

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**CEPHE AÇIKLIKLARININ İÇ MEKANDAKİ GÜNIŞİĞİ PERFORMANSINA
ETKİSİNİN KONUT ÖRNEĞİNDE İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Zehra Aybike KILIÇ
(502141539)**

Mimarlık Anabilim Dalı

Çevre Kontrolü Ve Yapı Teknolojisi Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Alpin KÖKNEL YENER

Mayıs, 2018

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 502141539 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Zehra Aybike KILIÇ, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “CEPHE AÇIKLIKLARININ İÇ MEKANDAKİ GÜNIŞİĞİ PERFORMANSINA ETKİSİNİN KONUT ÖRNEĞİNDE İNCELENMESİ” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Alpin KÖKNEL YENER**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Gül KOÇLAR ORAL**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Rengin ÜNVER
Yıldız Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : 4 Mayıs 2018
Savunma Tarihi : 8 Haziran 2018





Aileme ve Sevdiklerime,



ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim ve tez çalışmam süresince değerli fikir, görüş ve bilgileri ile çalışmalarımı yönlendiren, her konuda yardımcı ve destek olan çok değerli danışman hocam Prof.Dr.Alpin Köknel Yener'e teşekkürlerimi sunarım.

Her zaman yanımda olan, en değerli ve fedakar destekçilerim başta canım annem Edebiyat öğretmeni Nurdan Kılıç ve canım babam Tarih öğretmeni Mustafa Kılıç olmak üzere, kardeşim Z.İlay Kılıç'a, sevgi dolu kocaman aileme, eğitim hayatım boyunca birlikte yol arkadaşlığı yaptığımız can dostlarım Hülya Demircan'a ve Betül Turan'a, arkadaştan öte çok değerli bütün dostlarıma destekleri ve sevgileri için çok teşekkür ederim.

Mayıs 2018

Zehra Aybike Kılıç
Mimar



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
SUMMARY	xix
1. GİRİŞ	1
1.1 Çalışmanın Amacı Ve Kapsamı	2
1.2 Çalışmanın Yöntemi.....	3
2. BİNA TASARIMINDA GÜNIŞIĞI VE GÖRSEL KONFOR.....	5
2.1 Bina Tasarımında Günişığı Etkisi Ve İç Mekanda Günişığı Performansını Etkileyen Temel Tasarım Parametreleri.....	5
2.2 Görsel Konfor.....	8
2.2.1 Görsel konforu etkileyen fizyolojik performans parametreleri.....	9
2.2.2 Görsel konforu etkileyen psikolojik performans parametreleri	18
3. İÇ MEKANDA GÜNIŞIĞI PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİNE YÖNELİK YÖNTEMLER.....	23
3.1 Statik Günişığı Değerlendirme Yöntemleri.....	24
3.2 İklima Dayalı Günişığı Değerlendirme Yöntemleri	27
3.3 İç Mekânda Günişığı Performansının Değerlendirilmesine Yönelik Yöntemlerin Konut Binalarında Kullanımı	31
4. YAPIYA AİT BİR ARAYÜZ: CEPHE KAVRAMI, TASARIMI VE BİLEŞENLERİ.....	35
4.1 Bir Kavram Olarak ‘Cephe’	35
4.2 Cephe Tasarımı	36
4.3 Cephe Tasarımının İç Mekândaki Günişığı Performansına Etkisi.....	38
4.3.1 Pencerelerin baktığı yön.....	39
4.3.2 Pencerelerin boyutu.....	42
4.3.3 Pencerelerin biçimi	48
4.3.4 Pencerelerin yerleştiriliş düzeni	50
4.3.5 .Pencerelerin ışık geçirme özellikleri	54
4.3.5.1 Cam cinsi ve kalınlığı.....	56
4.3.5.2 .Doğramaya ilişkin özellikler	61
4.3.5.3 Cam kirliliğine ilişkin düzeltme çarpanı	63
4.3.6 Güneş kontrol elemanları	64
4.3.6.1 Dış ortam gölgeleme elemanları	66
4.3.6.2 İç ortam gölgeleme elemanları.....	71

5. CEPHE AÇIKLIKLARININ İÇ MEKANDA GÜNIŞIĞI PERFORMANSINA ETKİSİNİN İNCELENMESİ: 21.BÖLGE KAYAŞEHİR KONUTLARI	73
5.1 Ele Alınan Senaryolara İlişkin Günişığı Performanslarının Belirlenmesi	75
5.1.1 S1 senaryosuna ilişkin günişığı performansının belirlenmesi.....	80
5.1.2 .S2 senaryosuna ilişkin günişığı performansının belirlenmesi.....	82
5.1.3 .S3 senaryosuna ilişkin günişığı performansının belirlenmesi.....	84
5.1.4 .S4 senaryosuna ilişkin günişığı performansının belirlenmesi.....	85
5.1.5 S5 senaryosuna ilişkin günişığı performansının belirlenmesi.....	87
5.1.6 S6 senaryosuna ilişkin günişığı performansının belirlenmesi.....	88
5.2 Ele Alınan Senaryolara Yönelik Oluşturulan Pencere Sistemlerinin Günişığı Performansı Bakımından Karşılaştırılması Ve Değerlendirilmesi	89
5.3 Optimum Günişığı Performansının Elde Edildiği Senaryo İçin Güneş Kontrol Elemanı Tasarlanması	94
5.3.1 S4 senaryosu için sabit güneş kontrol elemanı tasarlanması.....	96
5.3.2 S4 senaryosu için hareketli güneş kontrol elemanı tasarlanması	99
5.4 S4 Senaryosuna Yönelik Oluşturulan Güneş Kontrol Elemanı Tasarım Alternatiflerinin Karşılaştırılması Ve Değerlendirilmesi	105
6. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	109
KAYNAKLAR.....	115
EKLER.....	123
ÖZGEÇMİŞ.....	149

