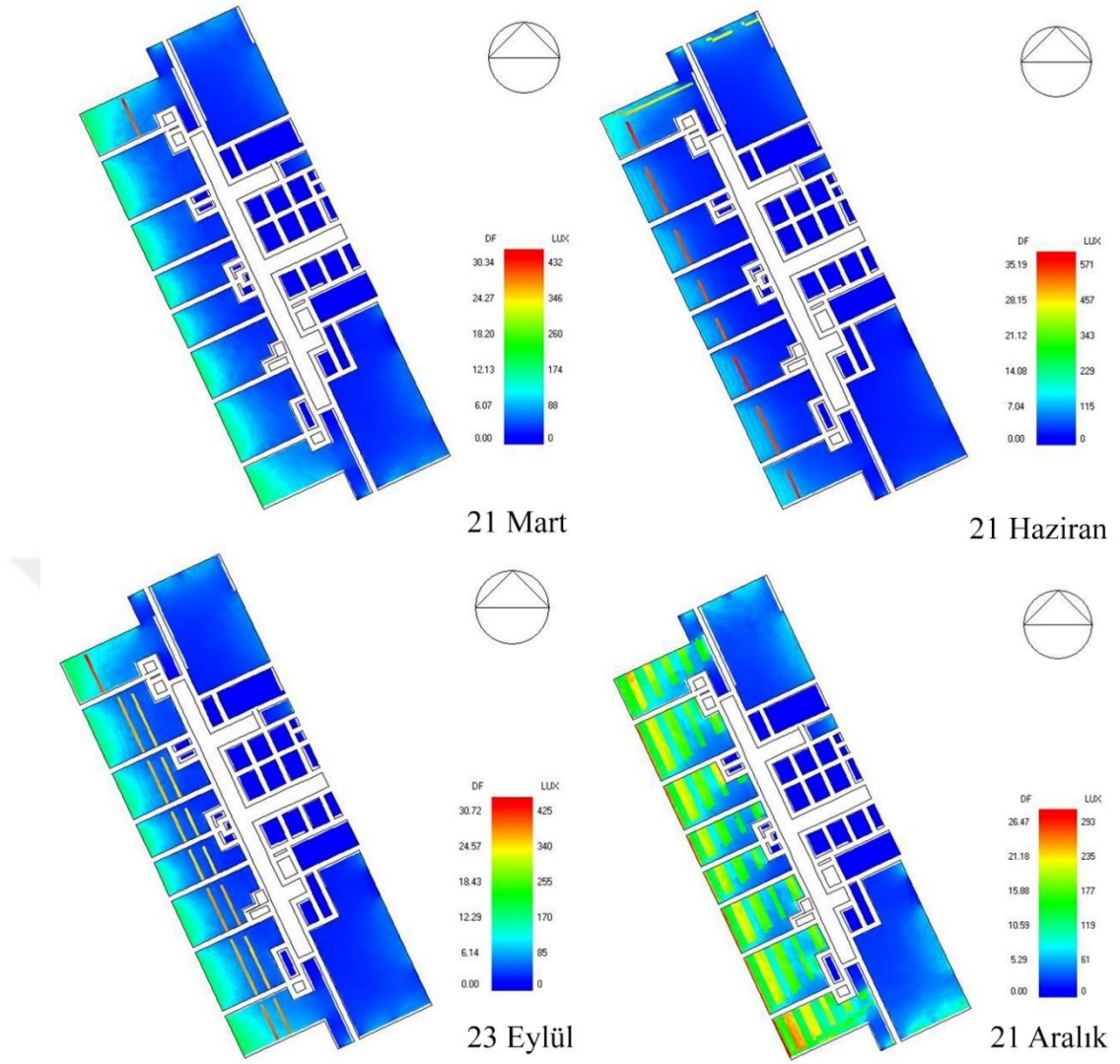
Jankovic (2017) Designing Zero Carbon Buildings kitabında, dışarıdan eklenen yatay gölgeleme elemanının geometrisini hesaplamak için bir yöntem sunmuştur. Güneşin solar yükseklik açısını bildiğimizde (sun path diyagramından bulunmaktadır) ve gölgeleme elemanı açısı, güneşin solar yükseklik açısından farklı bir açıya sabitlenmek istendiğinde aradaki bağlantı, Şekil 4.29'daki açıların trigonometrik ilişkisine bağlıdır (Formül 4.3).

$$\frac{\alpha}{\sin(90-\alpha)} = \frac{b}{\sin(\alpha+\beta)} \quad (4.3)$$



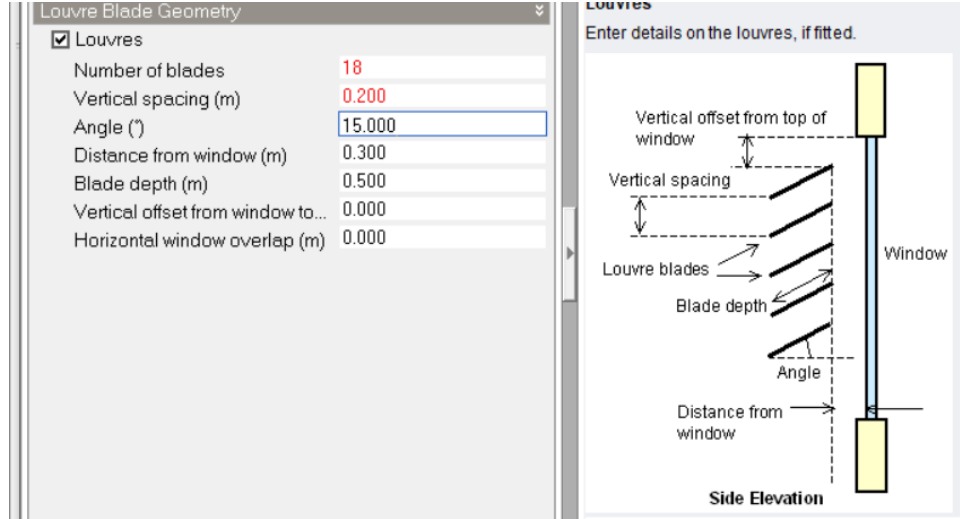
Şekil 4.29 Yatay gölgeleme elemanı geometrisi

Folkart 39. kat saat 16:00'da yatay gölgeleme elemanları eklendikten sonra alınan aydınlanma simülasyonlarında, en yüksek değerler 21 Mart'ta 432 lüks, 21 Haziran'da 571 lüks, 23 Eylül'de 425 lüks, 21 Aralık'ta 293 lüks olarak elde edilmiştir. Günışığı faktörü değerleri en yüksek değerleri ise, 21 Mart'ta % 30,34; 21 Haziran'da % 35,19; 23 Eylül'de % 30,72 ve 21 Aralık'ta % 26,47 olarak elde edilmiştir (Şekil 4.30).



Şekil 4.30 39. kat, yatay gölgeleme elemanları eklendikten sonra, gündönümü ve ekinoks günleri saat 16.00’da alınan lüks ve günışığı faktörü cinsinden aydınlanma simülasyonları

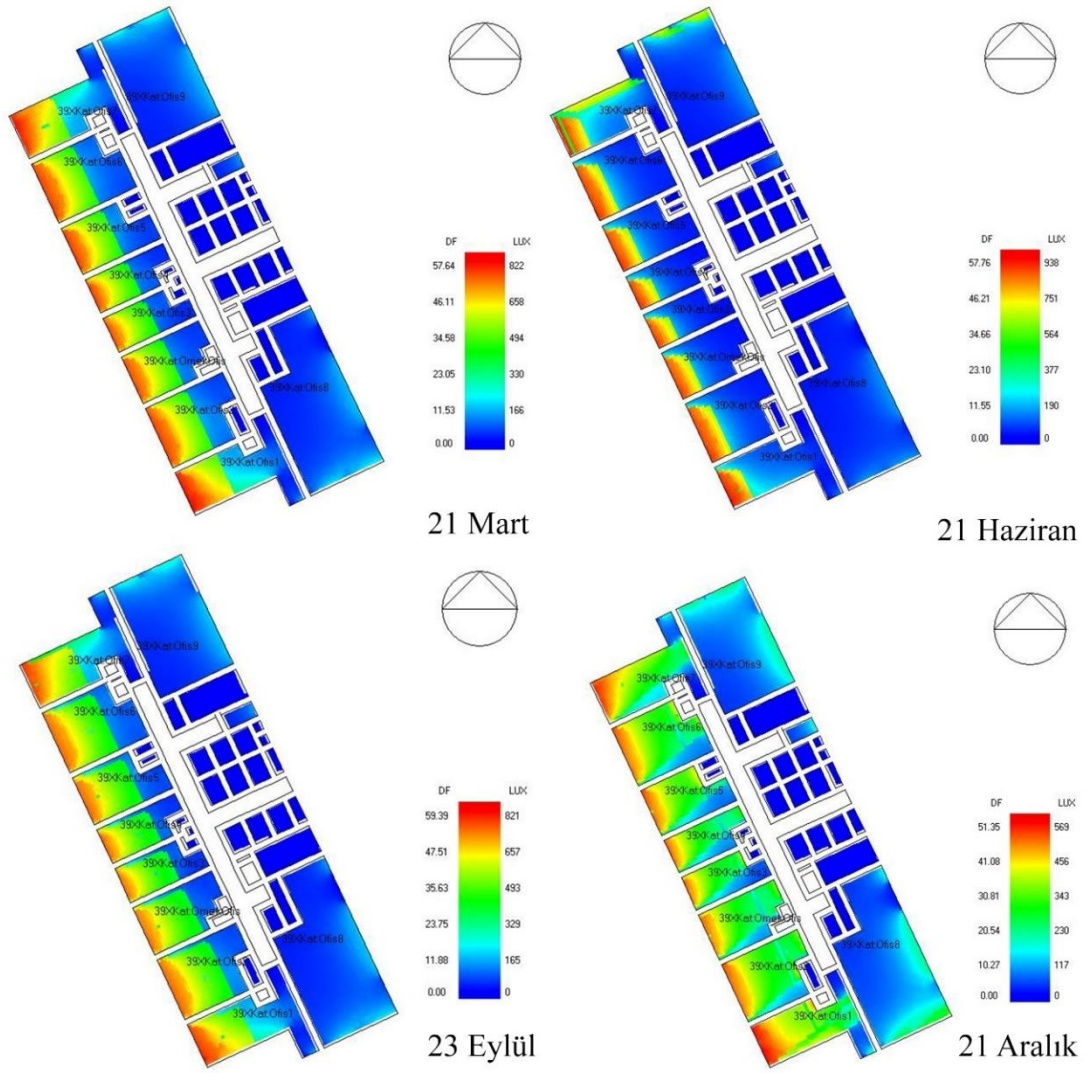
Folkart 39. Kat modelinde Şekil 4.28’de olduğu gibi 40 cm eninde 20 cm’de bir 15 derecelik açıyla konumlandırılmış panjurlar formül 4.3’ten faydalanılarak seçilmiştir (Şekil 4.31).



Şekil 4.31 Modelde seçilen 40 cm enindeki 20 cm’de bir 15 derecelik açıyla konumlandırılmış Louvre gölgeleme elemanları kesiti

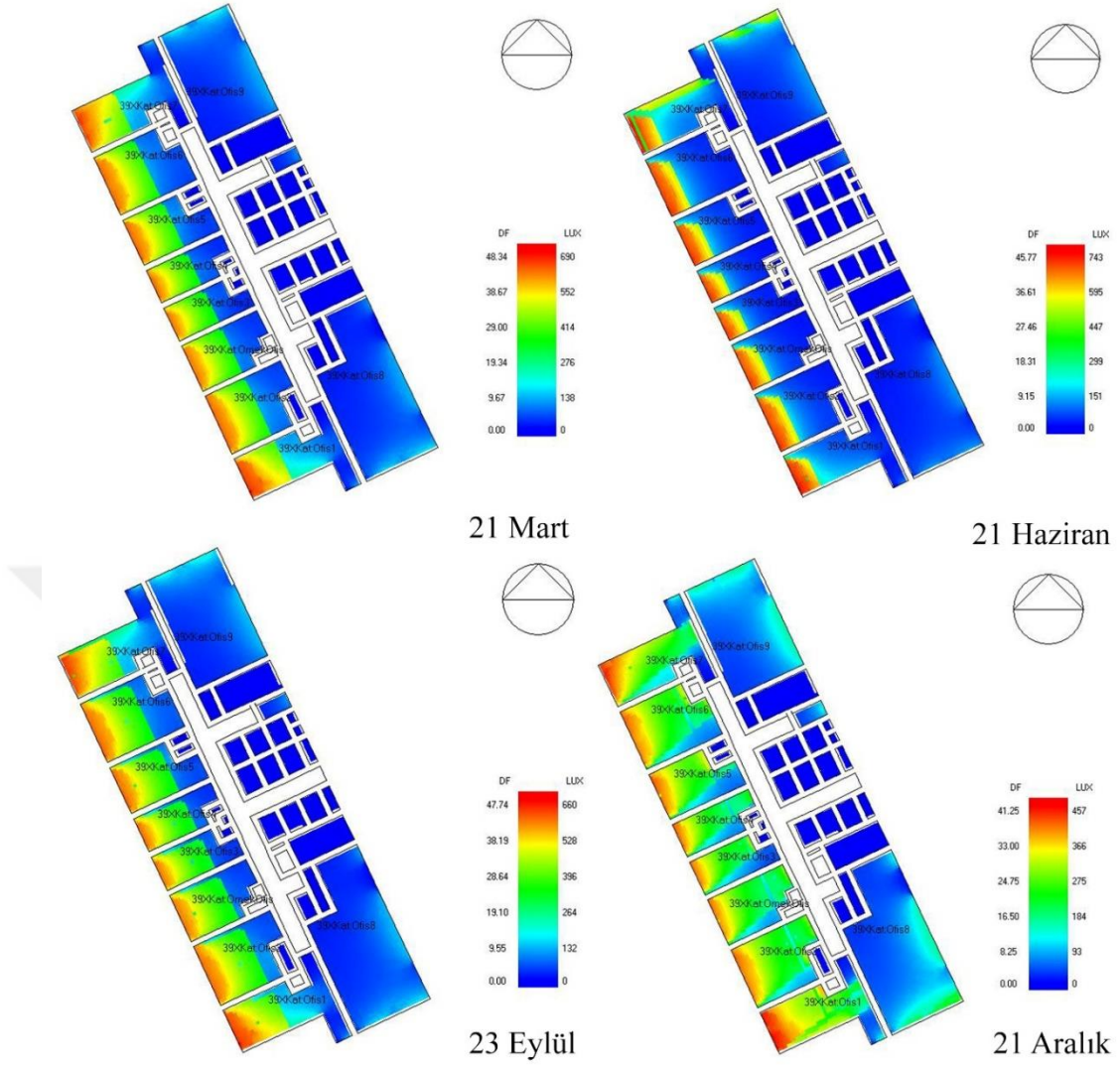
4.4.2.1.2 Cam Çeşitleri. Cam teknolojilerindeki gelişmeler, iç mekanlarda iklimsel ve görsel konfor koşullarının sağlanması açısından olumlu etkiler getirmiştir. Cam tipi çeşitliliği cephe tasarımı ve güneş kontrolü açısından farklı seçenekler sunmaktadır. DB modelde oluşturulan senaryolarda farklı özelliklerde camlar seçilerek iç mekandaki görsel konfora etkileri incelenmiştir.

Folkart 39. kat saat 16:00’da üçlü lamime cam seçildikten sonra alınan aydınlanma simülasyonlarında, en yüksek değerler 21 Mart’ta 822 lüks, 21 Haziran’da 938 lüks, 23 Eylül’de 821 lüks, 21 Aralık’ta 569 lüks olarak elde edilmiştir. Güneş ışığı faktörü değerleri en yüksek değerleri ise, 21 Mart’ta %57,64; 21 Haziran’da %57,76; 23 Eylül’de %59,39 ve 21 Aralık’ta % 51,35 olarak elde edilmiştir (Şekil 4.32).



Şekil 4.32 39. kat, üç katmanlı lamine cam seçildikten sonra, gündönümü ve ekinoks günleri saat 16.00'da alınan lüks ve günışığı faktörü cinsinden aydınlanma simülasyonları

Folkart 39. kat saat 16:00'da üçlü termokromik cam kullanıldıktan sonra alınan aydınlanma simülasyonlarında, en yüksek değerler 21 Mart'ta 690 lüks, 21 Haziran'da 743 lüks, 23 Eylül'de 660 lüks, 21 Aralık'ta 457 lüks olarak elde edilmiştir. Günışığı faktörü değerleri en yüksek değerleri ise, 21 Mart'ta %48,34; 21 Haziran'da %45,77, 23 Eylül'de %47,74 ve 21 Aralık'ta %41,25 olarak elde edilmiştir (Şekil 4.33).



Şekil 4.33 39. kat, üçlü termokromik cam seçildikten sonra, gündönümü ve ekinoks günleri saat 16.00'da alınan lüks ve günışığı faktörü cinsinden aydınlanma simülasyonları

4.4.3 Folkart A Kulesi Dinamik Günışığı Ölçüm Sistemleri Kullanarak Yapılan İnceleme

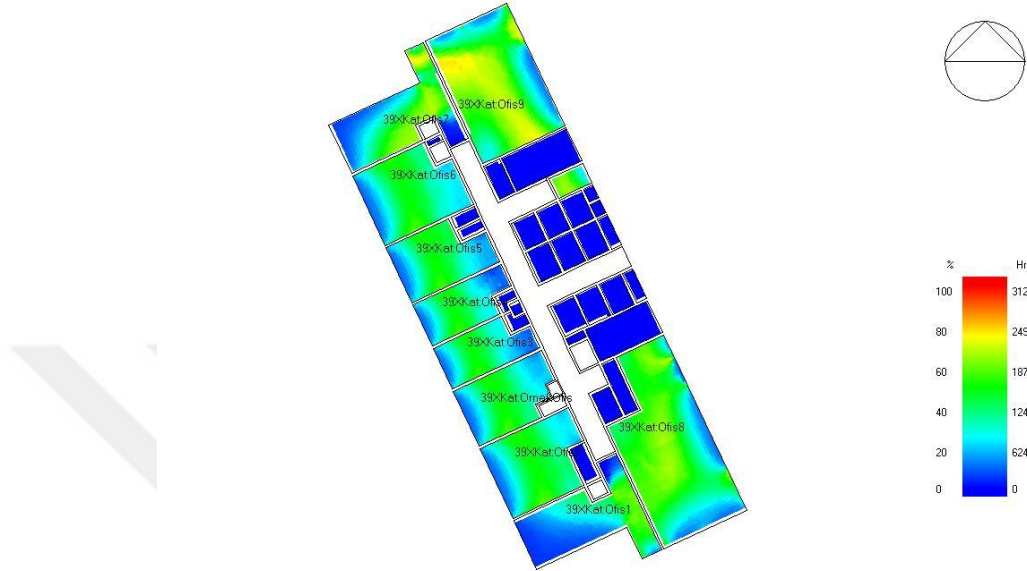
Günışığına maruz kalan bir alanın dinamik niteliklerini değerlendirmek, elektrikle aydınlatılan bir alan için geliştirilmiş olanlardan farklı değerlendirme yöntemleri gerektirir. Yapay aydınlatılan ortamlarda, ortalama aydınlık seviyeleri (illuminance), özellikle önceden belirlenmiş bir hedef aydınlanma seviyesi amaçlanmış tasarımlarda, önemli ve kullanışlı bir ölçüdür. Ancak günışığı alan bir alanda ortalama aydınlatma değerlerinin anlamı daha azdır. Bir neden tamamen mekânsaldır; örneğin, yandan aydınlatmalı ortamlar, oda ve açıklığın geometrik ilişkisi ve mobilyalardan gelen iç

gölgeleme nedeniyle doğal olarak tek tip olmayan aydınlatma dağılımlarına sahiptir. Tipik olarak, pencerenin yakınında yüksek olan aydınlatma seviyesi artan mesafe ile hızla azalmaktadır. Diğer bir neden ise hem mekânsal hem de zamansaldır; güneşin, gökyüzünün ve bulutların bileşenlerini oluşturduğu günışığı kaynakları, ışık yoğunluğu ve konum bakımından günün her saati ve bir yıl boyunca değişir, ayrıca mekânda buna karşılık gelen aydınlatma, pencereler ve tavan pencereleri gibi günışığı açıklıklarının geometrisine göre de devamlı değişmektedir. Ek olarak, günışığı performans ölçümleri, statik, manuel olarak çalıştırılan veya otomatik olarak çalıştırılabilen panjur veya gölgelik gibi günışığı kontrol cihazlarının olası etkilerini de dikkate almalıdır.