KISALTMALAR

ADF	: Average Daylight Factor
ASE	: Annual Sunlight Exposure
BRE	: Building Research Establishment
BREEAM	: Building Research Establishment Environmental Assessment Method
CIBSE	: The Chartered Institution of Building Services Engineers
CIE	: Commission Internationale de l'Eclairage
DA	: Daylight Autonomy
DAcon	: Continuous Daylight Autonomy
DAmaz	: Maksimum Daylight Autonomy
DF	: Daylight Factor
DGI	: Daylight Glare Index
DGP	: Daylight Glare Probability
IES	: Illuminating Engineering Society
IESNA	: Illuminating Engineering Society of North America
LEED	: Leadership in Energy and Environmental Design
MATPUM	: ODTÜ Mimarlık Fakóltesi Araştırma Tasarım Planlama Ve Uygulama Merkezi
sDA	: Spatial Daylight Autonomy
SPT	: Single Point In Time
TOKİ	: Toplu Konut İdaresi Başkanlığı
TUBİTAK	: Türkiye Bilimsel Ve Teknolojik Araştırma Kurumu
UDI	: Useful Daylight Illumination
VH	: Vertical Illumination to Horizontal Illumination



ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3.1: İç mekanda günışığı performansının değerlendirilmesine yönelik yöntemler.....	24
Çizelge 3.2: BS 8206-2:2008 standardına göre konut mekanlarında sağlanması gereken minimum ortalama günışığı faktörü değerleri [38].	26
Çizelge 3.3: Hacmin uzun kenarına göre oluşturulacak hesaplama gridine ait sağlanması gereken değerler [25].....	28
Çizelge 4.1 : Farklı cephelerde düzenlenen yanal pencerelere göre iç mekanda oluşan günışığı performansı [62].	52
Çizelge 4.2 : Üç farklı pencere pozisyonuna göre mekan içerisindeki günışığı faktörü değerleri [62].	53
Çizelge 4.3 : Doğrama tipleri için düzeltme çarpanları [38]	61
Çizelge 4.4 : Yapı Türlerine Göre Günışığı Kaybı (% olarak) [38].	63
Çizelge 4.5 : İklim Koşullarına Göre Maruz Kalma Faktörü [38].	63
Çizelge 4.6 : Özel İklim Koşullarına Maruz Kalma Faktörü [38].	63
Çizelge 4.7 : Yapı Türüne Bağlı Olarak Pencerelerin Temizlenme Sıklığı [85].	64
Çizelge 5.1 : Yaşama mekanına ve cepheye ilişkin bilgiler.	75
Çizelge 5.2 : Çalışma kapsamında oluşturulan senaryolara ilişkin bilgiler.	77
Çizelge 5.3 : İstanbul'da yer alan yaşama mekanına yönelik ele alınan hesap tarihleri ve saatleri için belirlenen gök modelleri [26].	79
Çizelge 5.4 : Yaşama mekanına yönelik belirlenen temsili hesap saatleri.	80
Çizelge 5.5 : S1 senaryosuna ilişkin yaşama mekanında meydana gelen günışığı aydınlık düzey eğrileri.....	81
Çizelge 5.6 : S1 senaryosuna göre yaşama mekanı için sağlanan yıllık faydalı günışığı aydınlığı.....	81
Çizelge 5.7 : S2 senaryosuna ilişkin yaşama mekanında meydana gelen günışığı aydınlık düzey eğrileri.....	82
Çizelge 5.8 : S2 senaryosuna göre yaşama mekanı için sağlanan yıllık faydalı günışığı aydınlığı.....	83
Çizelge 5.9 : S3 senaryosuna ilişkin yaşama mekanında meydana gelen günışığı aydınlık düzey eğrileri.....	84
Çizelge 5.10 : S3 senaryosuna göre yaşama mekanı için sağlanan yıllık faydalı günışığı aydınlığı.....	85
Çizelge 5.11 : S4 senaryosuna ilişkin yaşama mekanında oluşan günışığı aydınlık düzey eğrileri.....	86
Çizelge 5.12 : S4 senaryosuna göre yaşama mekanı için sağlanan yıllık günışığı performansı.	86
Çizelge 5.13 : S5 senaryosuna ilişkin yaşama mekanında meydana gelen günışığı aydınlık düzey eğrileri.....	87

Çizelge 5.14 : S5 senaryosuna göre yaşama mekanı için sağlanan yıllık günışığı performansı.....	88
Çizelge 5.15 : S6 senaryosuna ilişkin yaşama mekânında meydana gelen günışığı aydınlık düzey eğrileri.....	88
Çizelge 5.16 : S6 senaryosuna göre yaşama mekanı için sağlanan yıllık günışığı performansı.....	89
Çizelge 5.17 : Oluşturulan senaryolar sonucunda yaşama mekânında gerçekleşen yıllık faydalı günışığı aydınlığı (UDI-a).	90
Çizelge 5.18 : S4 senaryosu ile yaşama mekânında elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri.	96
Çizelge 5.19 : S4-a senaryosu ile yaşama mekânında elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri.	98
Çizelge 5.20 : S4-a senaryosu ile yaşama mekânında sağlanan yıllık günışığı performansı.....	99
Çizelge 5.21 : Hareketli güneş kontrol elemanının hesaplamalar için belirlenen temsili kullanım tarih ve saatleri.	101
Çizelge 5.22 : Farklı eğim açlarına sahip hareketli güneş kontrol elemanları ile yaşama mekânında elde edilen aydınlık düzeyleri.	102
Çizelge 5.23 : S4 senaryosuna yönelik tasarlanan farklı eğim açlarına sahip hareketli güneş kontrol elemanları ile yaşama mekânında sağlanan yıllık faydalı günışığı aydınlığı (UDI-a).....	103
Çizelge 5.24 : Tasarlanan güneş kontrol elemanlarına yönelik yaşama mekânında sağlanan çeşitli değerler.	106