Aydınlatma standartları, bir gözlemcinin belirli bir görsel aktiviteyi rahatça gerçekleştirebilmesi için karşılanması gereken en düşük aydınlık düzeylerini belirler. Son yıllarda bir dizi dinamik günışığı ölçümüne ait metrik ifade ortaya çıkmıştır. Bu bilgisayar tabanlı simülasyon kodları, öncelikle bilgi işlemde artan güç nedeniyle ortaya çıkmıştır (Bourgeois vd., 2008). Dinamik günışığı ölçüm hesaplamaları bir mekân içerisindeki bir zaman serisine dayanan aydınlatma hesaplamalarıdır.

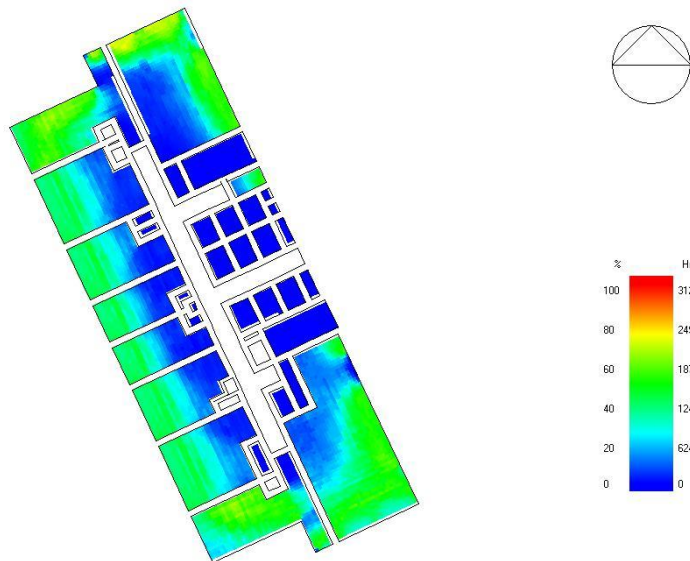
Günışığı özerkliği (DA), kullanıcının bir çalışma düzlemindeki aydınlatma referans aralığının belirli bir zaman çerçevesinde, günışığı tarafından karşılanma düzeyinin yüzdesel olarak hesaplamasını sağlar. DA'nın saatlik kümülatif hesaplaması, kullanıcı tarafından seçilen yıllık süre veya başka bir zaman dilimi içerisinde, yine kullanıcı tarafından tanımlanan bir aydınlık eşiğine dayalıdır. Nabil tarafından önerilen Faydalı Günışığı Aydınlatması (UDI) DA'nın bir varyasyonudur (Nabil ve Mardaljavic, 2006). Bir odanın tamamının iç mekân aydınlatmasının 100 lüks ile 2000 lüks arasında hangi yüzde ile olduğunu hesaplamaktadır. Bu yöntemde 100 lüks'un altında kalan seviyeler kullanışlı kabul edilmemektedir. 2000 lüksün üzerindeki seviyeler ise çok aşırı, muhtemelen görsel veya termal rahatsızlığa yol açan seviyelerdir (Boubekri, 2017). 2000 lüksün üzerindeki aydınlık seviyelerinde kişinin odayı değiştirmesi veya gölgeleme elemanlarını kullanmaya başlaması öngörülmektedir. Bu tezde belirlenen faydalı aralık, ölçüm yapılan alanın ofis olduğunu göz önüne alınarak 500 lüks 2000 lüks arası seçilmiştir.

Simülasyon sonuçlarına göre, yıllık toplam 3120 çalışma saati içerisinde $935.136m^2$ toplam kat alanının $189.35 m^2$ 'lik alanı seçilen 500-200 lüks uygun aralığında aydınlanmıştır. Bu durumda UDI mevcut durum değeri %20, 2'dir (Şekil 4.34).



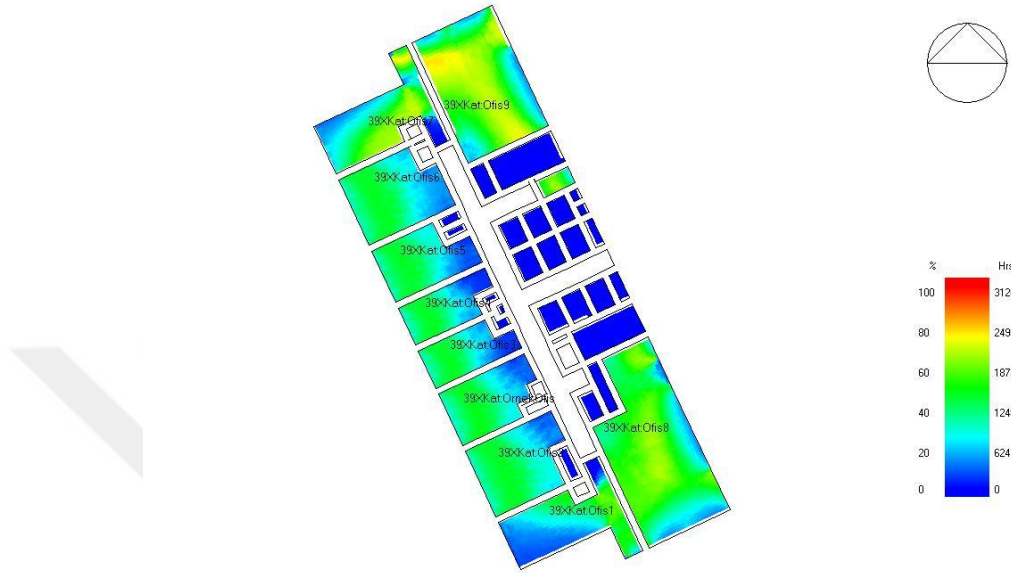
Şekil 4.34 Mevcut durum UDI ölçüm sonuçları

Simülasyon sonuçlarına göre, yıllık toplam 3120 çalışma saati içerisinde $935.136m^2$ toplam kat alanının $136.146 m^2$ 'lik alanı seçilen 500-200 lüks uygun aralığında aydınlanmıştır. Bu durumda UDI mevcut durum değeri %14.541'dir (Şekil 4.35).



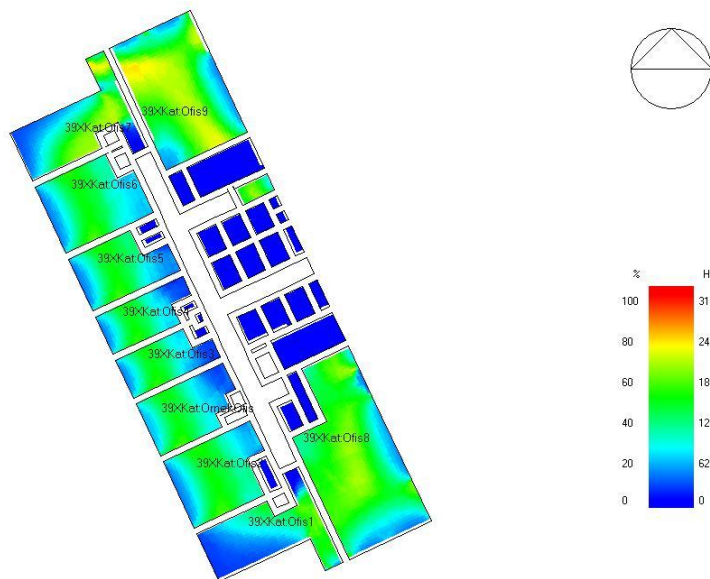
Şekil 4.35 Yatay gölgeleme elemanları ile UDI

Simülasyon sonuçlarına göre, yıllık toplam 3120 çalışma saati içerisinde $935.136m^2$ toplam kat alanının $175.147 m^2$ 'lik alanı seçilen 500-200 lüks uygun aralığında aydınlanmıştır. Bu durumda UDI mevcut durum değeri %18.730'dur (Şekil 4.36).



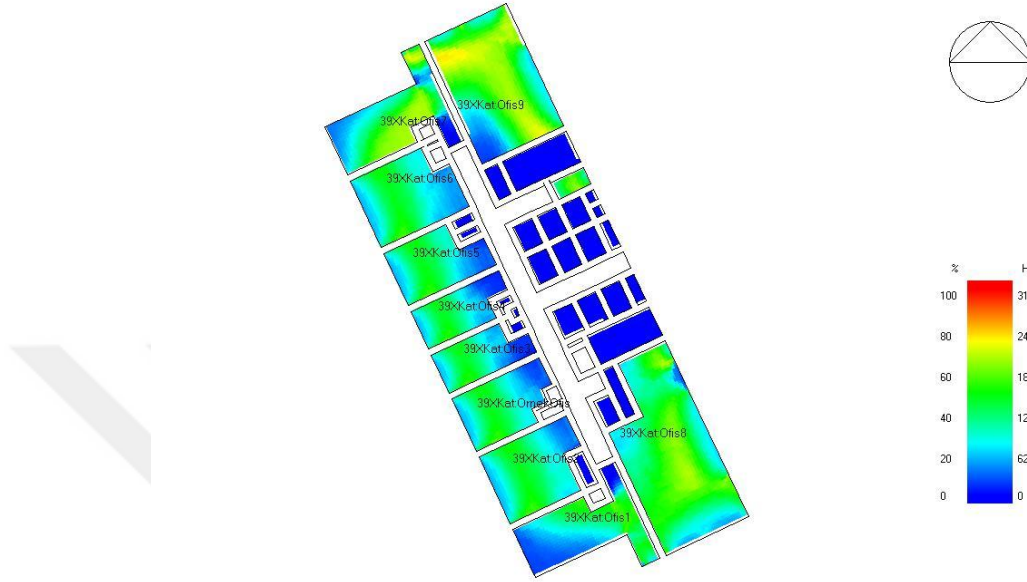
Şekil 4.36 Düşey gölgeleme elemanları ile UDI

Simülasyon sonuçlarına göre, yıllık toplam 3120 çalışma saati içerisinde $935.136m^2$ toplam kat alanının $177.898 m^2$ 'lik alanı seçilen 500-2000 lüks uygun aralığında aydınlanmıştır. Bu durumda UDI mevcut durum değeri %18.880'dir (Şekil 4.37).



Şekil 4.37 Üçlü lamine cam kullanımı ile UDI

Simülasyon sonuçlarına göre, yıllık toplam 3120 çalışma saati içerisinde $935.136m^2$ toplam kat alanının $162.812 m^2$ 'lik alanı seçilen 500-200 lüks uygun aralığında aydınlanmıştır. Bu durumda UDI mevcut durum değeri %17.411 (Şekil 4.38).



Şekil 4.38 Termokromik cam kullanımı ile UDI

UDI değerleri 500 ve 2000 lüks arasındaki uygun aydınlanma aralığında kalan alanı gösterdiği için senaryolarda aşırı parlamaya neden olacak ışık alımını azaltacak önlemler alındığında 2000 lüks üst sınırını aşan miktarda ışık alan kat alanı azalırken, 500lüks alt sınırının altında aydınlanan alan miktarı da arttığından UDI'ye maruz kalan alanları senaryolarla paralel yorumlamak yanıltıcı olabilmektedir. Bu nedenle ikinci bir ölçüm sistemi, direk görsel rahatsızlık oluşumunu oluşturabilecek değerleri saptayıp, önlem almaya yönelik kullanılmıştır.

Yıllık güneş ışığına maruz kalma (ASE), iç mekân çalışma ortamlarında görsel rahatsızlık potansiyelini tanımlayan bir ölçümdür. Belirli bir doğrudan gelen güneş ışığı aydınlatma seviyesini, yılda belirli bir saatten fazla aşan analiz alanı ve yüzdesi olarak tanımlanır. ASE analizi için önerilen ayarlar, herhangi bir çalıştırmadan önce yılda 250 saatten fazla bir süre boyunca 1000 lüksten fazla doğrudan güneş ışığına maruz kaldığı tespit edilen noktalar arasında maksimum iki boşluk kullanarak analiz alanındaki sensörlerin yüzdesini belirler. sDA ile aynı 10 saatlik/gün analizi dikkate alınarak ve simülasyon yöntemleri kullanılarak güneş ışığını engellemek için

güneşlikler veya gölgelikler yerleştirilmeden önce karşılaştırma için kullanılabilir.

Saha araştırması, çalışma düzeyinde, yılda belirli bir seviyede doğrudan güneş ışığı alabilecek alan ne kadar büyükse, bina sakinlerinin bir yıl boyunca güneşi alan çalışma alanlarının görsel konfor koşullarından o kadar memnuniyetsiz olmalarının daha olası olduğunu bulmuştur (IES Daylight Metrics Komitesi, 2012). Taban alanının yüzdesi olarak ifade edilen bu alan, yıllık güneş ışığına maruz kalma (ASE) olarak tanımlanır. ASE, tipik bir hava yılı boyunca bir alanın yaşayabileceği güneş ışığı aşım miktarının riskini veya en kötü durumunu tanımlayan bir ölçümdür. ASE değerleri, güneş ışığından kaynaklanan olası kamaşma kaynaklarını azaltmak için azaltma stratejilerine rehberlik etmek için kullanılabilir. Bu tezde olası kamaşma problemlerini en aza indirmek için kullanılan alternatif senaryoları karşılaştırmak amacıyla kullanılmıştır.

Oluşturulan alternatiflerde, kullanılan cam çeşidinin ışık geçirgenliği arttıkça, yıllık güneş ışığı aşım miktarı (ASE) nın arttığı görülmüştür. (Tablo 4.5). Bunun yanında kullanılan gölgeleme elemanları geçirgenliği, yansıtıcılığı ve geometrileri doğrultusunda güneş ışığını ne kadar engelleyip içeriye aldıkları değişmektedir. ASE iç mekân değerlerinin, gölgeleme elemanlarının bu özellikleri sayesinde değişime uğradığı görülmüştür. ASE maruz kalan alanın en az olduğu alternatif, üçlü lamine cam kullanılan ve yatay gölgeleme elemanlarının birlikte kullanıldığı alternatifte görsel konforun en yüksek seviyede olması beklenmektedir.

Tablo 4.5 Folkart A Kulesi Simülasyonda kullanılan senaryolar ve ASE değerleri karşılaştırması.

Simülasyonda Kullanılan Senaryolar Folkart	Kat Alanı (m^2)	ASE Sınırları içerisindeki alan (m^2)	ASE Sınırları içerisindeki alanın oranı (%)
MEVCUT DURUM	935.136	314.316	33.612
DÜŞEY GÖLGELEME	935.136	371.622	39.700
YATAY GÖLGELEME	935.136	550.685	58.818
ÜÇLÜ LAMİNE	935.136	336.574	35.992
ÜÇLÜ TERMOKROMİK	935.136	378.006	40.423

4.5 Mistral İzmir

Konak ilçesi, Mersinli mahallesinde bulunan Mistral İzmir gökdelenleri Bayraklı ilçesine ve bu bölgede bulunan gökdelenlere yakınlığı nedeniyle tezde ele alınmıştır. Toplam 122.000 m² zemin alanına sahip olan Mistral İzmir, 48 katlı bir ofis kulesinden oluşmaktadır ve 2 katlı bir alışveriş merkezi üzerinde yükselen 38 katlı rezidans kulesinden oluşmaktadır. İncelenen projeler arasında, LEED Platin Sertifikası (ofis kulesi için) ve LEED Gold'a sahip tek projedir. İklim kontrolü açısından, ısınma ve soğumayı azaltmak için güneş ve ısı kontrolü için çift cephe sistemi kullanılmaktadır. Malzeme kullanımı açısından, yapısal çerçeve kompozit çelikten yapılmıştır. Yapımına 2014 yılında başlanan inşaat 2015 yılında tamamlanmıştır.

Yeşil kamusal alan açısından yoğun bitkilendirmeler, oturma alanları, yaya yolları ve köprüler dere aksı boyunca proje sahasına uygulanmıştır. Altyapı açısından ise, rezervuarlarda depolanan atık suların yeniden kullanım için geri dönüştürülmesini sağlayan gri su arıtma sistemi uygulanmıştır (Öner & Pasin, 2015) (Şekil 4.39).



Şekil 4.39 Mistral İzmir vaziyet planı (Arkiv, Türkçeleştirilmiştir)

Mimar Bora Şahbazoğlu ve Tümay Türkmen yönetimindeki DNA Mimarlık tarafından tasarlanan Mistral İzmir, konut, otel, ofis ve açık çarşı fonksiyonlarını barındırmaktadır. Balkonlar her katta farklı dönüşler yaparak farklı perspektifler veren dinamik bir kütle yaratmıştır. Parselin doğusunda konumlanan ofis kulesi, enerji etkin bir yapı tasarımını ön plana çıkaracak şekilde çift cidarlı cephe ile planlanmıştır. Yapının iç yüzeyi kare formlu iken dış yüzeyi aynı geometrik formun her katta 1, 2 derece döndürülmesi ile oluşan dinamik bir forma sahiptir. Bu form, batı cephesinin rüzgâr etkilerine karşı davranışını etkilerken, kent silüetinde yapının taşınabilirliğini sağlamaktadır. İç yüzey ile dış yüzey arasında kalan kısım, kışın güneş etkisiyle ısıtılan havanın muhafaza edilmesi ile ısıtmaya, yazın bu kısımdaki havanın hızlı sirkülasyonu ve ikinci yüzeyin gölgeleme etkisi ile soğutmaya katkıda bulunarak önemli bir enerji tasarrufu sağlayacak şekilde planlanmış. Betonarme ve çeliğin bir arada kullanımından oluşan kompozit taşıyıcı sistemi yapının deprem yüklerine karşı mükemmel bir performans göstermesini sağlamaktadır (Doğan ve Çalışmaz, 2015) (Şekil 4.40).



Şekil 4.40 Mistral İzmir görünüşleri, (DNA Mimarlık, 2015)

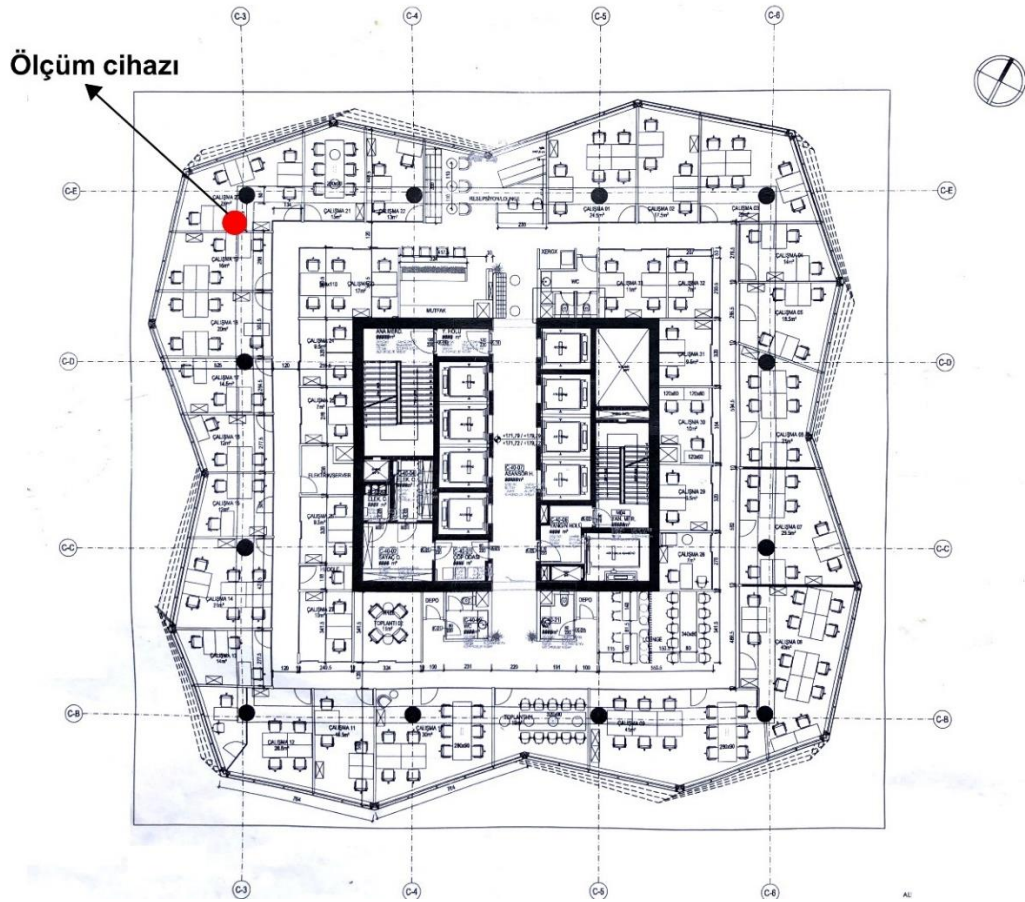
4.5.1 Mistral Ofis Kulesi Ölçümleri

Simüle edilen modeldeki verilerin gerçekteki modele yakınlığını araştırmak için yapılan kalibrasyon hazırlanmadan önce belirli tarihlerde ölçüm yapılmıştır. Kalibre edilmiş bir simülasyon modeli elde etmek için, ilk adım olarak Folkart A kulesinde olduğu gibi TESTO ölçüm cihazları (data logger) tarafından elde edilen saha ölçüm

sonuçlarının alınmıştır. Ölçüm için seçilen ofiste yerden 150 cm yükseklikte planda gösterildiği şekilde iç duvara yakın bir alana ölçüm cihazı bırakılmıştır (Şekil 4.41), (Şekil 4.42).



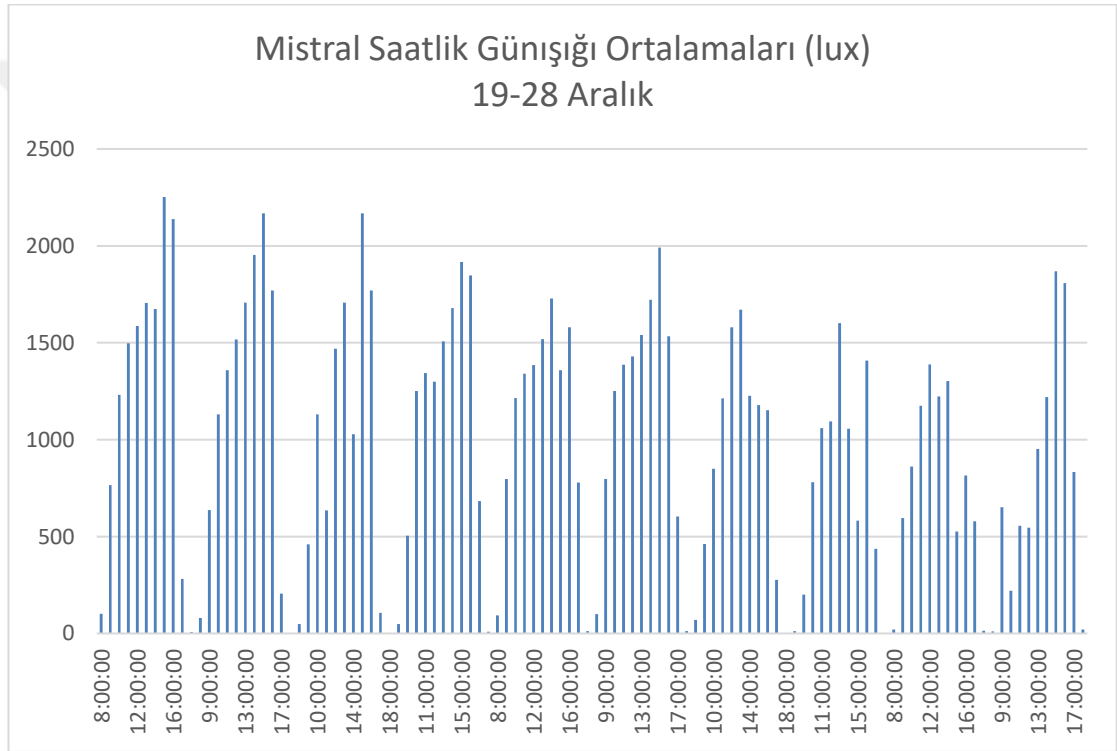
Şekil 4.41 Mistral Ölçüm yapılan oda (Kişisel Arşiv)



Şekil 4.42 Mistral 42. Kat planında ölçüm cihazları bırakılan yerin gösterimi

Ölçüm yapılan 19/28 Aralık 2020 tarihli arasında, Mistral Ofis kulesi 42. Kat'ta günışığı seviyelerinin en yüksek değerleri saat 15.00 ve 16.00 civarında görülmüştür. En yüksek değer 2168.1167 lüks ortalaması ile 20 Aralık saat 15.00'e aittir. Bu saatlerde bu bilgiye paralel olarak kamaşma problemleri sıkça yaşandığı kaydedilmiştir (Tablo 4.6). Yüksek aydınlık düzeyleri daha iyi görsel performans sağlayabilmekle beraber, mekânda görsel konforsuzlukları da beraberinde getirebilmektedir. Kamaşma problemlerinin en aza indirgenebilmesi için bir sonraki bölümde günışığı simülasyonları hazırlanmış ve sonuçları değerlendirilmiştir.

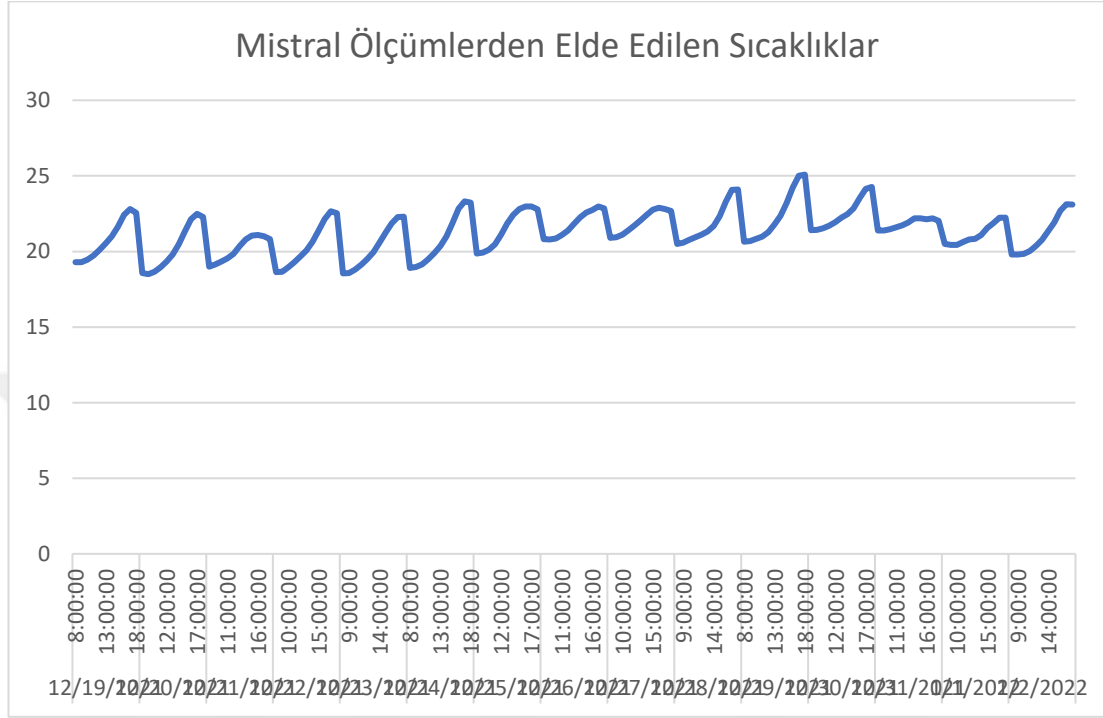
Tablo 4.6 Ölçüm yapılan aralıktaki, saatlik ortalama ışık değerleri



19 Aralık 2021- 2 Ocak 22 tarihleri arasında, Mistral ofis kulesi 42. katta iç mekân sıcaklık seviyelerinin en yüksek değerleri saat 13.00 civarında görülmüştür. En yüksek sıcaklık değeri 25 °C'dir. Sıcaklık değerlerinin en düşük olduğu günler 21-31 Aralık tarihleridir (Tablo 4.7). Mistral gökdeleninde sıcaklık farklılıkları Folkart gökdelenine göre günler arasında fazla değişiklik göstermemektedir. Her iki gökdelerde de fancoil ısıtma sistemi çalıştırıldığını ve doğal havalandırmaya başvurulmadığı düşünüldüğünde farklılıkların ısıtma sisteminin hafta bazında çalıştırılma programından kaynaklandığını söyleyebilmekteyiz. Folkart'ta cumartesi saat

15:00'ten sonra ve pazar günleri tüm gün ısıtma kapalı Mistral'de ısıtma sistemi hafta sonu işleyişine aynı şekilde devam etmektedir.

Tablo 4.7 Ölçüm yapılan aralıktaki, iç mekân saatlik ortalama sıcaklık değerleri



4.5.2 Mistral Ofis Kulesinin Simülasyon Kullanılarak Güneşli Kullanımının İncelenmesi

Mistral İzmir gökdeleninin Ofis kulesi için Folkart Tower incelemesinde olduğu gibi güneşli kullanımı ve bina enerji etkinliği değerlendirmesi için Designbuilder bir araç olarak seçilmiştir. Dijital modelleme sürecinde 42. Katta bulunan ofiste ölçümler yapılmış ve bu ölçümler gökdelenin kalibrasyonunda kullanılmıştır. Ölçümlerden gelen verilerin elde edilmesinden sonra öncelikle binaların basitleştirilmiş Dxf çizimleri hazırlanmıştır (Şekil 4.43).



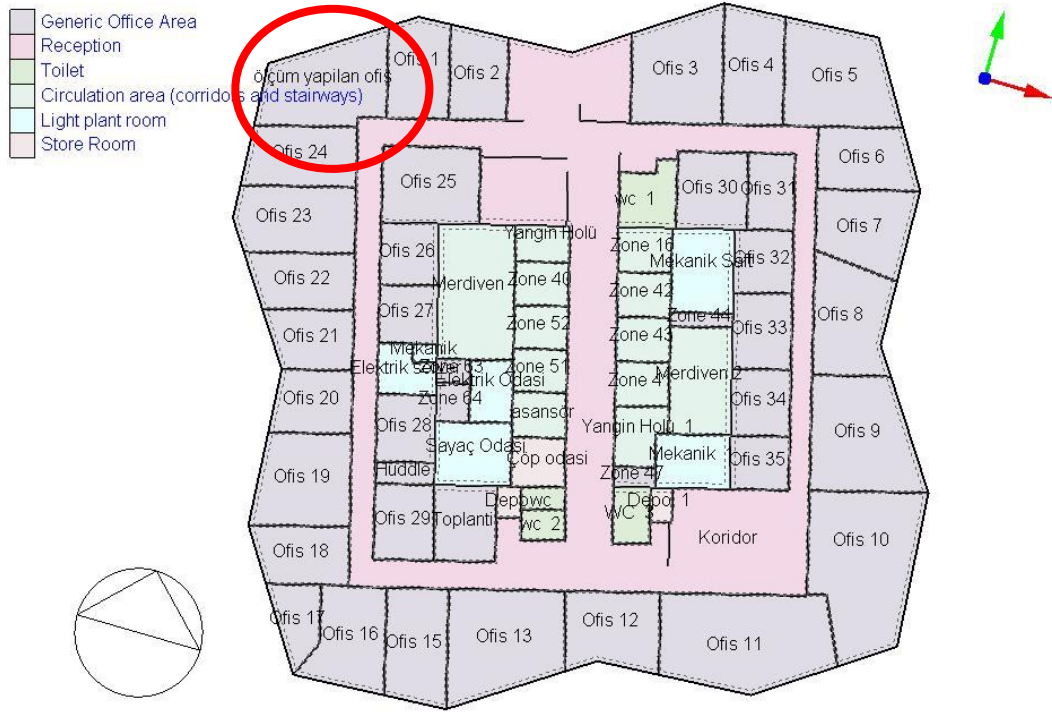
Şekil 4.43 Mistral Designbuilder modeli

Örnek ofisi kapsamayan yandaki konut kulesinin component block olarak çizilen katları cam olarak seçilmiş ve ışık geçirgenlikleri % 50 olarak modele atanmıştır. Bunun yanı sıra camların dışarıdan ışık yansıtıcıkları % 18, içeriden %11 olarak seçilmiştir. Bu cam tipi ve özellikleri simulasyonda yan binadan gelen yansıma ve gölgelemeyi ölçmekte önemlidir. Aynı şekilde detaylı olarak gösterilen örnek katta tüm ofislerdeki cam kısımlar kullanılan, Arcon Sunbelt A50 çift katlı camın özelliklerini modelde barındırmaktadır (Şekil 4.44).



Şekil 4.44 Ölçüm yapılan Ofisin bulunduğu DB Kat modeli

Simülasyonlara başlanmadan önce kullanıcıların günlük aktivite şablonları ve bina materyalleri kodlarıyla temel durum (base case) için modele atanmıştır (Şekil 4.45). Aktivite şeması ofisin haftalık planda kullanım saatlerini anlatacak şekilde modele atanmıştır. Mistral ofis kulesi 42. katta ölçüm yapılan ofisin alanı 21 m^2 ve doluluk oranı 0.0956 (kişi sayısı/ m^2) olmaktadır. Yapı seçeneğinde duvarlar, çatılar, yapı kabuğunun opak bileşenlerine ait özellikler bulunmaktadır. İzmir'in hava durumu verileri yıllık süreçte Meteororm yazılımından alınan koordinatlara göre toplanıp DesignBuilder modeline atanmıştır. Testo veri kaydedicisi, Mistral binasının 42. Kat ofisine, binanın kalibrasyonunda kullanılmak üzere mevcut sıcaklık ve güneş ışığı ölçümlerini almak üzere yerleştirilmiştir. Bu bölgelerdeki aydınlık dağılımını görmek için Radiance ışıma simülasyonu çalıştırılmıştır.



Şekil 4.45 DB Kat modeli oda işlevleri şeması

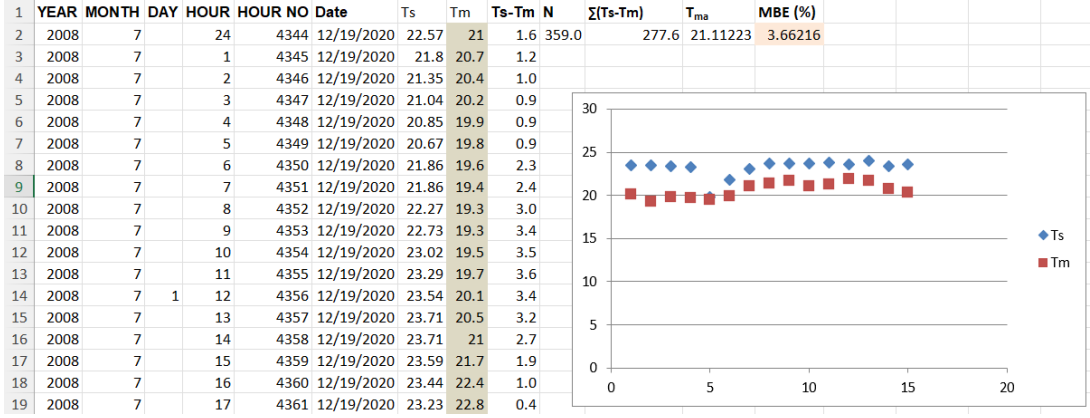
Mistral gökdeleninde Folkart gökdelenin de olduğu gibi Fancoil ısıtma ve soğutma sistemi kullanılmıştır. DesignBuilder modelinde ölçüm yapılan ofis için ısıtma ve soğutma planı cihazların çalıştırılma zamanları baz alınarak Tablo 4.8'deki gibi Hvac sekmesinden atanmıştır. Doğal havalandırma yöntemi binada kullanılmamakta ve mekanik havalandırma yöntemi kişi başı toplam ve alan baz alınarak Hvac sekmesinden atanmıştır. Binada kullanılan dereceler baz alınarak, DB Aktivite sekmesinde ısıtma ayar derecesi 23 ve soğutma ayar derecesi 24 olarak seçilmiştir.

Tablo 4.8 Mistral ofis kulesi ölçüm yapılan ofisin ısıtma ve soğutma planı

Isıtma Planı	Soğutma Planı
Schedule:Compact, 42. floor office_Heat, Temperature, Through: 31 Dec, For: Weekdays SummerDesignDay, Until: 24:00, 0, For: WinterDesignDay, Until: 07:00, 0, Until: 22:00, 1, Until: 24:00, 0, For: Weekends, Until: 07:00, 0, Until: 22:00, 1, Until: 24:00, 0, For: Holidays, Until: 24:00, 0.5, For: AllOtherDays, Until: 24:00, 0;	Schedule:Compact, 42. floor office_Cool, Temperature, Through: 31 Dec, For: Weekdays SummerDesignDay, Until: 08:00, 0, Until: 19:00, 1, Until: 24:00, 0, For: Weekends, Until: 08:00, 0, Until: 19:00, 1, Until: 24:00, 0, For: Holidays, Until: 24:00, 0, For: WinterDesignDay AllOtherDays, Until: 24:00, 0;

İlk kalibrasyon denemelerinde MBE %6,47 ve RMSE %8, 48 olarak elde edilmiş ve yapı malzemelerinin modelde daha gerçeğe uygun şekilde değiştirilmesi sonucu bu değerler değişmiştir.

Ölçüm yapılan ofisin de bulunduğu 42. Kat modelinin kalibrasyon sonuçları RMSE % 8,25 ve MBE % 3,66 olarak elde edilmiştir. Bu nedenle model ASHRAE 14 (2002) kılavuzunda belirtildiği gibi kalibre edilmiş kabul edilmektedir (Şekil 4.46), (Şekil 4.47).