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Güneş ışığı bileşenleri [4].	5
Şekil 2.2 : Ortamdaki aydınlık düzeyine bağlı kullanıcılarda oluşan stres oranları [34].	19
Şekil 3.1 : Ortalama güneş ışığı faktörü değer aralıkları [38].	26
Şekil 4.1 : Güneş ışığı geliş açıları yıl ve gün içerisinde güneşin pozisyonuna göre farklılık göstermektedir [59].	39
Şekil 4.2 : Kuzey-güney aksında ve doğu-batı aksında yapılan yönelimlerin avantaj ve dezavantajları [60].	41
Şekil 4.3 : Pencere boyutunu belirlemeye yönelik saydamlık oranı yaklaşımı.	43
Şekil 4.4 : Saydamlık oranına bağlı olarak iç mekanda meydana gelen güneş ışığı aydınlığı [64].	44
Şekil 4.5 : Konut binalarında yatay, kare ve boy pencere biçimlerinin uygulamalarına yönelik örnekler [71,72,73].	48
Şekil 4.6 : Yansıtıcı yüzeyler olarak davranan yan duvarlar ile mekan içerisinde ışık dağılımının ve niceliğinin artırılması [4].	52
Şekil 4.7 : Aynı güneş ışığı aydınlık düzeyinin elde edildiği mekan için farklı pencere düzenleri ve aydınlık düzeyi eğrileri [4].	53
Şekil 4.8 : Duvar üzerinde pencerelerin konumlandırılış biçimine göre iç mekanda elde edilen güneş ışığı performansının değişimi [62].	53
Şekil 4.9 : Pencerenin duvar üzerindeki konumlandırılışına bağlı olarak pencereden kaynaklı yan duvarlarda meydana gelen parıltı miktarı [4].	54
Şekil 4.10 : Low-E camların çalışma prensibi [4].	59
Şekil 4.11 : Spektral seçici camların çeşitlerine göre ışık geçirgenlikleri [37].	59
Şekil 4.12 : Konut binalarında yaygın olarak kullanılan doğrama malzemeleri ve özellikleri [37].	62
Şekil 4.13 : Doğrama tarafından engellenen toplam açıklık oranları [62].	62
Şekil 4.14 : Dış ortam sabit gölgeleme elemanları [91,92,93].	67
Şekil 4.15 : Ayarlanabilir dış ortam gölgeleme elemanları [96,97,98].	70
Şekil 4.16 : İç Ortam Gölgeleme Elemanları [99,100].	71
Şekil 5.1 : Kayaşehir 21.Bölge konutları B2 tip plan şemasına ait normal kat planı [102].	74
Şekil 5.2 : Çalışma kapsamında oluşturulan senaryolara göre yaşama mekânında elde edilen faydalı güneş ışığı aydınlığı değerleri (UDI-a).	91
Şekil 5.3 : Saydamlık oranı ile ilişkili olarak farklı pencere biçimleri ile yaşama mekânında sağlanan yıllık faydalı güneş ışığı aydınlığı değerleri (UDI-a).	93
Şekil 5.4 : Pencere biçimlerinin yaşam mekânında elde edilen güneş ışığı performansına etkisinin karşılaştırılması.	94
Şekil 5.5 : Çalışma kapsamında irdelenen hareketli (a) ve sabit (b) dış ortam güneş kontrol elemanları [105,106].	95
Şekil 5.6 : Yatay gölgeleme elemanı için gerekli profil açısının belirlenmesi.	97
Şekil 5.7 : S4 senaryosu için tasarlanan sabit yatay güneş kontrol elemanı kesiti.	97

Şekil 5.8 : S4 senaryosu için tasarlanan hareketli güneş kontrol elemanına ait kesit (a) ve görünüş (b). 100



CEPHE AÇIKLIKLARININ İÇ MEKANDAKİ GÜNIŞIĞI PERFORMANSINA ETKİSİNİN KONUT ÖRNEĞİNDE İNCELENMESİ

ÖZET

İç mekânda iyi bir görsel çevre oluşturmak ve görsel anlamda tatmin edici mekanlar yaratmak kullanıcı sağlığı, aktivitesi ve konforu açısından oldukça önemlidir. Bu anlamda günüşiğinin mekan içerisinde etkin bir şekilde kullanılması, kullanıcı açısından optimum görsel tatminin elde edilmesi ve iç mekanda görsel konfor koşullarının sağlanması bakımından yapılarda ele alınması gereken en önemli unsurdur. Bu durum aynı zamanda aydınlatmaya yönelik artan enerji tüketim ve maliyetlerinin minimize edilmesi bakımından önemli olmaktadır.

İç mekanda optimum günüşiği performansının elde edilmesi, günüşiğinin mekan içerisine doğru bir şekilde alınması ile olanaklıdır. Doğal ve yapma çevreyi birbirinden ayırarak iç ve dış ortam arasında bir arayüz oluşturan cepheler, cephe yüzeyine ulaşan günüşiğini açıklıklar vasıtası ile mekan içerisine alınmasını sağlamakta, cephe açıklıkları iç mekan için bir aygıt görevi görmektedir. Bu sebeple iç mekanda görsel konforun sağlanması adına optimum günüşiği performansının elde edilmesi için günüşiğinin doğru bir açıklık tasarımı ile mekan içerisine alınması gerekmektedir.

Konut mekânları, barınma ihtiyacının yanısıra kişilerin özel yaşamlarını gerçekleştirdiği, dinlenme, rahatlama, keyifli ve hoş vakit geçirme gibi duygu durumlarını karşılamak istediği, fizyolojik ve psikolojik anlamda konfor koşullarının sağlanmasının temel gereklilik olduğu mekânları ifade etmektedir. Kişiler üzerinde en önemli uyaran olan görsel uyaranlara yönelik rahatsızlık duyulmaması durumu olarak tanımlanan görsel konforun, bu anlamda konut mekânlarında sağlanması önemlidir. Gün içerisinde vaktin büyük bir bölümünün geçirildiği ve farklı eylemlerin bir arada gerçekleştirilmesi sebebiyle farklı görsel gereksinimlerin karşılanmasının beklendiği yaşama mekânları ise görsel konfor koşullarının sağlanmasının temel gereklilik olduğu konut mekânlarının başında gelmektedir. Diğer yandan günümüzde nüfus artışı ile birlikte ortaya çıkan barınma ihtiyacına yönelik çok sayıda konut yapısının inşa edilmesi, yaşama mekânlarında görsel konforun sağlanması ve yapma aydınlatmaya yönelik enerji tüketiminin minimize edilmesi adına cephe açıklıklarının doğru bir şekilde tasarlanmasına yönelik çalışmaların yapılmasını ayrıca gerekli kılmaktadır.