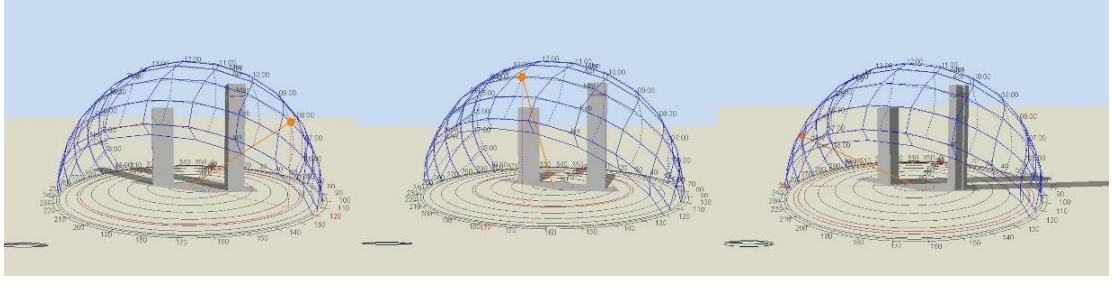


Şekil 4.46 Mistral Ofis kulesi 42 .Kat modeli için MBE hesabı sonucu

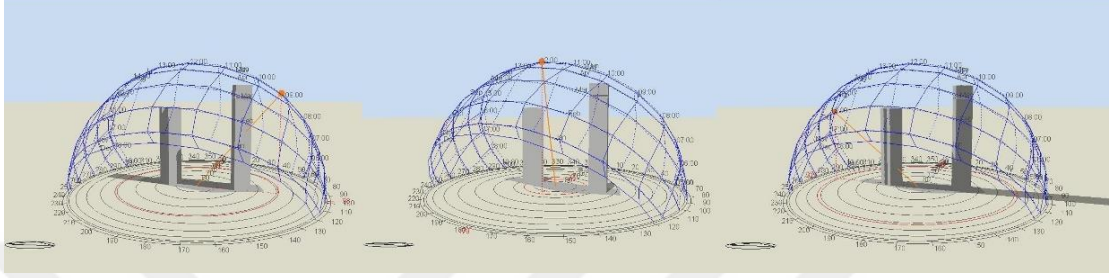
Date	T _{Out}	T _{Sim (m)}	T _{Mon}	Ts-Tm	(Ts-Tm) ²	$\Sigma(Ts-Tm)^2$	N	1/N	$1/N \cdot \Sigma(Ts-Tm)^2$	$\sqrt{1/N \cdot \Sigma(Ts-Tm)^2}$	T _{ma}	100/T _{ma}	RMSE(%)	T _s
12/19/2020	8.4	22.57	21	1.6	2.63751	1088.774	359	0.002786	3.03	1.74	21.11	4.74	8.25	
12/19/2020	7.9	21.8	20.7	1.2	1.32782									
12/19/2020	8.5	21.35	20.4	1.0	0.90355									
12/19/2020	8.2	21.04	20.2	0.9	0.78686									
12/19/2020	8.8	20.85	19.9	0.9	0.83807									
12/19/2020	8.7	20.67	19.8	0.9	0.85415									
12/19/2020	8.6	21.86	19.6	2.3	5.24955									
12/19/2020	9.6	21.86	19.4	2.4	5.91866									
12/19/2020	10.9	22.27	19.3	3.0	8.81959									
12/19/2020	12.4	22.73	19.3	3.4	11.7576									
12/19/2020	12.5	23.02	19.5	3.5	12.5713									
12/19/2020	12.4	23.29	19.7	3.6	12.6735									
12/19/2020	13.0	23.54	20.1	3.4	11.7187									
12/19/2020	12.7	23.71	20.5	3.2	10.0987									
12/19/2020	11.5	23.71	21	2.7	7.37019									
12/19/2020	10.2	23.59	21.7	1.9	3.74736									
12/19/2020	9.5	23.44	22.4	1.0	1.01163									
12/19/2020	9.7	23.23	22.8	0.4	0.18142									
12/19/2020	10.2	23.29	22.6	0.7	0.54286									
12/19/2020	9.7	23.3	22.1	1.2	1.51361									
12/19/2020	9.5	22.82	21.6	1.2	1.53889									
12/19/2020	6.1	21.64	21.1	0.5	0.26323									
12/19/2020	8.5	21.27	20.8	0.5	0.2697									
12/19/2020	7.3	20.91	20.4	0.5	0.22934									

Şekil 4.47 Mistral Ofis kulesi 42. kat modeli için RMSE hesabı sonucu

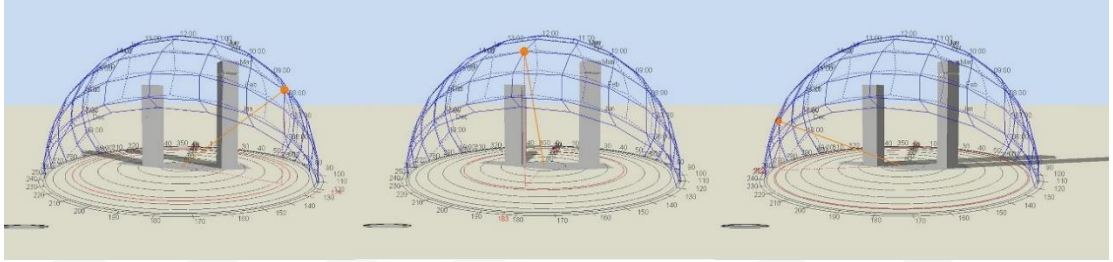
DB modelinde çevrede gölgelemeye katılan Mistral ofis ve konut kulesi dışındaki daha alçak kotlarda kalan yapılar modele katılmamıştır ofis kulesi giydirmce cephe cam özellikleri modelde atanmış ve radiance simülasyonlarında göz önünde bulundurulmuştur. Güneş ışığı diyagramı ile 21 Mart, 21 Haziran, 23 Eylül ve 21 Aralık tarihleri sabah öğle ve öğleden sonra saatleri için binaların gölgeleme durumları incelenmiştir (Şekil 4.48), (Şekil 4.49), (Şekil 4.50), (Şekil 4.51).



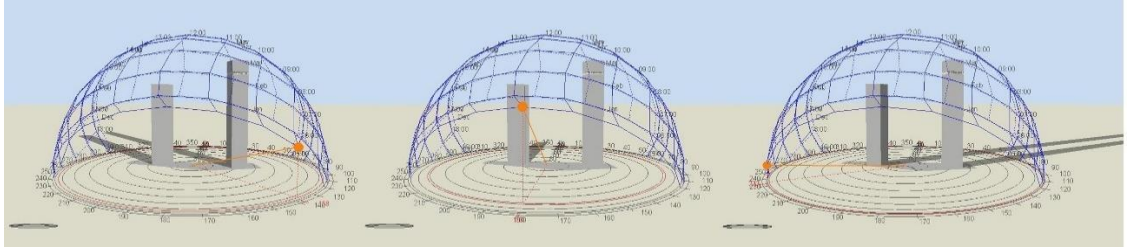
Şekil 4.48 Mistral ofis ve konut kulesi, 21 Mart saat 9.00, 12.00 ve 16.00 günışığı diyagramları



Şekil 4.49 Mistral ofis ve konut kulesi, 21 Haziran saat 9.00, 12.00 ve 16.00 günışığı diyagramları



Şekil 4.50 Mistral ofis ve konut kulesi, 23 Eylül saat 9.00, 12.00 ve 16.00 günışığı diyagramları

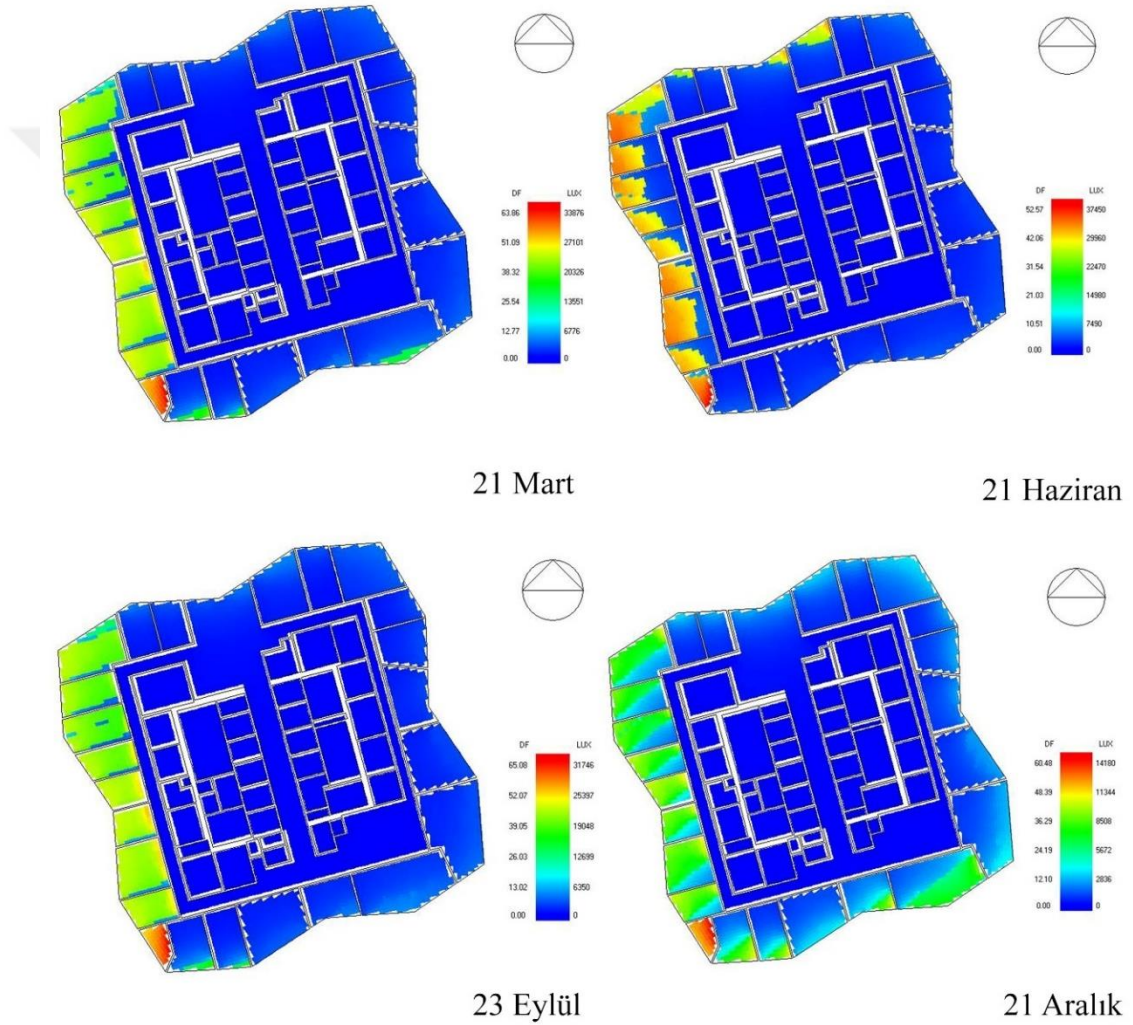


Şekil 4.51 Mistral ofis ve konut kulesi, 21 Aralık saat 9.00, 12.00 ve 16.00 günışığı diyagramları

4.5.2.1 Mistral Ofis Kulesi Statik Değerlendirme Yöntemleri ile Yapılan İnceleme

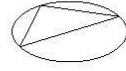
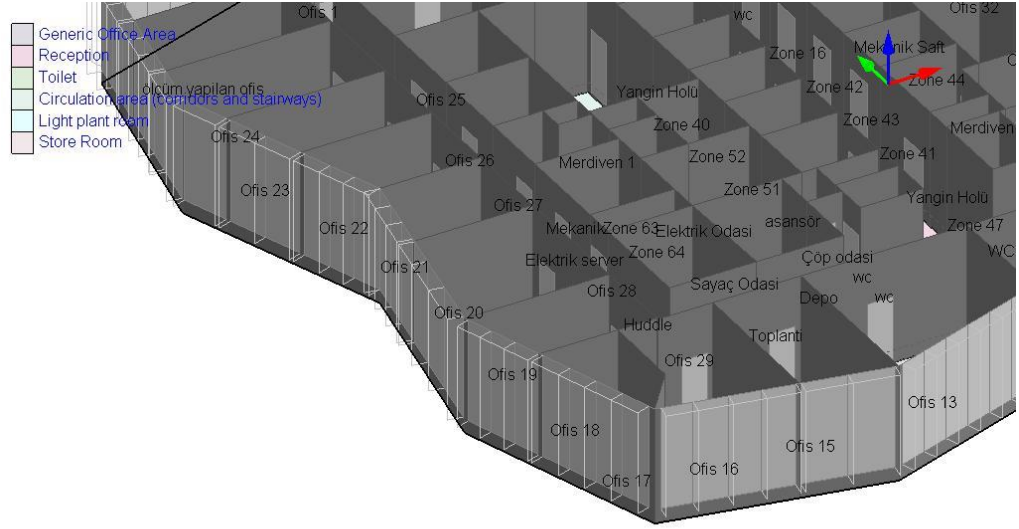
Ofis kulesinin öncelikle mevcut durumu ve gölgeleme elemanlarıyla cam çeşitlerinin değiştirilmiş hali aydınlatma seviyeleri ve günışığı faktörü aracılığıyla değerlendirilmiştir.

Mistral 42. kat saat 16:00'da alınan mevcut durum aydınlanma simülasyonlarında, en yüksek değerler 21 Mart'ta 33876 lüks, 21 Haziran'da 37450 lüks, 23 Eylül'de 31746 lüks, 21 Aralık'ta 14180 lüks olarak elde edilmiştir. Güneş ışığı faktörü değerleri en yüksek değerleri ise, 21 Mart'ta %63, 86, 21 Haziran'da %52, 57, 23 Eylül'de %65, 08, 21 Aralık'ta %63, 86 olarak elde edilmiştir (Şekil 4.52). Mevcut güneş ışığı durum incelemesinde dört mevsimde de güneş ışığı faktörü ve aydınlık seviyelerinin tercih edilen oran ve seviyelerden çok yüksek olduğu görülmüştür.

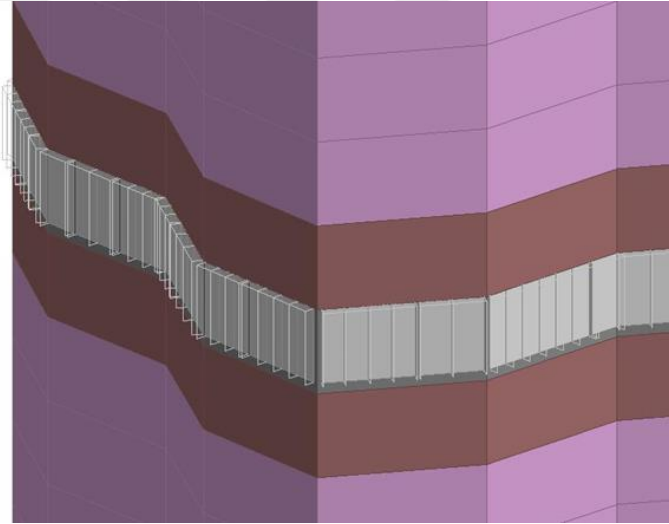


Şekil 4.52 42. kat mevcut durum, gündönümü ve ekinoks günleri saat 16.00'da alınan lüks ve güneş ışığı faktörü cinsinden aydınlanma simülasyonları

Mistral gökdeleninde de Folkart'ta düşey gölgeleme elemanlarının kullanıldığı alternatifte olduğu gibi, lamine 50 cm genişliğinde cam gölgeleme araçları birer metrede bir kullanılmıştır (Şekil 4.53), (Şekil 4.54).

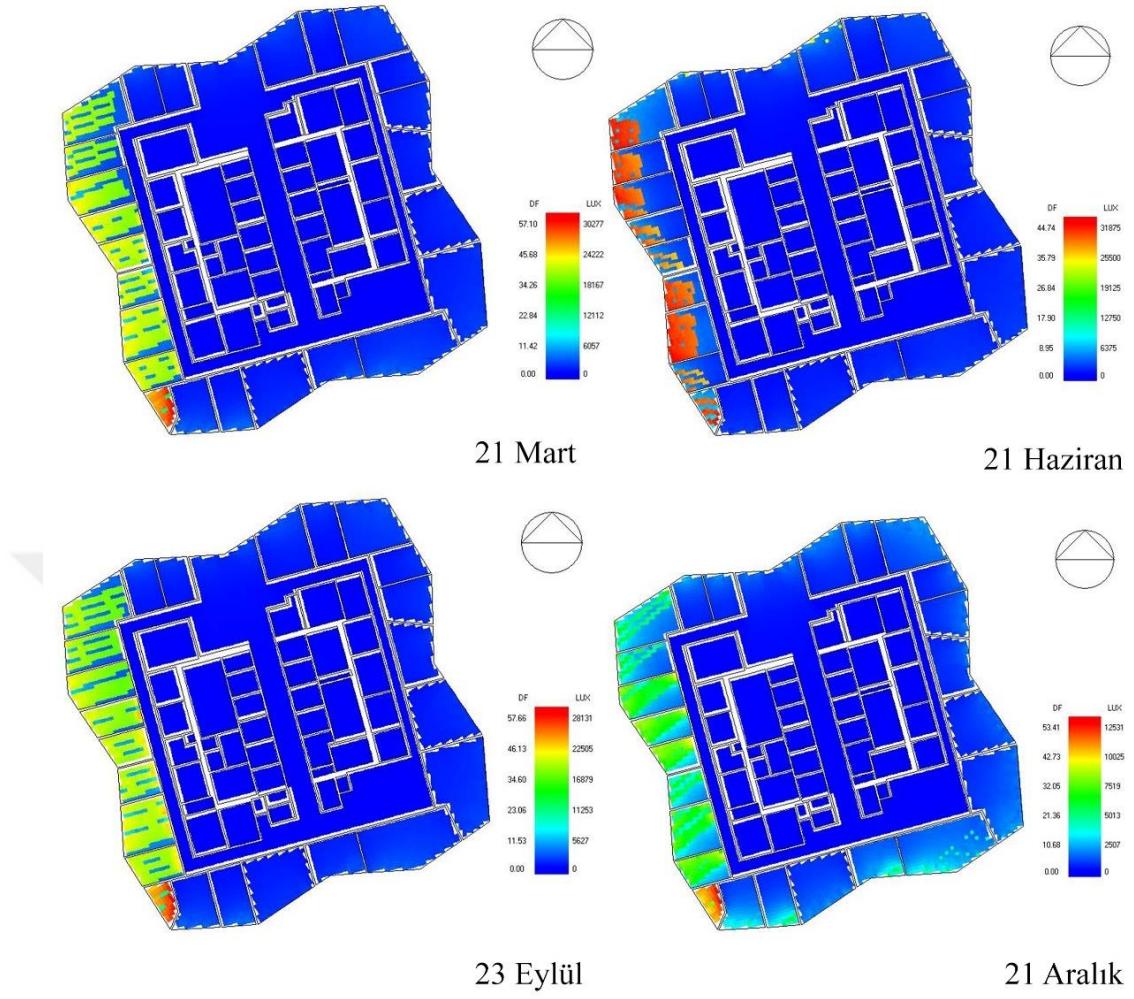


Şekil 4.53 1 metrede bir geçen 50 cm'lik lamine cam düşey elemanlar



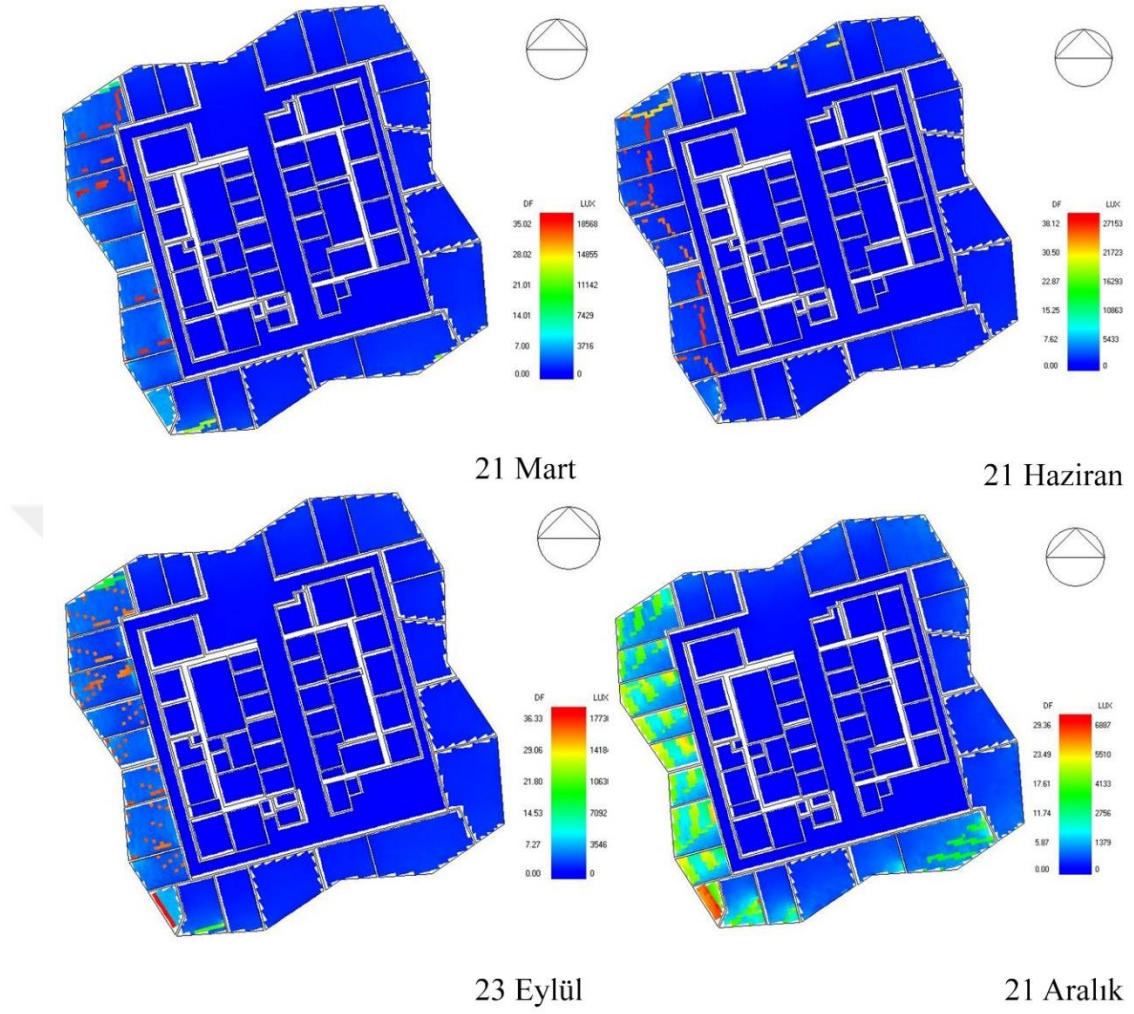
Şekil 4.54 Kullanılan düşey gölgeleme elamanlarının modelde cepheden görünüşü

Mistral 42. kat saat 16:00'da düşey gölgeleme elemanları eklendikten sonra alınan aydınlanma simülasyonlarında, en yüksek değerler 21 Mart'ta 30277 lüks, 21 Haziran'da 31875 lüks, 23 Eylül'de 28131 lüks, 21 Aralık'ta 12531 lüks olarak elde edilmiştir. Güneş ışığı faktörü değerleri en yüksek değerleri ise, 21 Mart'ta %57,10; 21 Haziran'da %44,74, 23 Eylül'de %57,66 ve 21 Aralık'ta %53,41 olarak elde edilmiştir (Şekil 4.55). Bu değerler ile mevcut durum Mistral 49. Kat güneş ışığı statik değerlerine göre 21 Mart ve 21 Aralık bir düşüş ve 21 Haziran 23 Eylül tarihlerinde bir artış görülmüştür.



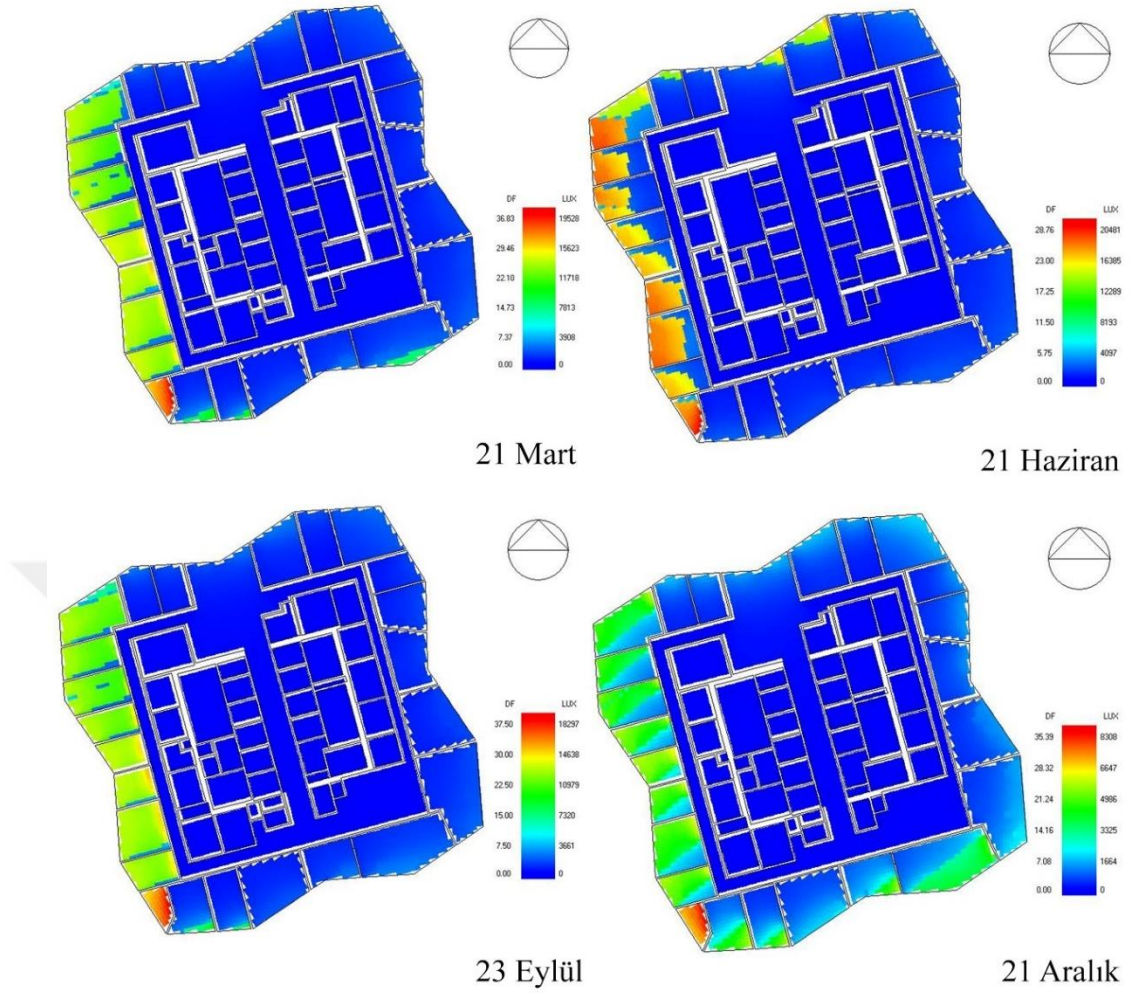
Şekil 4.55 42.kat, düşey gölgeleme elemanları eklendikten sonra, gündönümü ve ekinoks günleri saat 16.00’da alınan lüks ve günışığı faktörü cinsinden aydınlanma simülasyonları

Mistral 42. kat saat 16:00’da yatay gölgeleme elemanları eklendikten sonra alınan aydınlanma simülasyonlarında, en yüksek değerler 21 Mart’ta 18568 lüks, 21 Haziran’da 27153 lüks, 23 Eylül’de 17730 lüks, 21 Aralık’ta 6887 lüks olarak elde edilmiştir. Günışığı faktörü değerleri en yüksek değerleri ise, 21 Mart’ta %35, 02, 21 Haziran’da %38, 12, 23 Eylül’de %36, 33, 21 Aralık’ta %29, 36 olarak elde edilmiştir (Şekil 4.56). Bu değerler ile mevcut durum Mistral 49. Kat günışığı statik değerlerine göre bir düşüş görülmüştür.



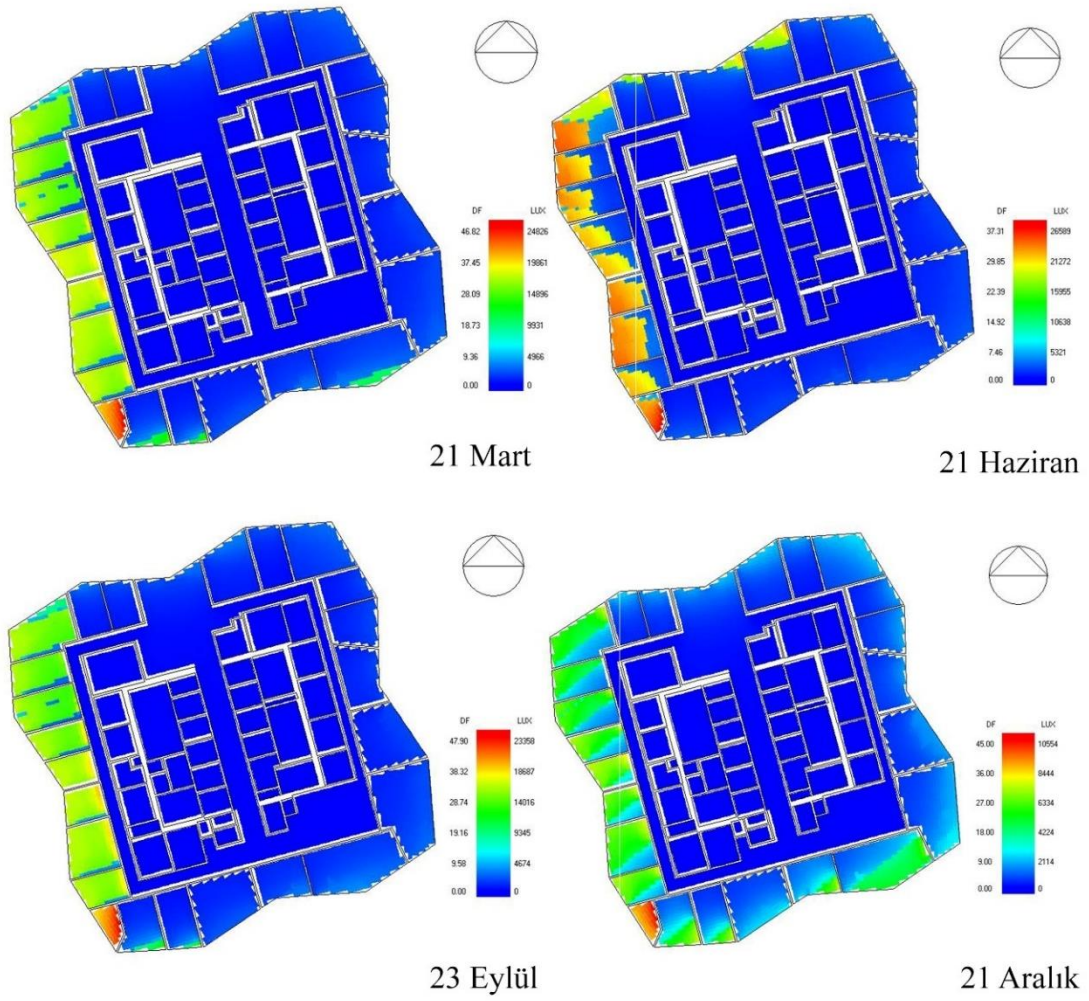
Şekil 4.56 42.kat, yatay gölgeleme elemanları eklendikten sonra, gündönümü ve ekinoks günleri saat 16.00'da alınan lüks ve günışığı faktörü cinsinden aydınlanma simülasyonları

Mistral 42. kat saat 16:00'da üç katmanlı lamine cam eklendikten sonra alınan aydınlanma simülasyonlarında, en yüksek değerler 21 Mart'ta 19528 lüks, 21 Haziran'da 20481 lüks, 23 Eylül'de 18297 lüks, 21 Aralık'ta 8308 lüks olarak elde edilmiştir. Günışığı faktörü değerleri en yüksek değerleri ise, 21 Mart'ta %36,83; 21 Haziran'da %28,76; 23 Eylül'de %37,50 ve 21 Aralık'ta %35,39 olarak elde edilmiştir (Şekil 4.57). Bu değerler ile mevcut durum Mistral 49. Kat günışığı statik değerlerine göre bir düşüş görülmüştür.



Şekil 4.57 42. kat, üç katmanlı lamine cam seçildikten sonra, gündönümü ve ekinoks günleri saat 16.00'da alınan lüks ve günışığı faktörü cinsinden aydınlanma simülasyonları

Mistral 42. kat saat 16:00'da üçlü termokromik cam seçildikten sonra alınan aydınlanma simülasyonlarında, en yüksek değerler 21 Mart'ta 24826 lüks, 21 Haziran'da 26589 lüks, 23 Eylül'de 23358 lüks, 21 Aralık'ta 10554 lüks olarak elde edilmiştir. Günışığı faktörü değerleri en yüksek değerleri ise, 21 Mart'ta %46,82; 21 Haziran'da %37,31; 23 Eylül'de %47,90 ve 21 Aralık'ta %45,00 olarak elde edilmiştir (Şekil 4.58). Bu değerler ile mevcut durum Mistral 49. Kat günışığı statik değerlerine göre bir düşüş görülmüştür.



Şekil 4.58 42. kat, üçlü termokromik cam seçildikten sonra, gündönümü ve ekinoks günleri saat 16.00'da alınan lüks ve günışığı faktörü cinsinden aydınlanma simülasyonları

4.5.2.2 Mistral Ofis Kulesi Dinamik Değerlendirme Sistemleri ile Yapılan İnceleme

Mistral ofis kulesinin mevcut durum değerlendirmesi dinamik sistemlerle yapıldıktan sonra oluşturulan alternatif senaryolarda düşey ve yatay gölgeleme elemanları eklenmiş hali, üçlü lamine ve termokromik cam seçilmiş hali dinamik değerlendirme sistemleriyle değerlendirilmiştir.

Oluşturulan alternatif senaryolarda, Folkart kulesinde olduğu gibi kullanılan cam çeşidinin ışık geçirgenliği arttıkça, yıllık günışığı aşım miktarı (ASE) nın arttığı görülmüştür. Kullanılan gölgeleme elemanları aynı şekilde ASE uygun aralığını

artırmaktadır. ASE maruz kalan alanın en fazla olduğu alternatif Folkart kulesinde olduğu gibi, üçlü lamine cam kullanılan ve yatay gölgeleme elemanlarının birlikte kullanıldığı alternatifte görsel konforun en yüksek seviyede olması beklenmektedir. Mistral ofis kulesinde Folkart kulesine göre mevcut durumda ve her alternatif senaryoda daha yüksek yıllık ASE uygun alanı sağlanmıştır (Tablo 4.9).

Tablo 4.9 Mistral gökdeleninin günışığı analizinde kullanılan alternatiflere göre ASE değerleri.

Simülasyonda Kullanılan Senaryolar Mistral	Kat Alanı (m ²)	ASE Sınırları içerisindeki alan (m ²)	ASE Sınırları içerisindeki alanın oranı (%)
MEVCUT DURUM	890.098	477.277	53.7
DÜŞEY GÖLGELEME	890.098	493.603	56.1
YATAY GÖLGELEME	890.098	644.663	72.4
ÜÇLÜ LAMİNE	890.098	513.338	57.7
ÜÇLÜ TERMOKROMİK	890.098	495.105	55.6

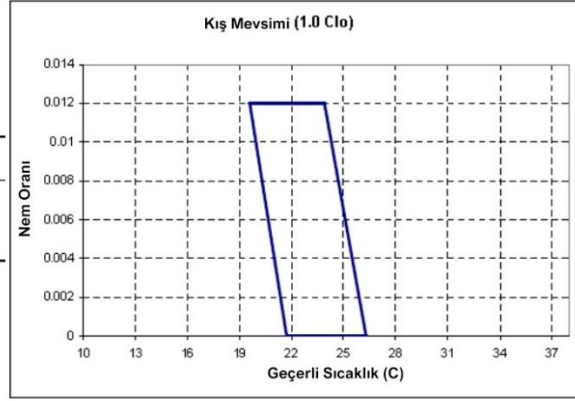
4.6 Mistral Ofis Kulesi ve Folkart A Kulesi Isıl Konfor Değerlendirmeleri

Vücuttan ısı dağılımını ve dolayısıyla ısı konforu etkileyen çevresel değişkenler, hava sıcaklığı, havanın hareketi, nem oranı ve güneş ışıını gibi etkilere bağlıdır (Szokolay, 2008).

Isıl konfor değerlendirmeleri DesignBuilder programı konforsuzluk saatleri simülasyonu aracılığı ile elde edilen bilgiler doğrultusunda yapılmıştır. Rahatsızlık saati verileri, nem oranının ve çalışma sıcaklığının ASHRAE Standardı 55-2004'te gösterilen bölge içinde olup olmadığına dayanmaktadır. Bu çıktılar için çalışma sıcaklığı, hava sıcaklığının ve ortalama radyan sıcaklığın ortalaması olacak şekilde basitleştirilir. Yaz için 0,5 Clo seviyesi, kış için ise 1,0 Clo seviyesi kullanılmaktadır (Şekil 4.59), (Şekil 4.60).

Ğış Kıyafeti Dönemi

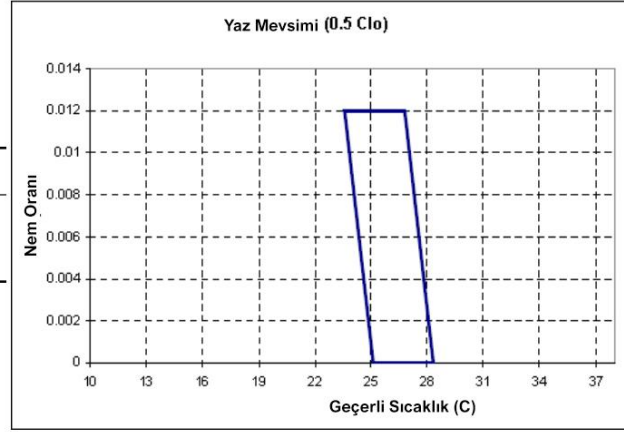
Hava Sıcaklığı (C)	Nem Oranı
19.6	0.012
23.9	0.012
26.3	0.000
21.7	0.000



Şekil 4.59 Kış kıyafeti konforlu alan dönemi Ashrae standardına göre gösterimi (Designbuilder, bt)

Yaz Kıyafeti Dönemi

Hava Sıcaklığı (C)	Nem Oranı
23.6	0.012
26.8	0.012
28.3	0.000
25.1	0.000



Şekil 4.60 Yaz kıyafeti konforlu alan dönemi Ashrae standardına göre gösterimi (Designbuilder, bt)

Tablo 4.10'daki açıklanan alternatif senaryolar halinde Designbuilder'da konfor simülasyonları hazırlanmış ve çıkan tablolar yorumlanmıştır.

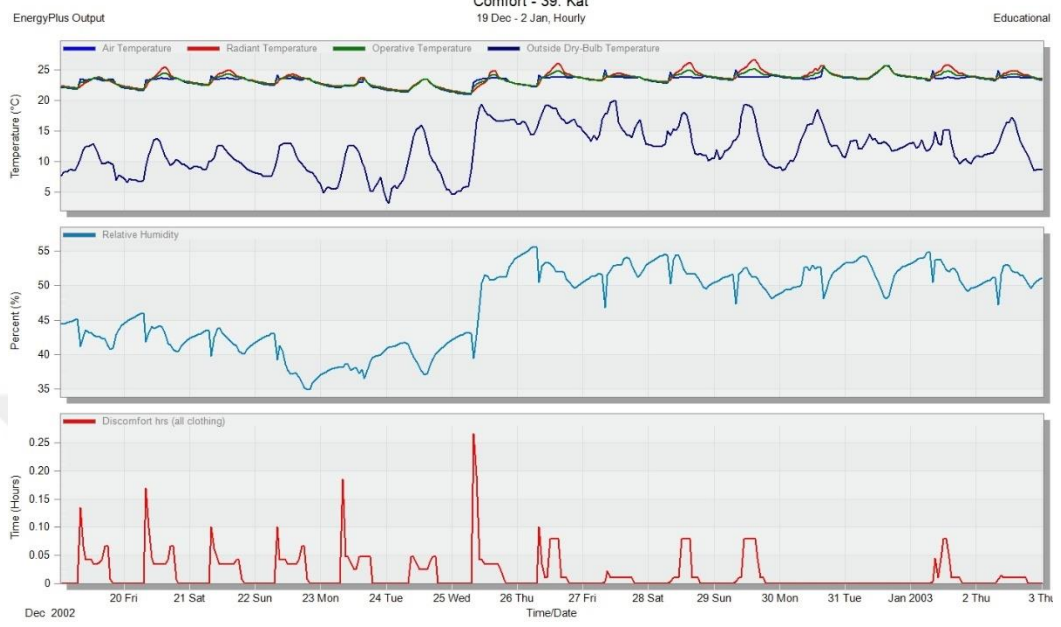
Tablo 4.10 Simülasyonlar için oluşturulan alternatif senaryolar ve açıklamaları

Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3	Alternatif 4
Düşey gölgeleme elemanları	Yatay gölgeleme elemanları	Üç katmanlı lamine cam kullanımı	Termokromik cam kullanımı

Folkart A kulesi mevcut durum konforsuzluk saatleri analizinde 25 Aralık tarihlerinde konforsuz saatler 0.25 e yükselerek en yüksek halini almıştır. 30 ve 31 Aralık tarihlerinde ise konforsuz saati yaşanmadığı en düşük değerler elde edilmiştir. Bağıl nem değerlerinin 22-25 Aralık ve 29-31 Aralık tarihlerinde düştüğü görülmüştür. Hava sıcaklığı, ısıma sıcaklığı ve operatif sıcaklığının 24 ve 31 Aralık tarihlerinde

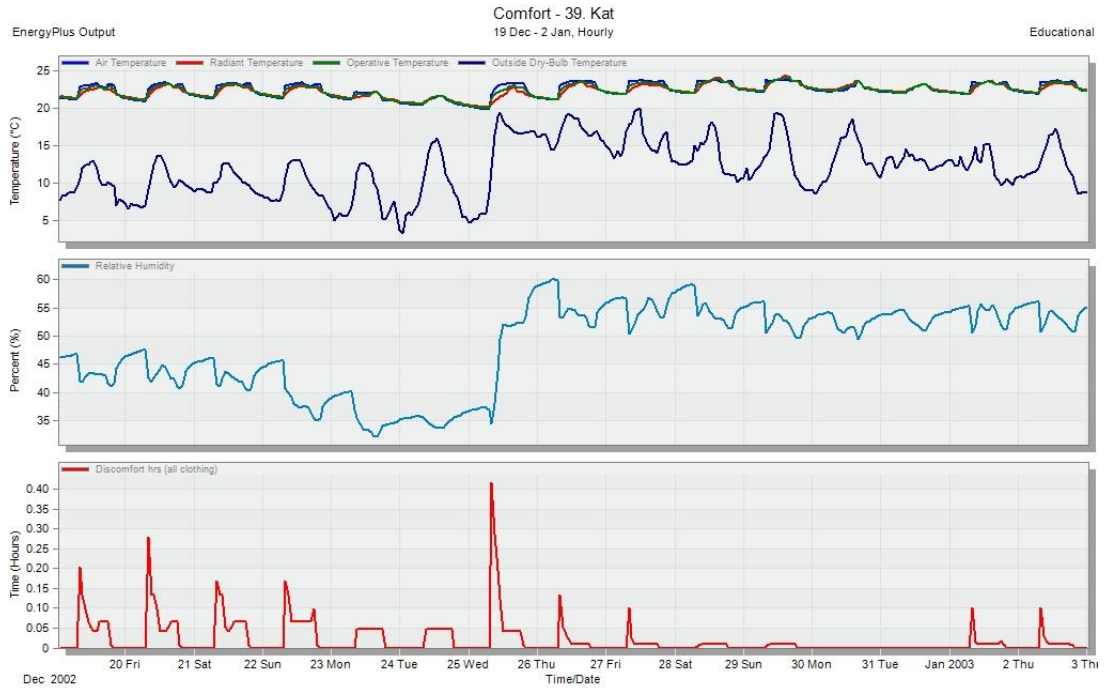
düştüğü görülmüştür. Bu tarihlerde aynı zamanda bağıl nem artışı olmuştur (Tablo 4.11).