Bu amaçla yapılan çalışma içerisinde, standartlaştırılmış tip plan şemasına sahip sosyal konut biriminde yer alan yaşama mekanı üzerinden iç mekanda görsel konfor koşullarının sağlanmasına yönelik farklı cephe alternatifleri oluşturularak, optimum günüşiği performansını veren cephe tasarımı belirlenmeye çalışılmıştır. Bu anlamda cephe açıklıklarına dair iç mekandaki günüşiği performansına etki eden değişkenlerden pencere boyutu ve pencere biçimi parametrelerine yönelik çeşitli senaryolar oluşturulmuştur. Sosyal konut birimindeki yaşama mekanına ait mevcut cephe tasarımının iç mekandaki günüşiği performansına etkisinin de ortaya konulduğu çalışma içerisinde, yaşama mekanında görsel konfora yönelik en iyi günüşiği performansını sağlayan cephe alternatifi belirlenmiştir. Oluşturulan cephe tasarım

alternatiflerine bağlı olarak yaşama mekanında meydana gelen gnşuğı performansı, iklime dayalı gnşuğı performansı değerlendirme ynetemlerinden konut tipolojisine özel olarak belirlenen aydınlık düzeyi değer aralıklarına sahip faydalı gnşuğı aydınlığı değerlendirme yöntemi ile ortaya konmuştur. Aynı zamanda çalışma kapsamında cephe tasarımınnn önemli bir bileşeni olan güneş kontrol elemanlarının iç mekandaki gnşuğı performansına etkisi irdelenmiş, ele alınan yaşama mekanında görsel konfor açısından optimum performansın sağlandığı cephe alternatifi için güneş kontrol elemanı tasarlanmıştır.

Bu alışma benzer mekan özelliklerine sahip yaşama mekanları için örnek teşkil etmekle birlikte, çalışma içerisinde oluşturulan cephe alternatiflerinden iç mekanda optimum gnşuğı performansı sağlayan cephe alternatifi, ele alınan konut biriminin yer aldığı iklim bölgesine, engel durumuna ve iç mekan özelliklerine göre değişiklik gösterebilir. Sonuç olarak yapılan bu çalışma ile yaşama mekanlarına yönelik görsel konforun sağlanması ve aydınlatmaya ilişkin enerji tüketiminin minimize edilmesi adına cephe açıklıklarının tasarımında belirleyici rol oynayan pencere boyutu ve pencere biçimine ilişkin optimizasyonun belirlenmesi amaçlanmaktadır. alışma sonucunda elde edilen verilerin, bu anlamda konut binalarına yönelik hazırlanan eşitli standart ve tasarım rehberleri için yol gsterici olması beklenmektedir.

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF FACADE APERTURES TO DAYLIGHT PERFORMANCE IN INTERIOR IN THE RESIDENTIAL BUILDINGS

SUMMARY

Creating a good visual environment in spaces and designing visually pleasing spaces are very important in terms of user health, activity and comfort. So, the effectively use of daylight is the main factor to be considered so as to obtain the optimum visual satisfaction for users and ensure visual comfort conditions in interior spaces. That is also important in regards to minimize lighting energy consumption and costs.

It is possible to obtain optimum daylight performance in interiors by taking daylight properly into room. The facades, which form an interface between the interior and the exterior by separating the natural and the built environment from each other, allow the daylight to be taken through the openings into the space and the facade openings serve as a lighting device for the interior. Therefore in order to provide the required visual comfort conditions in spaces and to achieve optimum daylight performance, the daylight must be taken into the interior via proper daylight aperture design.

In addition to the need for accommodation, residential buildings that are expected to supply today's different requirements are spaces where physiological and psychological comfort conditions are essential to meet the mood of occupants such as rest, relaxation, enjoyment and pleasure. So, ensuring visual comfort defined as the absence of discomfort toward visual stimuli that have the most significant impact on humans is important in residential buildings. Livable areas, which differ in residential buildings in terms of different visual requirements due to different visual acts done together and occupation period, are main spaces within residential buildings where providing visual comfort conditions is essential. On the other hand, the need for housing, which is accompanied by population growth, has led to the construction of numerous residential buildings. It is especially necessary to work on designing facade apertures accurately in order to provide visual comfort in living spaces and to minimize lighting energy consumption. Therefore, the design decision about daylight aperture

in the residential buildings differs from other typologies in order to design a proper facade that responds to various needs for visual comfort in interior space.

So it is accordingly aimed in this study;

- to determine the parameters affecting the amount of daylight and visual comfort in the interior of residential buildings by conducting a literature review on daylight and visual comfort,
- to determine the effect of design decision made about facade design on the daylight performance and visual comfort conditions,
- to reveal the current situation by analyzing the daylight performance in the living areas and developing suggestions related to the daylight aperture to provide the required visual comfort condition in interior space.

On the scope of the intended purposes of this study; in accordance with the needs and social policies of today, social housing units, which make up a large share of housing production in Turkey so that it can meet the poor and low-income families' housing needs via standardized types of plans' schemes, are dealt with. In order that the facade design is examined to ensure the visual comfort condition, the existing facade design of the living spaces is evaluated and the facade design, which gives the optimum daylight performance in space, is determined by creating different facade alternatives oriented apertures.

In this respect, various scenarios for facade aperture were generated from window size and window shape parameters, which are some of the variables affecting the indoor daylight performance on the facade apertures. In the study that the effects of the existing facade design in livable area on the daylight performance are revealed, the best design alternative for facade aperture is determined in respect to optimum daylight performance providing visual comfort in interior space. Depending on the created facade design alternatives, the daylight performance that occurs in the living space has been revealed by useful daylight illuminance method based on climate-based daylight modelling. The useful daylight illuminance method has illuminance level range values specially determined for residential spaces. At the same time, the effect of shading devices, which are one of the important components of the facade design are investigated and, the solar control element is designed for facade alternative

through which the optimum performance is achieved in terms of visual comfort in the living space examined in residential unit.