Tablo 4.11 Folkart A Kulesi ölçüm yapılan tarihler arasındaki durum konforsuzluk saatleri



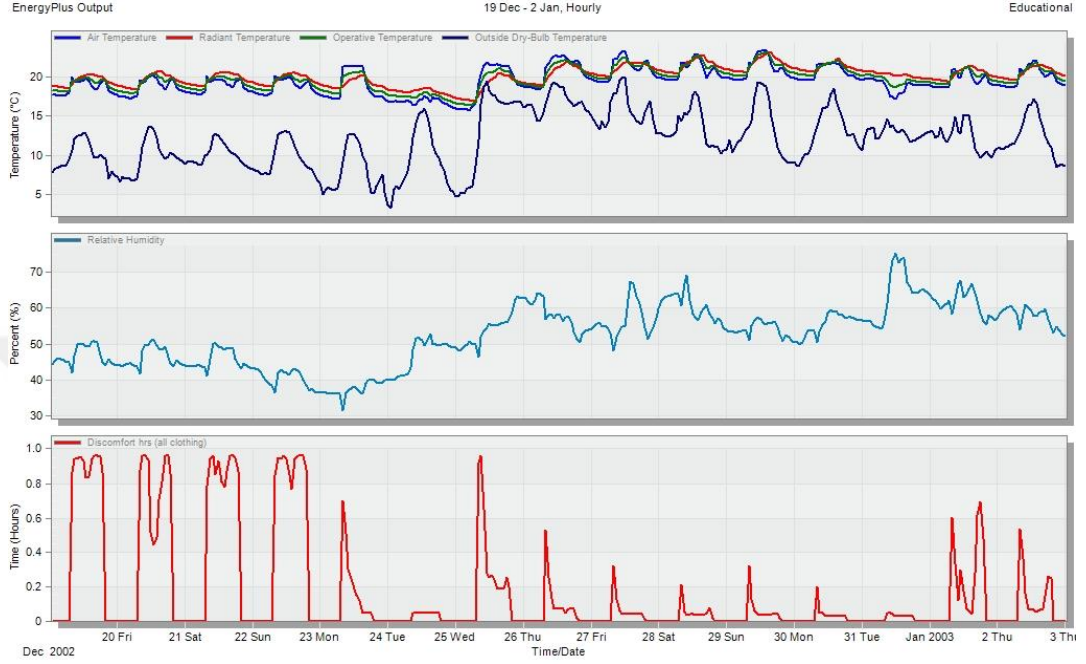
Düşey gölgeleme elemanlarının kullanıldığı alternatif 1’de bağıl nem değerlerinin ve dış mekân sıcaklığının ani artış gösterdiği 25 Aralık tarihinde konforsuzluk saatleri 0.40’a ulaşarak en yüksek halini almıştır (Tablo 4.12).

Tablo 4.12 Folkart A Kulesi Alternatif 1, Ölçüm yapılan tarihler arasındaki konforsuzluk saatleri



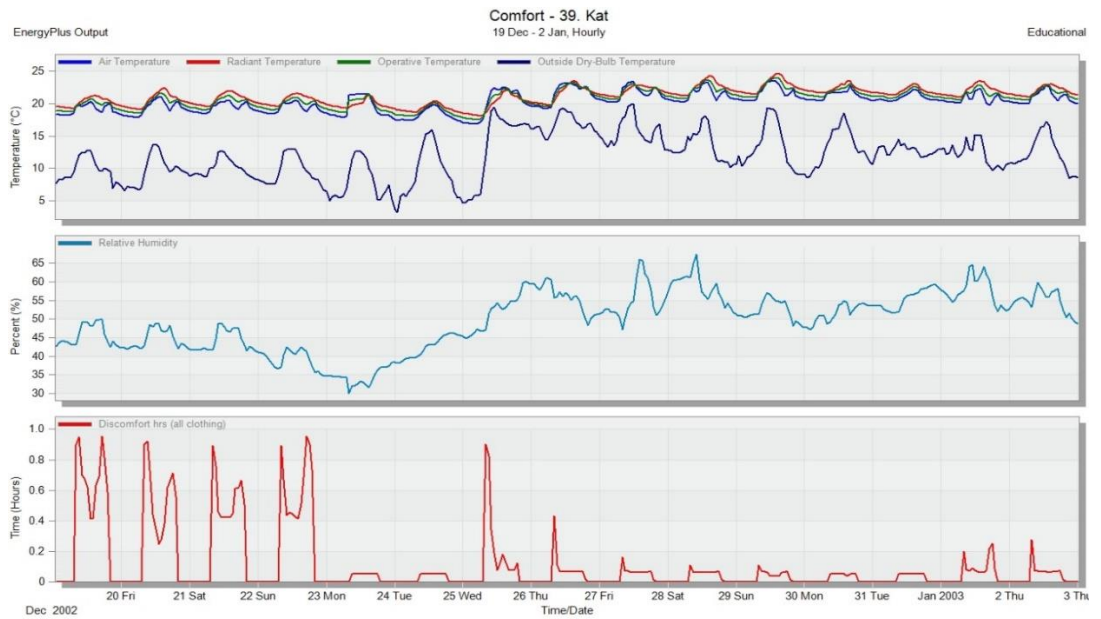
Yatay Gölgeleme elemanlarının kullanıldığı Alternatif 2’de 19, 20, 21, 22 ve 25 Aralık tarihlerinde ısıl konforsuzluk saati değerleri 1.00’e yaklaşarak en yüksek halini almıştır. (Tablo 4.13).

Tablo 4.13 Folkart A Kulesi Alternatif 2, ölçüm yapılan tarihler arasındaki konforsuzluk saatleri



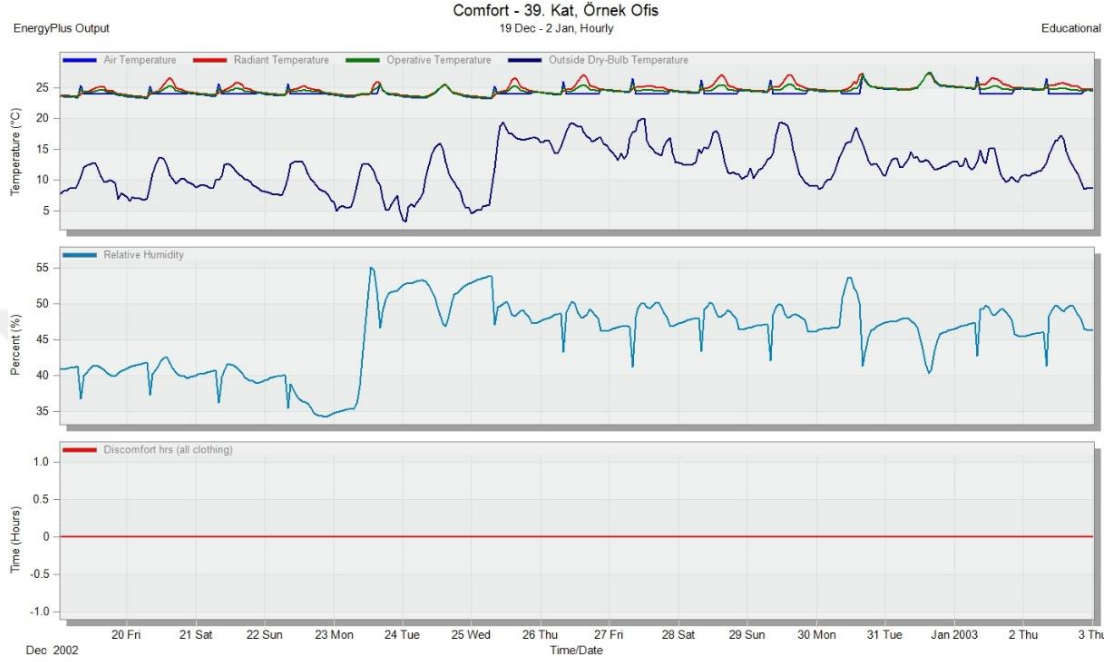
Alternatif 3’te bağıl nem ve dış mekân sıcaklığının düşük olduğu 19, 20, 21, 22 Aralık ve ani bağıl nem ve sıcaklık artışı yaşanan 25 Aralık tarihlerinde en yüksek konforsuzluk saatlerine ulaşılmıştır (Tablo 4.14).

Tablo 4.14 Folkart A Kulesi Alternatif 3, ölçüm yapılan tarihler arasındaki konforsuzluk saatleri



Termokromik camın kullanıldığı Alternatif 4’te ise cam özelliği sayesinde sıcaklık değişimlerine uyumlanarak iç mekân sıcaklığının düzenlediğinden konforsuzluk saati bulunmamaktadır (Tablo 4.15).

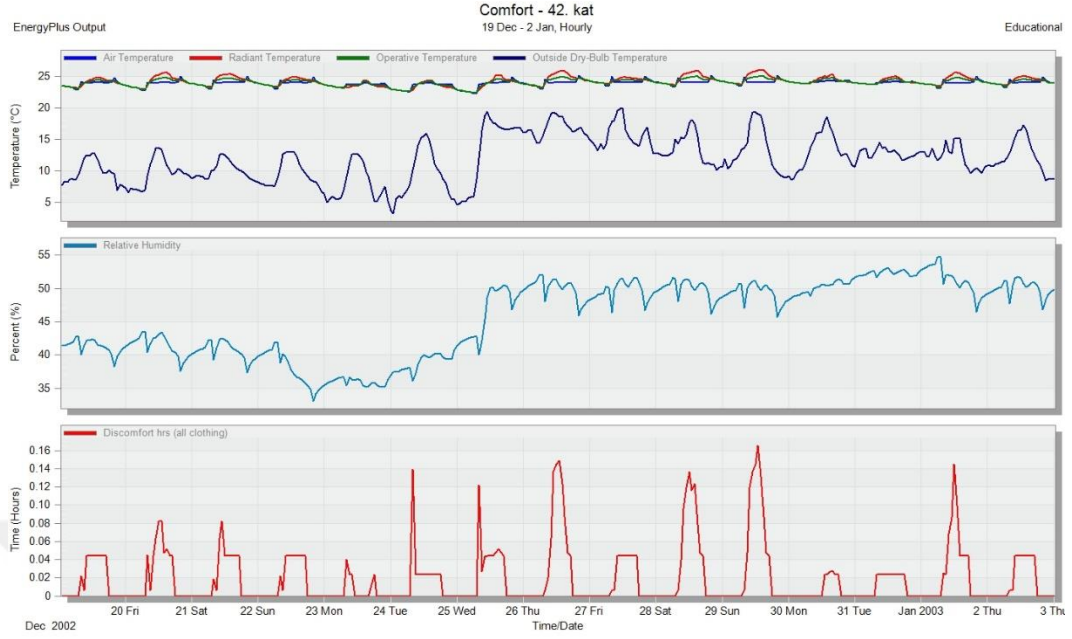
Tablo 4.15 Folkart A Kulesi Alternatif 4, ölçüm yapılan tarihler arasındaki konforsuzluk saatleri



Isıl konfor analizlerinde dış mekân sıcaklık düşüşü ve bağıl nem ani artışı olduğu zamanlarda konforsuzluk saatlerinin artışı görülmüştür. Konforsuz saatler en yüksek değerleri yatay gölgeleme elemanlarının kullanıldığı alternatif 2 ve üç katmanlı lamine camın kullanıldığı alternatif 3’te görülmüştür. En düşük konforsuzluk saati değerleri ise, konforsuzluk saatinin yaşanmadığı termokromik camın kullanıldığı alternatif 4’te elde edilmiştir. Dışarıdan monteli gölgeleme elemanlarının iç mekân ısı geçişini azaltması kış mevsiminde yapılan ölçümlerin baz alındığı tarihler için oluşturulan alternatif senaryolarda ısı konfor açısından etkin bir çözüm üretmemesine sebep olmuştur.

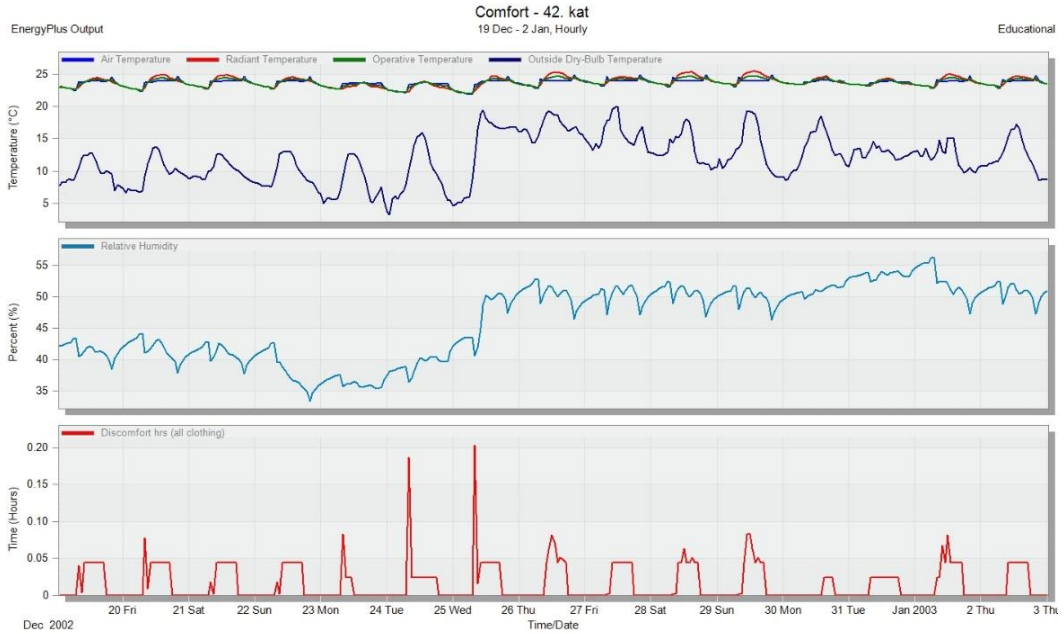
Mistral ofis kulesi mevcut durum konforsuzluk saatleri analizinde 26, 29 Aralık ve 1 Ocak tarihlerinde konforsuz saatler 0.14 - 0.16 değerlerine yükselerek en yüksek halini almıştır. 31 Aralık ve 1 Ocak tarihlerinde en düşük değerlerini almıştır. Bu tarihlerde bağıl nemin %50 civarında kaldığı ve dış mekan sıcaklıklarının 15 derece civarında sabit kaldığı görülmüştür (Tablo 4.16).

Tablo 4.16 Mistral ofis kulesi mevcut durum, ölçüm yapılan tarihler arasındaki konforsuzluk saatleri



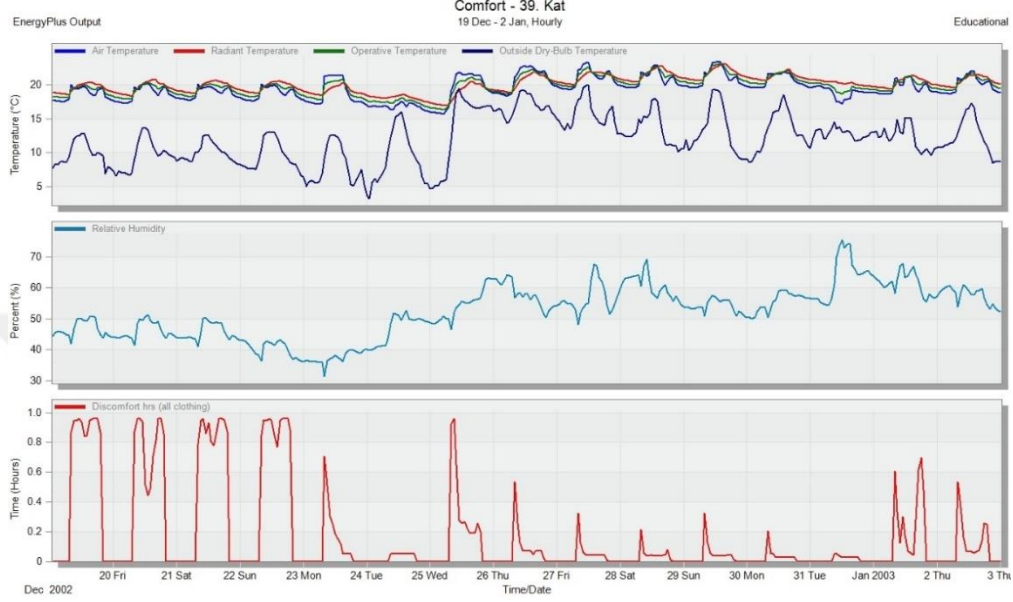
Düşey gölgeleme elemanlarının kullanıldığı alternatif 1’de bağıl nem değerlerinin ve dış mekân sıcaklığının ani artış gösterdiği 24 ve 25 Aralık tarihlerinde konforsuzluk saatleri 0.20’ ye ulaşarak en yüksek halini almıştır (Tablo 4.17).

Tablo 4.17 Mistral ofis kulesi alternatif 1, ölçüm yapılan tarihler arasındaki konforsuzluk saatleri



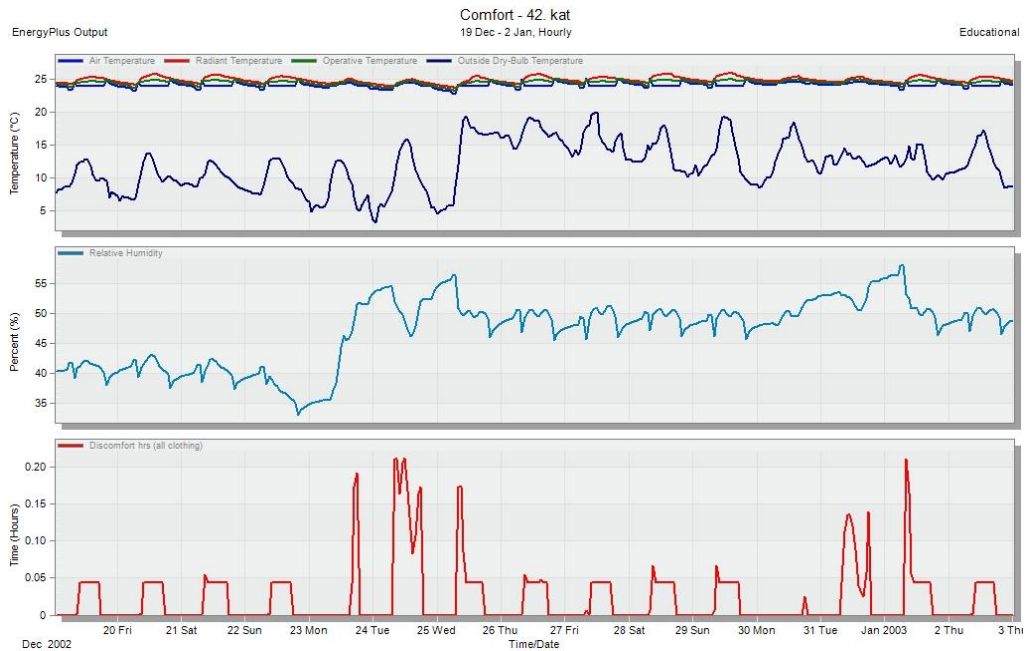
Yatay gölgeleme elemanlarının kullanıldığı Alternatif 2’de 19-22 Aralık tarihleri arası ve 25 Aralık taridinde 1.00’ yaklaşan değerleri ile konforsuzluk saatleri en yüksek halini almıştır (Tablo 4.18).

Tablo 4.18 Mistral ofis kulesi alternatif 2, ölçüm yapılan tarihler arasındaki konforsuzluk saatleri



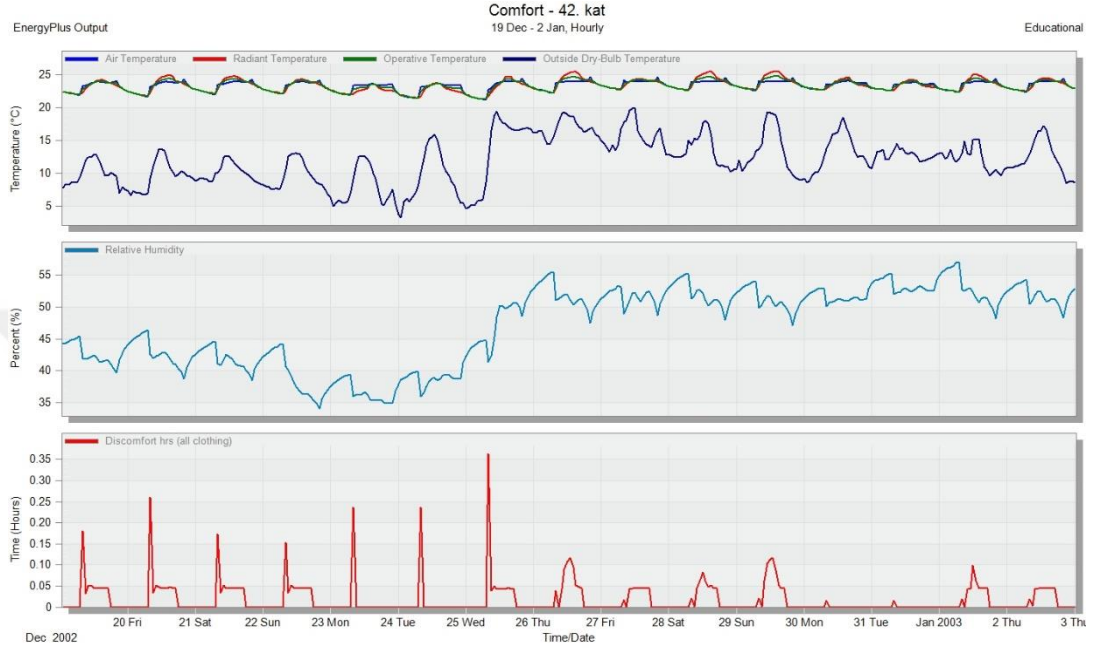
Üçlü lamine cam çeşidinin kullanıldığı alternatif 3’te bağıl nem ve dış mekân sıcaklıklarının hızlı bir artış gösterdiği 23, 24, 25 Aralık ve 1 Ocak tarihlerinde 0.20 civarında en yüksek konforsuzluk saatleri değerlerine ulaşılmıştır (Tablo 4.19).

Tablo 4.19 Mistral ofis kulesi alternatif 3, ölçüm yapılan tarihler arasındaki konforsuzluk saatleri



Termokromik camın kullanıldığı Alternatif 4’te ise cam özelliği sayesinde sıcaklık değişimlerine uyumlanarak iç mekân sıcaklığının düzenlediğinden konforsuzluk saati bulunmamaktadır (Tablo 4.20).

Tablo 4.20 Mistral ofis kulesi alternatif 4, ölçüm yapılan tarihler arasındaki konforsuzluk saatleri



Isıl konfor analizlerinde dış mekân sıcaklık ve bağıl nem farkının fazla olduğu veya ani sıcaklık düşüşü ve bağıl nem ani artışı olduğu zamanlarda konforsuzluk saatlerinin arttığı görülmüştür. Termokromik cam çeşidinin kullanıldığı alternatif 4’te en yüksek konforsuzluk saatlerinin en çok yaşandığı zaman dilimi 0,35 ile 25 aralık olmuştur. Konforsuz saatlerin en çok yaşandığı zaman dilimi yatay gölgeleme elemanlarının kullanıldığı alternatif 2’de elde edilmiştir. En düşük konforsuzluk saati değerleri ise, mevcut durumdadır.

Isıl konfor analizlerinde Mistral ofis kulesinin ölçüm yapılan 19 Aralık 2020- 2 Ocak 2021 tarih aralığında kış kıyafet dönemi için yapılan analizde Folkart A kulesine göre ısı konfor açısından daha elverişli bir ortam sunduğu görülmüştür. Isıl konfor açısından en elverişli sonuç her iki gökdelende de termokromik camın kullanıldığı alternatifte elde edilmiştir. Gölgeleme elemanları kış dönemi için ısı konfor açısından elverişsiz bir sonuç doğurmuştur. Cam çeşitlerinin özelliklerinden faydalanılarak

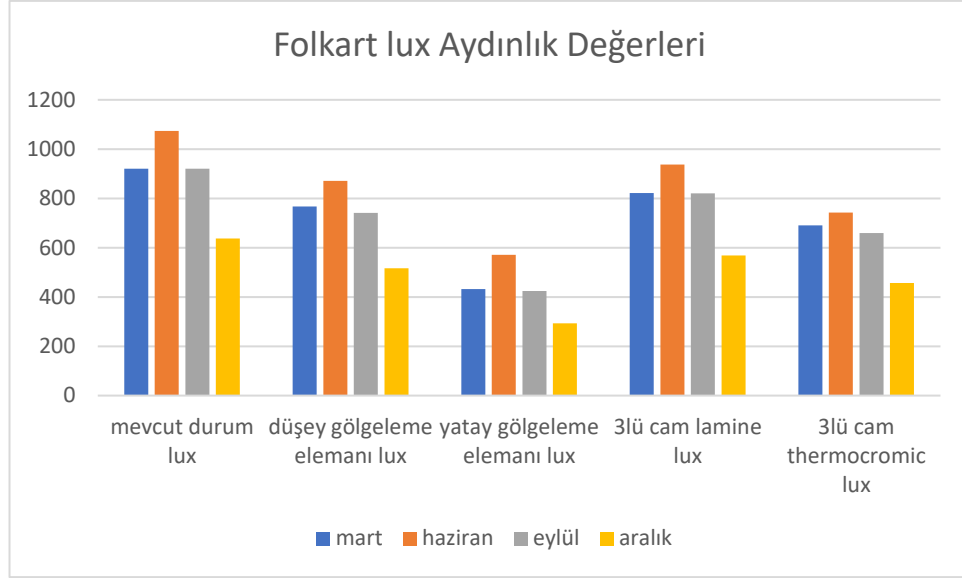
oluşturulan alternatiflerde ısı konfor açısından olumlu bir sonuç elde edilmiştir (Tablo. 4.21).

Tablo 4.21 Folkart ve Mistral gökdelenini mevcut durum ve oluşturulan alternatiflere göre ısı konfor karşılaştırılması

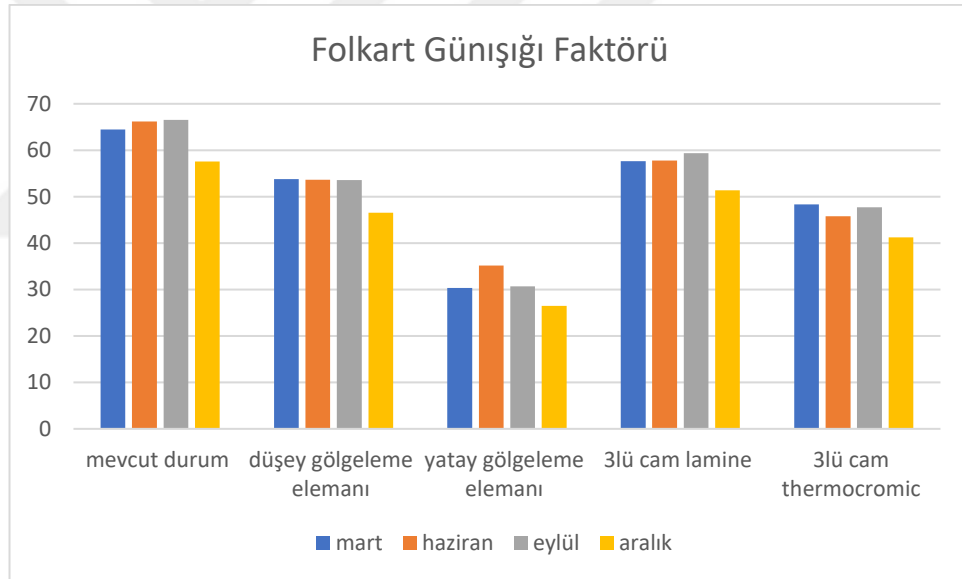
Alternatif Senaryolar	Folkart Toplam Konforsuzluk Saatleri (19 Aralık- 2 Ocak tarihleri arası)	Mistral Toplam Konforsuzluk Saatleri (19 Aralık- 2 Ocak tarihleri arası)
Mevcut Durum	0.25	0.13
Alternatif 1	0.28	0.1
Alternatif 2	2.74	1.87
Alternatif 3	2.53	0.36
Alternatif 4	0	0.08

4.7 Mistral Ofis Kulesi ve Folkart A Kulesi Görsel Konfor Değerlendirmeleri

Simülasyon modelinde öncelikle DF ölçüm sistemi kullanılarak, farklı gölgeleme elemanı ve cam tipi seçiminden oluşturulan senaryolar günışığı faktörü ve aydınlık değerleri bakımından karşılaştırılmış, hangi senaryoda binada görsel konfor yönünden en etkin sonucun elde edildiği incelenmiştir. DF ve aydınlık seviyeleri, yıllık bazda veri elde edebilmek için, binanın bulunduğu konum ve dört mevsim içinde seçilen gün dönümü ve ekinoks günleri üzerinden yapılmıştır. Mevcut durumda en yüksek olan ve kamaşma gibi görsel konfor rahatsızlığına neden olması kaçınılmaz olan değerler, alternatifler doğrultusunda üçlü lamine cam, termokromik cam, düşey gölgeleme elemanları ve yatay gölgeleme elemanları tek senaryo olarak kullanıldığında azalmış, en düşük ve konfor koşulları arasında kalan değerlerine yatay gölgeleme elemanları kullanılan senaryoda ulaşmıştır (Şekil 4.61), (Şekil 4.62).

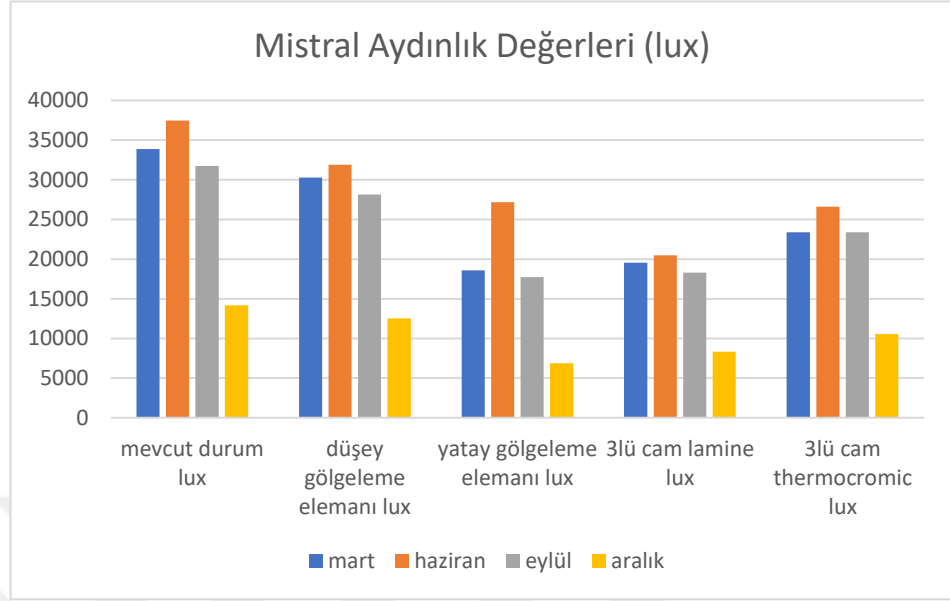


Şekil 4.61 Folkart gökdeleni DB modelinde seçilen senaryoların aydınlık değerlerinin luks cinsinden karşılaştırılması

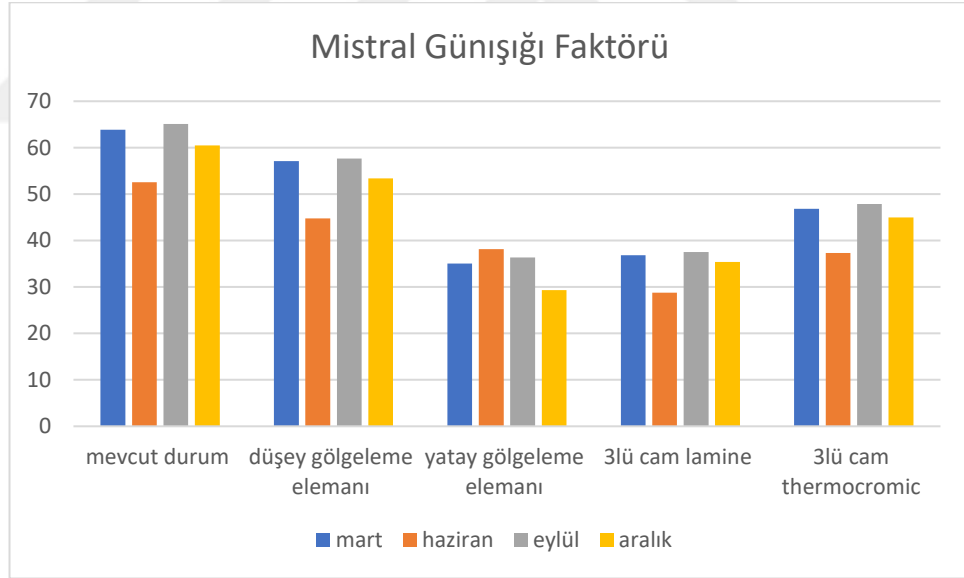


Şekil 4.62 Folkart gökdeleni DB modelinde seçilen senaryoların güneşli faktörü cinsinden karşılaştırılması

Mistral gökdeleni 42. kat için alınan radiance simülasyonlarında luks cinsinden değerler ve güneşli faktörü değerleri, mevcut durumda en yüksek yatay gölgeleme elemanlarının kullanıldığı alternatifte en düşük halini almıştır. Cam çeşitleri arasında yapılan karşılaştırmada ise üçlü lamine cam çeşidinin kullanıldığı alternatifte daha düşük değerler elde edilmiştir. Mistral gökdeleninde yatay gölgeleme elemanları kullanımı ve üç katmanlı lamine cam kullanımı ile görsel konfor açısından daha elverişli bir tasarım mümkün olabilmektedir (Şekil 4.63), (Şekil 4.64).



Şekil 4.63 Mistral gökdeleni DB modelinde seçilen senaryoların aydınlık değerlerinin luks cinsinden karşılaştırılması



Şekil 4.64 Mistral gökdeleni DB modelinde seçilen senaryoların güneşli faktörü cinsinden karşılaştırılması

Simülasyon modelinde ikinci olarak UDI dinamik güneşli ölçüm sistemi kullanılarak, farklı gölgeleme elemanı ve cam tipi seçiminden oluşturulan senaryolar karşılaştırılmış, hangi senaryoda binada görsel konfor yönünden en etkin sonucun elde edildiği incelenmiştir. Simülasyonlarda ofis çalışma saatleri 8.00-19.00 aralığı olarak belirlenmiş, yıllık toplam 3120 çalışma saati üzerinden değerlendirmeler yapılmıştır

(Tablo 4.22). 935.136 m² toplam kat alanının 3120 çalışma saati üzerinden, ne kadarının 500-2000 lüks uygun aralığında kaldığını ve kat alanı üzerinden bu uygun aydınlanmaya maruz kalan alanın yüzdesel ifadesini göstermektedir. Sonuçlar DF ölçüm sistemi ile yapılan değerlendirmelere paralellik göstermektedir. Mevcut durumda sınırın dışında kalan alan fazla iken bu alan gölgeleme elemanları ve farklı cam çeşitleri kullanıldığında düşmüştür ve en konforlu halini yatay gölgeleme elemanları kullanıldığında almıştır.

Tablo 4.22 UDI ölçüm sistemi üzerinden farklı alternatiflerin karşılaştırılması.

Simülasyonda Kullanılan Senaryolar	Kat Alanı (m ²)	UDI Sınırları İçerisindeki Alan (m ²)	UDI Sınırları İçerisindeki Alanın Oranı (%)
YATAY GÖLGELEME	936.260	136.146	14.541
DÜŞEY GÖLGELEME	935.136	175.147	18.730
MEVCUT DURUM	935.136	189.355	20.249
ÜÇLÜ LAMİNE	935.136	173.191	18.520
ÜÇLÜ TERMOKROMİK	935.136	162.812	17.411

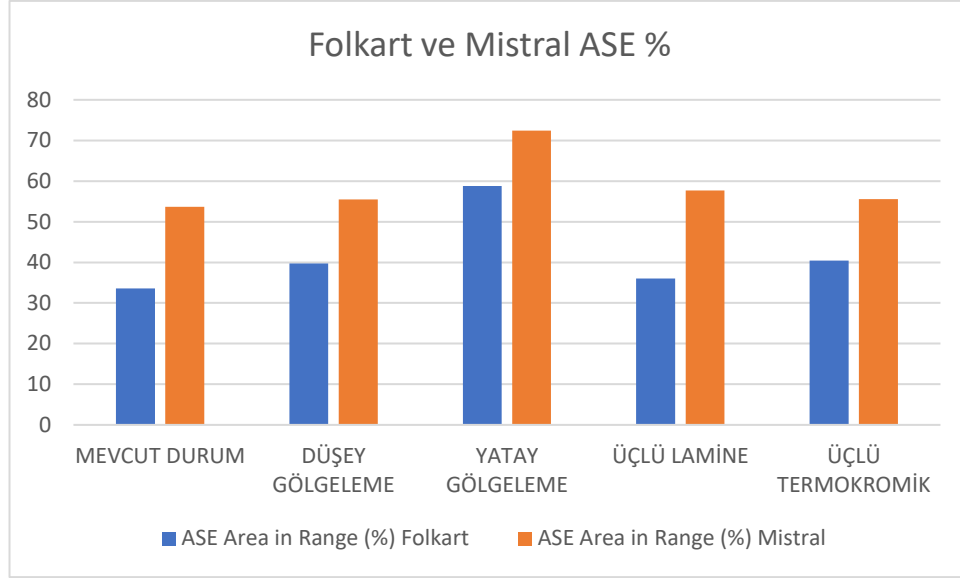
Günümüzde enerji tüketimini azaltmaya ve görsel konforun sağlanmasına yönelik daha detaylı çözüm arayışları teknolojinin ilerlemesi ile çeşitlenmiştir. Statik değerlendirme yöntemlerinin tasarım süreçleri içerisinde konsept ve erken tasarım aşamasında yapıya dair kararların verilmesi amacıyla kullanıldıkları görülmektedir. Enerji etkin tasarım, direkt güneşiğine bağlı görsel konforsuzluğun giderilmesi amacı ile güneş kontrol elemanlarının tasarlanması, yapay aydınlatmaya dair kontrol otomasyon sistemlerinin oluşturulması gibi ön ve detay tasarım evresinde alınan kararların daha çok iklime dayalı dinamik değerlendirme yöntemleri ile analiz edildiği görülmektedir. Bu tezde de Mistral ve Folkart gökdelenlerinin görsel konfor bakımından iyileştirilmeleri için getirilen öneriler dinamik simülasyon yazılımları yardımıyla geliştirilmiştir

Tablo 4.23, Folkart ve Mistral gökdelenlerinin değerlendirme yapılan katlarında mevcut durum ve alternatif senaryolara göre ASE değerleri karşılaştırmasını göstermektedir. Karşılaştırmaya göre, Mistral’de ASE değerleri mevcut durum ve her alternatifte daha yüksek değerler göstermektedir. Bu karşılaştırmadan Mistral’in iç mekânda görsel konfor bakımından Folkart’a göre daha elverişli olduğunu görmekteyiz. Her iki gökdeleninde de dışarıdan gölgeleme elemanı bulunmamasının yanı sıra lamine çift cam kullanılmıştır. Camların görünür ışık geçirgenliği oranları Folkart’ta % 43 ve Mistral’de %50’dir. Mistral’de ışık yansıtıcılığı dışarıdan %18 içeriden %11, Folkart’ta ise dışarıdan %31,8 ve içeriye %15,5’tir. Görünür ışık geçirgenliğinin Mistral’de daha fazla olması ve ışık yansıtıcılığının Folkart’ta daha fazla olması, kamaşma problemi ile ilişkili olan ASE konfor alanının Mistral’de daha fazla olmasına neden olmuştur.