As this study can be an example for living spaces having similar features, also the best facade alternative for other spaces may change according to typologies, location, climate, obstruction and interior surface properties of buildings that are addressed to. Consequently, this study is aimed to determine the optimization of the window size and window shape which plays a decisive role in the design of the facade aperture in order to ensure visual comfort and to minimize lighting energy consumption for livable areas. It is expected that the data obtained in this study will be instructive for residential buildings that various studies, standards and design guidelines are prepared for.





1. GİRİŞ

Günüşığı, insanoğlunun varoluşundan bu yana insanların fizyolojik ve psikolojik birçok gereksinimini karşılayan en temel ışıktır. 19.yy ortalarından itibaren elektriğin aydınlatma amaçlı kullanımı ile birlikte mekanların aydınlatılmasında günüşığı kullanımı göz ardı edilmiştir. Günümüzde artan yapılaşmanın getirdiği mevcut enerji kaynaklarının azalması ile sürdürülebilir, doğal enerji kaynak arayışı ve değişen kullanıcı odaklı mekân tanımları günüşığının önemini tekrardan ortaya koymaktadır.

Günüşığının kullanımı, iyi bir görsel çevrenin oluşturulması ve mekânlarda görsel konforun sağlanması bakımından tasarımlarda temel bileşen konumundadır. İç mekânda var olan ışığın niceliksel ve niteliksel olarak kullanıcı için rahatsızlık oluşturmaması, göz sağlığının korunması gibi olumlu durumları niteleyen görsel konforun sağlanabilmesinin temel yollarından biri ise doğal ışığın mekân içerisine doğru bir şekilde alınmasıdır. Mimarlık disiplinde bu durum açıklıklar vasıtası ile içeri alınan günüşığı miktarının ve dağılımının kontrol edilmesi ile gerçekleşmektedir.

Günüşığının mekân içerisine alınmasına yönelik çalışmalar dört temel alanda yapılmaktadır. Bunlar;

- Kentsel Tasarım; sokaklar, yollar, büyük ölçekli yerleşimler,
- Bina Yerleşimi; bölgenin konumuna göre yerleşim, yönelme, yaklaşım sınırları,
- Yapı Kabuğu Tasarımı; iç mekân ile dış mekân arasındaki ara yüz tasarımı
- Mekânın İç Özellikleri; geometrisi, kaplama malzemesinin özellikleri, duvarlar ve bölücüler, tefriş

olarak sıralanmaktadır [1]. Her bir parametrenin bütünleşik bir bakış açısı ile ele alınarak mekana ilişkin doğal aydınlatma tasarımı yapılması, iç mekanda görsel konfor koşullarının sağlanması bakımından önemlidir.

Doğru bir doğal aydınlatma tasarımında iç ve dış mekân arasında bir arayüz oluşturarak açıklıklara dair fiziksel özellikleri belirleyen ve bu sebeple iç mekandaki günüşığı performansına etki eden en önemli bileşenlerden biri yapıya ait kabuğun, bir

başka deyişle cephenin tasarımı olmaktadır. Erken tasarım evresinde bulunduğu yerin doğal ve fiziksel tasarım parametrelerine göre yönelimi yapılan ve formu oluşturulan bir yapıda, cepheye gelen günışığının iç mekândaki etkinliğini arttırmak ve görsel konfor koşullarını oluşturmak cephe tasarımına bağlıdır. Özellikle ön tasarım evresinde daha çok detaylanan, aynı zamanda cephenin karakterini de oluşturan açıklıklara yönelik tasarım kararları; pencerelerin baktığı yön, pencerelerin boyutu, pencerelerin biçimi, pencerelerin yerleştiriliş düzeni, pencerelerin ışık geçirme özellikleri ve gölgeleme elemanı kullanımı gibi değişkenlere göre belirlenmektedir.

Temel ihtiyaç olan barınma ihtiyacımızın yanında, insanların özel yaşamlarını gerçekleştirdiği, dinlenme ve konfor gereksinimlerini karşıladığı ve vaktinin büyük bir kısmını geçirdiği konut mekânları, kullanıcı ihtiyaçlarına cevap veren, mekânsal konfor koşullarının sağlanmasının temel gereklilik olduğu yaşam alanlarıdır. 1975 yılında Cooper tarafından konut gereksinimine dair hiyerarşik bir sıralama yapılmış, bu sıralama;

- Barınma,
- Güvenlik,
- Konfor,
- Sosyalleşme ve kendini ifade etme,
- Estetik,

olarak tanımlanmıştır [2,3]. Bu anlamda konut mekanlarının yukarıda belirtilen gereksinimleri karşılaması ve bir konut biriminden beklenen konfor ölçütünün sağlanmasının en önemli adımlarından biri iç mekânda görsel konfor koşullarının sağlanması ve konut mekanlarına ait cephe açıklıklarının bu konfor koşullarını sağlayabilecek bir biçimde tasarlanmasıdır.

1.1 Çalışmanın Amacı Ve Kapsamı

İç mekânda etkin bir günışığı performansının elde edilmesi ve görsel konfor koşullarının sağlanması için doğru bir doğal aydınlatma tasarımının yapılması gerekmektedir. Doğal ve fiziksel birçok parametre ile bağlantılı olan doğal aydınlatma tasarımında yapı kabuğuna dair alınan tasarım kararları en etkin rollerden birine sahiptir. Günümüzün teknolojik olanakları ile günışığının mekan içerisine alınmasını ve iç mekânda görsel konfor koşullarının oluşturulmasını sağlayan bu tasarım

kararlarının erken tasarım evresinden itibaren günışığı simülasyonları ile analiz edilerek doğru bir doğal aydınlatma tasarımının gerçekleştirilmesi mümkün olmaktadır. Aynı zamanda yapı üretimindeki payı, kullanım süresi ve mekân gereksinimleri ile konut mekanlarında görsel konfor koşullarının sağlanması ayrıca önemlidir. Bu anlamda iç mekanda görsel konforun sağlanması amacıyla çeşitli gereksinimlere cevap veren doğru bir doğal aydınlatma tasarımı için konut binalarında cepheye dair alınması gereken kararlar diğer tipolojilere göre farklılık göstermektedir. Bu doğrultuda yapılan çalışma içerisinde;