Tablo 4.23 Folkart ve Mistral gökdelenlerinin günışığı analizinde kullanılan alternatiflere göre ASE değerleri

Simülasyonda Kullanılan Senaryolar Folkart ve Mistral	ASE Sınırları İçerisindeki Alan (%) Folkart	ASE Sınırları İçerisindeki Alan (%) Mistral
MEVCUT DURUM	33.612	53.7
DÜŞEY GÖLGELEME	39.7	57.0
YATAY GÖLGELEME	58.818	72.937
ÜÇLÜ LAMİNE	35.992	57.7
ÜÇLÜ TERMOKROMİK	40.423	55.6

Şekil 4.65’e göre Mistral gökdeleninde ASE değerleri ve buna bağlı olarak görsel konfor alanları daha yüksekken, bu değerler, cam çeşidi ve gölgeleme elemanlarının değiştirildiği alternatif senaryolarda her iki gökdeleninde de paralel bir artış göstermiştir. Yatay gölgeleme elemanları her iki gökdeleninde de düşey gölgeleme elemanlarına göre daha etkili bir çözüm getirmiştir.



Şekil 4.65 Folkart ve Mistral gökdelenlerinin kullanılan alternatiflere göre ASE değerleri karşılaştırılması

Üçlü lamine cam Mistral’de termokromik cama göre daha etkili bir görsel konfor sonucu getirirken, Folkart’ta termokromik cam üçlü lamine cama göre daha etkili bir sonuç getirmiştir. Bunu camların geçirgenlik ve yansıtma özelliklerinin farklı oranda değişmesine bağlamaktayız. Her iki gökdelelede kullanılan termokromik cam katmanının ışık geçirgenliği %20 yansıtıcılığı içeri de dışarı %45 olmasına rağmen Mistral’de lamine cam katmanı görünür ışık geçirgenliği %56 ve Folkart’ta ışık geçirgenliği %43 ve %86 olan iki farklı katman kullanılmıştır. Görünür ışık geçirgenliğinin artması Folkart’ta üçlü lamine seçimine göre termokromik cam çeşidinde daha fazla konfor alanı oluşturulmasını sağlamıştır. Camların ışık geçirme ve yansıtma yüzdelerinin ASE değerleri üzerinde neredeyse gölgeleme elemanı uygulanması kadar etkili olduğu görülmüştür.

BÖLÜM BEŞ

SONUÇ

Gökdelenlerin gelişim sürecinde iskelet sistemin gelişimi, asansörün bulunması ve ekonomik nedenler önemli rol oynamıştır. Gökdelenler, gayrimenkulün spekülasyon, teknolojik gelişmeler ve mimari deneyleri içeren simyasal bir karışımıdır (Höweler, 2003). Ortaya çıkan mimari problemlerin en aza indirgenmesi bu tipolojideki binaların iyileştirilmesine ve daha kullanışlı gökdelenlerin yapılmasına katkıda bulunmaktadır. Yapılan incelemelerde kamaşma problemi ısı ve görsel konfor gibi problemlerin sıkça yaşandığı bu binalarda günışığı kontrolünün önemli olduğu saptanmıştır. Bünyesinde konut, ticari alan, ofis, spor alanı gibi pek çok faaliyet barındıran gökdelenlerin, bu aktivitelerin amacına uygun günışığı kontrolü sağlanması ve kullanıcılara görsel konforun sağlanması önemlidir ve gökdelenlerde alan uygun bu kontrolün ve konforun sağlanması gökdelenlerin gelişimine katkısı olmaktadır. Bu bağlamda İzmir, Bayraklı'daki binalar incelenmiş ve örnek olarak Folkart kulesinde ve Mistral ofis kulesinde bir ofisin ve bulunduğu katların günışığı kullanımı simülasyonlar aracılığıyla ölçülüp değerlendirilmiş ve farklı senaryolarla iyileştirilmesi için öneriler getirilmiştir.

Günışığı alan bir alanın bir yıllık süre boyunca değerlendirilmesine yardımcı bazı metrikler geliştirilmiştir. Yıllık güneş ışığı alımı (ASE), potansiyel bir görsel rahatsızlık kaynağı olan doğrudan güneş ışığı alımına bakarak günışığı analizine ikinci bir boyut sağlayan bu metriklerden biridir. Yılda belirli bir saatten fazla belirli bir doğrudan güneş ışığı aydınlatma seviyesini aşımını ve bu eşik değeri altında kalan bir analiz alanının yüzdesini vermektedir. ASE analizi için bu çalışmada ayarlar, IES standartlarında önerildiği şekilde yılda 250 saatten fazla bir süre boyunca 1000 lüksten fazla doğrudan güneş ışığına maruz kalan alanı tespit edecek şekilde belirlenmiştir. ASE değerleri, öncelikle iki gökdelenin de gölgelik kullanılmayan mevcut durumu için bulunmuştur, daha sonra farklı gölgeleme elemanları ve cam çeşitleri kullanılacak tekrar analiz yapılmıştır. Mevcut durumda ve tüm durumlarda ASE eşik değeri altında kalan konfor alanı Mistral gökdeleninde ölçüm yapılan katta daha fazla karşılanmıştır.

Folkart gökdeleninde ise ona yakın değerler elde edilmiş ve aynı şekilde oluşturulan alternatif durumlarda paralel bir konfor alanı artışı olmuştur.

Yaklaşık olarak aynı coğrafi ve iklim koşulunda bulunan ve çevrelerinde yandaki kule dışında günışığı engeli ve yansıtıcısı barındırmayan bu gökdelenlerde değerlerde edilen farkın kullanılan cam çeşidi, kat planı, cephedeki saydam ve opak alanların oranından ve de güneşe göre yöneliminden kaynaklandığını söyleyebilmekteyiz. Oluşturulan tüm alternatif senaryolarda görsel konfor düzeyi paralel bir şekilde iki gökdelende de artırıldığı görülmüştür.

Isıl konfor analizlerine baktığımızda ise cam çeşidinin gölgeleme elemanı kriterine göre konfor alanı oluşturmada daha etkili sonuç verdiği görülmüştür. Cam çeşidinin görünür ışık yansıtma ve geçirgenlik gibi özellikleri görsel konforda önemli bir etken olurken dış mekân sıcaklıklarına tepkisel olarak opaklık ve renk değiştirme özellikleri sayesinde iç mekân ısıl konforunu düzenleyebilen cam çeşitleri ısıl konfor açısından daha etkili sonuç vermektedir. Gölgeleme elemanları kullanılan alternatiflerde ise her iki gökdelende de ısıl konfor düzeyinde bir düşüş gözlenmiştir. Dışarıdan monteli gölgeleme elemanları iç mekâna ısı geçişini azaltmakta ve kış mevsimi için ısıl konforsuzluk saatlerini artırmaktadır. Yapılan ısıl ve görsel konfor analizleri sonucunda dışarıdan monteli sabit gölgeleme elemanlarının incelenen gökdelenlerde görsel konfor açısından daha etkin bir çözüm ürettiğini, cam çeşitlerinin de ısıl konfor açısından daha etkin bir çözüm ürettiği görülmüştür (Tablo 5.1).

Tablo 5.1 Mistral ofis kulesi ve Folkart A kulesi görsel ve ısıl konfor karşılaştırmaları

Simülasyonda Kullanılan Senaryolar	ASE Sınırları İçerisindeki Alan (%) Folkart	ASE Sınırları İçerisindeki Alan (%) Mistral	Folkart Toplam Konforsuzluk Saatleri (19 Aralık- 2 Ocak tarihleri arası)	Mistral Toplam Konforsuzluk Saatleri (19 Aralık- 2 Ocak tarihleri arası)
Mevcut Durum	33,612	53,700	0.25	0.13
Alternatif 1	39,700	57,000	0.28	0.1
Alternatif 2	58,818	72,937	2.74	1.87
Alternatif 3	35,992	57,700	2.53	0.36
Alternatif 4	40,423	55,600	0	0.08

Gökdelenlerde gün ışığı kontrol sistemlerinin uygun kombinasyonu sonucu görsel ve ısı konforu iç mekânda kontrol edilebilmesi mümkün olmaktadır. Cephe elemanlarının gölgeleme filtreleme, yönlendirme ve yansıtma gibi özelliklerinden faydalanılması, güneşe göre yönelmenin ve kat planının doğru planlanması sonucu görsel ve ısı düzeyleri tüm gökdelenlerde aynı şekilde iyileştirilebilmesi günışığı analizi ve iklim tabanlı günışığı metotlarının kullanımıyla mümkün olabilmektedir.



KAYNAKLAR

Adams ve Chittenden Bilimsel Cam (16 Ekim 2019), "*Cam Frit Bilgisi*"
<https://adamschittenden.com/>

Alpur, İ., (2009). *Cam Giydirme Cephe Sistemlerinin Bileşenler Yönünden Karşılaştırılması*, [Yüksek Lisans Tezi]. İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü

Archdaily, (10 Aralık 2019), Siauliai Arena / E. Miliuno studija + Dvieju Grupe
<https://www.archdaily.com/38742/siauliai-arena-e-miliuno-studija-dvieju-grupe>

Arpacıoğlu, Ü., (2012). Mekânsal Kalite ve Konfor için Önemli bir Faktör: Günışığı, *Mimarlık*, No:368, Kasım-Aralık

Bayraklı Tower, (20 Haziran, 2020) <http://kreatifmimarlik.com/project/bayrakli-tower/>

Begeç, H. ve Savaşır K., (2004). Akıllı-Giydirme Cephelerin İncelenmesi, *Dizayn Konstrüksiyon*, No:221

Bellia L., Marino C., Minichiello F. ve Pedace A., (2014). An overview on solar shading systems for buildings, *Energy Procedia* 62, 309 – 317

Boubekri M., (2017). *Daylighting Design*, Birkhauser.

Bourgeois D., Reinhart C.F. ve Ward G., (2008). A Standard Daylight Coefficient Model For Dynamic Daylighting Simulations, *Building Research and Information*, 36(1), 68-82.

Britannica (20 Ekim 2022). *Dünya Ticaret Merkezi*,
<https://www.britannica.com/topic/World-Trade-Center>

Brookings Global Metro Monitor 2014, (12 Ekim, 2020).
<http://www.brookings.edu/research/reports2/2015/01/22-global-metro-monitor>

Cohen J.L., (2012). *The Future of Architecture. Since 1889*, Phaidon.

Compagno A., (1995). *Intelligent Glass Facades; Material, Practice, Design*, Birkhauser.

Corrodi M. ve Spechtenhauser K., (2008). *Illuminating: Natural Light in Residential Architecture*, Birkhauser.

Centre for Window and Cladding Technology, (20 Mayıs, 2019),
<https://www.cwct.co.uk/>

CTBUH 2016.(12 Haziran 2022), *Council on Tall Buildings and Urban Habitat. USA*,
<https://www.skyscrapercenter.com/year-in-review/2016>

Denison E. ve Beech N., (2019). *How to Read Skyscrapers A crash course in high-rise architecture*, The Ivy Press.

Dekay M. ve Brown G.Z., (2014). *Sun, Wind & Light: Architectural Design Strategies/ Mark Dekay*, (3.Baskı), Wiley.

Design Builder, (16 Ekim 2022). Simplified ASHRAE 55-2004 Graph Related Outputs,
https://designbuilder.co.uk/helpv7.0/Content/Comfort_Analysis.htm#Simplifi

Doğan U. ve Çalışmaz K., (21 Haziran, 2020). Mistral İzmir, *Yeşil Bina*, (5)29,50-51.
<https://www.yesilbinadergisi.com/edergi/21/29/4/#zoom=z>

Ege Perla, (22 Haziran, 2020). <http://emrearolat.com/project/ege-perla/>

Ege Perla, (20 Aralık, 2020), <https://www.skyscrapercity.com/threads/ege-perla-konak-yeni-kent-merkezi-41fl-180m-33fl-136m-com.647087/page-68>

Erdem, L. ve Enarun, D., (2007). *Kullanıcıların Aydınlik Düzeyi Tercihlerinin Değişkenliği Üzerine Bir Çalışma, IV. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu*, İzmir, Elektrik Mühendisleri Odası, Ankara

Erlalitepe, İ., Aral, D. ve Kazanasmaz Z. T., (2011), *Eğitim Yapılarının Doğal Aydınlatma Performansı Açısından İncelenmesi*, Megaron

Fidan Ö. ve Güven S. (2019). *Yüksek Yapılarda Cephelerin Taşıyıcı Sistemle Olan İlişkisinin İncelenmesi ve İzmir Yüksek Yapıları Üzerine Bir Araştırma*, Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi

Folkart Teknik Ekip, (13 Şubat 2020). Bireysel görüşme sonucu plan ve kesitler.

Glassform, (25 Mart, 2020). *Baccarat Hotel Case Study*, <https://www.glassform.com.au/project/baccarat-hotel/>

Guardian Glass, (2021)., [Broşür]. Silver 43/31, <https://www.guardianglass.com/tr/en/our-glass/sunguard-high-performance/silver-43-31>

Hayes C., (2015). *Excelsior, A Thesis on Mixed Use Skyscrapers*, https://issuu.com/coryhayes/docs/excelsior_thesis_book

Emporis, (10 Ekim, 2020). *High Rise Building (ESN 18727)*, <https://www.emporis.com/building/standard/3/high-rise-building>

Hasol D., (2 Şubat 2019). *Chicago'dan Mimari İzlenimler*, Yapı Dergisi, 1997 <http://www.doganhasol.net/chicago-dan-mimari-izlenimler-2.html>

- Hochberg A., Hafke JH. ve Raab J., (2010). *Open/Close: windows, doors, gates, loggias, filters*, Birkhouser Verlag AG
- Höweler E. (2003). *Skyscraper, Designs of the recent past and for the near future*, Universe Publishing
- IES Daylight Metrics Komitesi, (2012). *Approved Method: IES Spatial Daylight Autonomy (SDA) and Annual Sunlight Exposure (ASE)*, IES LM-83-12
- Jankovic L. (2017). *Designing Zero Carbon Buildings Usinf Dynamic Simulation Methods*, Routladge
- Janberg N., (12 Mart, 2022). Alcoa Building, <https://structurae.net/en/structures/alcoa-building>
- Karakız C, (2017). *The “Manhattan” Of İzmir? Folkart Towers And Urban Transformation*, [Yüksek Lisans Tezi]. Yaşar Üniversitesi
- Kazanasmaz Z.T. ve Diler Y., (2011). *Gelişmiş Cam Teknolojileri ile Enerji Etkinliğinin Değerlendirilmesi*, https://www.emo.org.tr/ekler/cbe24c74687d602_ek.pdf
- Konstantzos I., Tzempelikos A. ve Chan Y-C., (2015). *Experimental and simulation analysis of daylight glare probability in offices with dynamic window shades*, Building and Environment
- Koster H., (2004). *Dynamic Daylighting Architecture Basics, Systems, Projects*, Birkhauser
- Kızılörenli E. ve Tokuç, A. (2022). Parametric optimization of a responsive façade system for daylight performance. *Journal of Architectural Sciences and Applications*, 7 (1), 72-81

Kocaman, E., (2002). *Metal Konstrüksiyonlu Akıllı Giydirme Cepheler*, [Basılmamış Yüksek Lisans Tezi]. D.E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü

Lepik A., (2008). *Skyscrapers*, Prestel.

Manav B., Kutlu R.ve Küçükdoğu M. Ş., (2009). *Mimaride Kullanılan Cam Türlerinin Aydınlatma Açısından İncelenmesi*, 5.Ulusal Aydınlatma Sempozyumu, https://www.emo.org.tr/ekler/21654b2b0214ac5_ek.pdf

Mandalaki M., Zervas K., Tsoutsos T. ve Vazakas A., (2012). Assessment of Fixed Shading Devices with Integrated PV for Efficient Energy Use, *Solar Energy*, 86(8), 2561-2575.

Malott, D., Poon, D., Gottlebe, T. ve Yu, Z., (2012). *Ping An Finance Center: Pioneering China's Tallest Efficiencies of form and Structures*. In: *CTBUH, 9 th World Congress, Shanghai*

Miray İnşaat Teknik Ekip, (8 Mart 2022) Bireysel görüşme sonucu plan ve kesitler.

Mistral İzmir, (21 Haziran, 2020). <https://www.dnamimarlik.com/mistral?lang=tr>

Nabil A., Mardaljevic C., (2004). Useful daylight illuminance: a new paradigm for assessing daylight in buildings, *Lighting Design and Technology*, 37(1), 41-59. <https://journals.sagepub.com/doi/10.1191/1365782805li128oa>

National Geographic (5 Ocak, 2019), *The History of Skyscrapers documentary*

Öztürk Y., Durmuş Arsan Z. ve Kazanasmaz Z. T., (2017). *Improving Energy Efficiency in a Low Storey Apartment by Retrofitting the Lighting Systems*

Sev A., (2011). *Geçmişten geleceğe enerji etkin yüksek yapılar ve uygulama örnekleri*, X. Ulusal tesisat mühendisliği kongresi, İzmir, Türkiye

Sev A., Gür V. ve Özgen A., (2004). *Cephenin Vazgeçilmez Saydam Malzemesi Cam*,75-86. 2. Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi, İstanbul.

Schittich C., Staib G., Balkow D., Schuler M. ve Sobek W., (2007). *Glass Construction Manual*, Birkhauser.

Sönmez B. ve Kıasf G. Ç., (2018). Çevresel, Sosyal ve Ekonomik Bağlamda Akıllı Cephe Sistemlerinin Sürdürülebilir Kalkınmaya Etkileri, *Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* 2018(1), 63-98. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/549856>

Subaşı, D., (2003). *Giydirme Cephelerin Tasarım Sürecinde Karar Vermek İçin Bir Yöntem Önerisi*, [Yüksek Lisans Tezi], Y.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü

Szokolay S.V., (2008). *Introduction to Architectural Science, The basis of Sustainable Design*, (3.Baskı), Taylor and Francis.

Topal H., (2019). Cumhuriyetin tanığı olan bir endüstri mirasının kısa öyküsü: İzmir Alsancak elektrik fabrikası, *Ege Mimarlık*, 103(2), 60-63.

Total Security Solutions, (2015). *Hallidie Binası*, <https://www.tssbulletproof.com/blog/introduction-glass-curtain-wall>

Wikipedia, (20 Ekim 2022). *Tek Dünya Ticaret Merkezi*, https://en.wikipedia.org/wiki/One_World_Trade_Center

Wood A. (ed.), (2015). *100 of World's Tallest Buildings, Council on Tall Buildings and Urban Habitat*, (124-125). Images Publishing.

Vasconcellos G. (2017). *Evaluation of Annual Sunlight Exposure (ASE) as a Proxy to Glare: A Field Study in a NZEB and LEED Certified Office in San Francisco*, UC Berkeley

Yeang K., (1999). *The Green Skyscraper, The Basis for Designing Sustainable Intensive Buildings*, Munich, Prestel Verlag

Yaşarer D., (2019). *Yüksek Yapıların Tasarımında Gelişmeler*, [Yüksek Lisans Tezi], Dicle Üniversitesi

Yüceer, N. S., (2010). Gölgeleme Elemanı Tasarımına Bir Yaklaşım ve Adana Örneği, *METU JFA*, 2(27/2), 1-13.