- Günışığı ve görsel konfora dair literatür araştırması yapılarak konut binalarında iç mekanda günışığı miktarını ve görsel konforu etkileyen parametrelerin belirlenmesi,
- Bina tasarımında cepheye yönelik alınan tasarım kararlarının günışığı performansına ve görsel konfor koşullarına etkisinin ortaya konması,
- Ele alınan konut birimi için günışığı analizleri yapılarak mevcut durumun ortaya konması ve iç mekanda gerekli görsel konfor koşullarının sağlanması için cepheye yönelik öneriler geliştirilmesi

amaçlanmaktadır. Bu amaçlara yönelik olarak çalışma kapsamında; günümüzün getirdiği ihtiyaçlar ve sosyal politikalar doğrultusunda Türkiye’deki konut üretiminin büyük bir payını oluşturan, yoksul ve dar gelirli ailelerin barınma gereksinimlerini karşılayabilecek biçimde ‘standartlaştırılmış tip plan’ şemalarına sahip sosyal konut birimleri ele alınmaktadır. Bu konut birimlerinin yapı kabuğu tasarımı kapsamında, iç mekanda görsel konfor koşullarının sağlanmasına yönelik inceleme yapılmakta olup, ele alınan tip plana ait mevcut cephe tasarımı değerlendirilmekte ve cepheye ait öneriler getirilmektedir.

1.2 Çalışmanın Yöntemi

Yapılan çalışmada günışığı, görsel konfor ve cephe tasarımına yönelik mevcut literatür incelenmiş olup, günışığının cephe tasarımına ve cephe tasarımının iç mekanda görsel konfor koşullarına etkisi irdelenmiştir. Konut binalarında cephe tasarımının iç mekandaki görsel performansa etkisinin irdelendiği çalışmada, TOKİ (Toplu Konut İdaresi Başkanlığı) tarafından yapılan ve standartlaştırılmış tip plan şemasına sahip olan bir sosyal konut birimi ele alınmıştır. 2010 yılında MATPUM (ODTÜ Mimarlık Fakültesi Araştırma Tasarım Planlama Ve Uygulama Merkezi) tarafından TOKİ için

yapılan ‘Toplu Konut Alanlarında Kentsel Çevresel Standartlar İçin Bir Değerler Sistemi Önerisi’ tasarım ilkeleri çalışma içerisinde ele alınan sosyal konut birimine yönelik bir tasarım rehberi olarak değerlendirilmiştir. Ele alınan sosyal konut birimindeki mekana ilişkin analizler DIALUX version 4.13 simülasyon programında yapılmış olup, günışığı performansına yönelik elde edilen veriler iklime dayalı günışığı değerlendirme yöntemleri ile ortaya konmuş ve değerlendirilmiştir. Aynı konut mekanında cepheye yönelik bazı bileşenler değiştirilerek iç mekânda görsel konforun sağlanmasına yönelik olarak farklı cephe alternatifleri önerilmiştir.

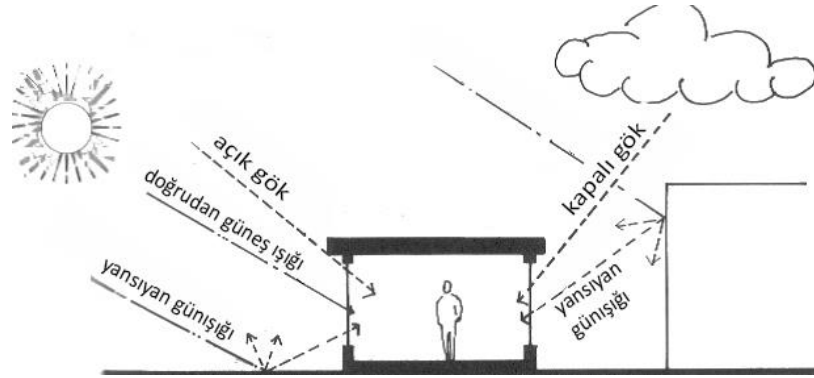


2. BİNA TASARIMINDA GÜNIŞIĞI VE GÖRSEL KONFOR

Çalışmanın bu bölümünde günışığının bina tasarımına etkisinde rol oynayan çeşitli değişkenler ele alınmış olup, günışığının farklı tasarım evrelerinde bina tasarımına etkisi belirtilmiştir. Diğer yandan görsel konfor kavramı ve iç mekanda görsel konforun sağlanmasına yönelik değişkenler tanımlanmış, konut mekanlarında görsel konfor koşullarının sağlanması için gerekli olan ölçütlere yer verilmiştir.

2.1 Bina Tasarımında Günışığı Etkisi Ve İç Mekanda Günışığı Performansını Etkileyen Temel Tasarım Parametreleri

Kaynağı güneş ve gök ışığı olan günışığı, genel olarak gün boyunca güneşten yönlenecek şekilde direkt ve direkt olmayan (yaygın) bütün ışınımın kombinasyonu olarak tanımlanmaktadır (Şekil 2.1). Bu anlamda gün içerisinde güneşin konumuna ve gök durumuna göre iç mekânda gerçekleşen günışığı performansı farklılık göstermektedir.



Şekil 2.1 : Günışığı bileşenleri [4].

Günışığını mekân içerisine almak ve mekanı doğal ışık ile aydınlatmak doğru bir doğal aydınlatma sistem tasarımı ile mümkündür. Mimari anlamda doğal aydınlatma, mekan içerisine doğal ışığın açıklıklar aracılığıyla giriş miktarının kontrol edilmesini, bu sayede gün içerisinde yapma aydınlatma ihtiyacının azaltılmasını veya ortadan kaldırılmasını ifade eder. Dinamik olan ve sürekli olarak farklı dokular oluşturan, dış ortam ışığı ile doğrudan bir ilişki sağlayan, görsel anlamda kullanıcılar için etkileyici ve üretkenliği olan bir çevre meydana getiren günışığının, mekân içerisnde yeterli

düzeylede sağlanması ile aynı zamanda aydınlatmaya yönelik enerji tüketimi de azaltılmaktadır [5].

Lam'a göre ise, bir mekânın günışığı ile aydınlatılmasının amacı yeterli bir şekilde görsel çalışma alanlarını aydınlatmak, çekici bir görsel çevre yaratmak, elektrik enerjisinden tasarruf sağlamak ve biyolojik olarak gerekli olan ışığı sağlamaktır. İyi aydınlatılmış bir çevre aynı zamanda konforlu, hoş, kullanıcıların eğilimine ve isteklerine uygun olmalıdır [6].

Bina tasarımında önemli bir etken olan günışığına yönelik doğal aydınlatma tasarım stratejileri ile mimari tasarım stratejileri bir birinden ayrılmayan bütünleşik tasarım parametreleridir. Bina tasarımı yapılırken erken tasarım evresinden itibaren günışığı stratejileri belirlenmeli ve tasarıma dair kararlar bu stratejilere göre alınmalıdır. Bu anlamda günışığı ile aydınlatma tasarımı, yapı tasarımının her bir sürecinde aşağıda verildiği gibi farklı amaçlar barındırmaktadır;

- Konsept-Fikir Tasarım Aşaması: Günışığı ile aydınlatma stratejileri projeye entegre edildiği oranda bina boyutları, hacim organizasyonu ve açıklıklara dair temel kararlar gibi herhangi bir yapıya yönelik alınan mimari tasarım kararlarını etkilemektedir.
- Ön-Detay Tasarım Aşaması: Bir binanın tasarımı geliştirilirken günışığı ile aydınlatma tasarım stratejileri, yapının her bir bölümü için ayrı ayrı düşünülmelidir. Bu anlamda cephe ve iç mekan tasarımı, doğal aydınlatma sistemlerinin seçimi ve projeye entegre edilmesi, aynı zamanda bu sistemlerin işletilmesi (doğal aydınlatma sistemi ile entegre şekilde oluşturulan yapma aydınlatma sistemi de dahil olmak üzere) gibi özelleşen tasarımlar, binanın günışığı ile aydınlatma tasarım planı ile ilgili olan ön-detay tasarım aşamasında gerçekleştirilmektedir.
- Final/ Yapım Aşaması: Doğal aydınlatma sistemini meydana getiren bileşenlere yönelik malzeme ve ürün seçimi yapının günışığı ile aydınlatma stratejileri tarafından etkilenir. Bu anlamda doğal aydınlatma sistemine yönelik son detaylar yapım planı ile birlikte bu evrede şekillenmektedir.

- İşletme/ Kullanıcı Aşaması: Yapı tamamlanmadan önce, doğal ve yapma aydınlatma sisteminin kontrolleri yapılmalı ve ayarlanmalı, sistemin çalışması ve bakımı başlatılmalıdır [7].

Kullanıcı ele alınan belirli bir zaman dilimi içerisinde, belirli bir eylemi veya eylemleri, mimarlığın temel ögesi olan hacim/mekan içerisinde gerçekleştirmektedir [8]. Mimari bir eylem sonucu ortaya çıkan ve fiziksel sınırlardan oluşan mekan/hacim içerisinde günışığı performansını etkileyen temel parametreler vardır. Bu parametrelerin bir kısmı doğal tasarım parametreleri iken, bir kısmı ise tamamen yapma çevre ile ilgili olan fiziksel tasarım parametreleridir.

Doğal Çevreye İlişkin Tasarım Parametreleri; mimarların ya da aydınlatma uzmanlarının kontrolü dışında olan parametrelerdir. Yıl ve gün içerisinde sürekli değişim gösterirler. Ancak yapma çevre elemanlarına belirli performans özellikleri kazandırılarak kontrol altına alınabilmeleri olanaklıdır. Bu grup içinde yer alan tasarım parametreleri aşağıdaki gibidir [8];

- Gögün parıltı dağılımı ve aydınlığı,
- Güneşin pozisyonu, parıltı ve aydınlık etkisi,
- Yer örtüsünün ışık yansıtma özellikleri,
- Doğal engellerin boyut, konum ve ışık yansıtma özellikleri

Yukarıda verilen tasarım parametrelerinden ilk ikisi coğrafi konum, iklim ve atmosferin bulanıklığı gibi değişkenlere bağlı olan dış ortamdaki günışığına dair belirleyici parametreler iken, diğer ikisi doğal bir şekilde meydana gelen fiziksel öğelere yönelik parametreleri ifade etmektedir.

Yapma Çevreye İlişkin Tasarım Parametreleri; Tamamen yapma çevre ile ilişkili olan tasarım parametreleri, mimarın ya da aydınlatma tasarımcısının kontrolünde olan değişkenlerdir. Bu parametrelerin alacağı değerler iç mekânda meydana gelen günışığının niteliğini ve niceliğini belirlerken, aynı zamanda aydınlık düzeyi, parıltı ve renk olarak görsel konfor etkenlerini belirli fotometrik büyüklüklerle ulaştırmaktadırlar. Elde edilen bu büyüklükler görsel konfor gereksinimleri olarak belirlenmiş değerlere eşit ya da kabul edilebilir yakınlıkta olması durumunda, doğal aydınlatma sistemini oluşturan fiziksel tasarım elemanlarının optimum performans

gösterdikleri sonucuna varılarak değerlendirme yapılabilmektedir [8]. Doğal aydınlatma tasarımına etki eden yapma çevreye ilişkin tasarım parametreleri;

- Yapma engellerin (çevre bina vb. yapılar) boyut, konum ve ışık yansıtma özellikleri,
- Hacim boyutları,
- İç yüzeylerin ışık yansıtma özellikleri
- Pencerelerin baktığı yön,
- Pencerelerin boyut, biçim ve yerleştiriliş düzeni,
- Pencerelerin ışık geçirme özellikleri,
- Güneş Kontrolü şeklinde sıralanmaktadır [8].

Yukarıda verilen değişkenlerden yapma engellerin boyut, konum ve ışık yansıtma özellikleri bir yerleşimin, arazinin veya yapının çevresinde yer alan yapma engellerin boyut ve konumu ile birlikte engellere ve zemine ait malzemelerin ışık yansıtma özelliklerinin iç mekândaki günışığı performansına etkisini ifade ederken, mekânın genişlik, uzunluk ve yükseklik olarak tanımlanan hacim boyutları ise bu büyüklüklerin birbirine oranlarının günışığı yoluyla gerçekleşen aydınlık düzeyi üzerindeki etkisini belirtmektedir [9]. Pencerelerin baktığı yön, pencerelerin boyut, biçim ve yerleştiriliş düzeni, pencerelerin ışık geçirme özellikleri gibi değişkenler cepheye ilişkin kararların iç mekanda günışığı performansına etkisini belirlerken, iç yüzeylerin ışık yansıtma özellikleri iç mekanda kullanılan malzemelerin ışık yansıtma katsayıları ile bağlantılı olarak günışığı performansına etki etmektedir.

2.2 Görsel Konfor

TDK tarafından ‘Günlük hayatı kolaylaştıran maddi kolaylık’ olarak tanımlanan konfor, literatürde genel olarak maddesel, fizyolojik bir rahatlık olarak değerlendirilmektedir [10,11]. Konforun rahatlık kavramı ile birlikte kullanılması, aynı zamanda bu kavramın öznel değerlendirmelerle de ilgili olduğunu göstermektedir. Bu bakımdan mekânların konforlu olarak tanımlanabilmesi için kullanıcıların duyularını ve algılarını etkileyen ısısal, görsel ve işitsel şartların belirli düzeyler arasında sağlanması önemli olmaktadır. Mekân içerisinde sağlanması gereken konfor koşullarından algılamayı sağlayan, kullanıcıların fizyolojik ve psikolojik durumlarını etkileyen, aynı zamanda kullanıcı üzerinde en güçlü uyaran

olan görme eylemine yönelik konfor koşullarının sağlanması ise bu konfor tanımlarının en önemlilerinden biridir.

Görsel konfor, genel anlamda mekânda var olan ışığın nitel ve niceliksel olarak kullanıcı için rahatsızlık oluşturmaması, gerginlik, sinirlilik durumunun kullanıcıda meydana gelmemesi ve göz sağlığının korunması gibi olumlu durumları nitelemektedir. Bu nedenle mimaride eylem değişkenliğine göre görsel konfor koşulları uluslararası standartlarca belirlenmiş kriterler ışığında ele alınmalı ve kullanıcıların göz sağlığının korunması hedeflenmelidir [12]. Fiziksel bir tanımlamanın dışında dış görüşe ilişkin görsel konfor koşullarının ve özellikle konut binalarında kullanıcı davranışı/tercihi ile bağlantılı olan görsel konfor koşullarının, hem fizyolojik hem de psikolojik açıdan kullanıcının cinsiyetine, yaşına ve mevsimsel ruh durumuna göre değişiklik gösterdiği çeşitli kaynaklarda belirtilmektedir. Bu anlamda Xue, Mak, Cheung tarafından konut mekanlarına yönelik yapılan bir çalışmada, kullanıcıların ortamdaki memnuniyetlerinin ve konforlu hissetmelerinin fiziksel çevre şartlarının yanında kullanıcı duyu ve davranışları gibi birçok etmen tarafından belirlendiği belirtilmiştir. İç mekânda günışığına yönelik konfor koşullarının sağlanması için düzgünlüğün algılanması, ısısız konforsuzluk, dış engeller, yaz aylarında ısı kazancına sebep olan güneş ışınlarının iç mekâna erişim süresi, kış aylarında güneş ışınlarının mekân içerisinde arzulanması ve yönelim olmak üzere altı anahtar parametrenin önemine değinilmiştir [13].

Mekân içerisinde görsel konfor koşullarının sağlanmasına yönelik bazı fizyolojik ve psikolojik performans parametreleri bulunmaktadır. Fizyolojik performans parametreleri mekân içerisindeki doğal ve/veya yapma ışığın niteliğine ve niceliğine yönelik kullanıcıyı fizyolojik olarak etkileyen ve eylemlerin yerine getirilmesi açısından gerekli olan parametrelerken, psikolojik performans parametreleri ise mekânın algılanması, mekân içerisinde kullanıcının iyi hal, hoşnutluk, sağlık, görsel tatmini ile ilgili parametreleri ifade etmektedir.

2.2.1 Görsel konforu etkileyen fizyolojik performans parametreleri

Fizyolojik performans parametreleri mekân içerisindeki aydınlığın görmeye ve/veya görünürlüğe izin verip vermediğini belirlemek için kullanılır ve bu durum gözün fizyolojik yapısı ile direkt olarak ilgilidir [7]. Bu anlamda günışığına bağlı görsel

konforun sağlanmasında dikkat edilmesi gereken başlıca hususlar; aydınlık düzeyi, parıltı dağılımı, kamaşmanın önlenmesi, ışığın yönlendirilmesi ve gölgelemedir [14].

Aydınlık Düzeyi: ‘Bir yüzeyin, bir noktasını çevreleyen sonsuz küçük parçacığın aldığı akının, bu yüzey parçacığının alanına bölümü [11]’ olarak tanımlanan aydınlık düzeyi, görme eylemini gerçekleştirmek ve eylemleri etkin bir şekilde yapabilmek adına gerekli nicel bir değerdir. Işık miktarını belirten ve ‘lux’ cinsinden ifade edilen aydınlık düzeyi; mekana, eylem için gerekli görme yeteneği seviyesini belirleyen kullanıcı yaşına, eylemlerin dayandırıldığı temel gerekliliklere (eylemin zorluk ve hassasiyet derecesi) ve görme düzlemindeki kontrast gibi etkenlere bağlı olarak farklı değerler alabilmektedir [7]. Bu anlamda tipolojilere ve gerçekleştirilen eylem çeşitlerine göre farklılık gösteren aydınlık düzeyleri için gerekli değerler yapılan çalışmalar ile belirlenmiş, standart ve tasarım rehberlerinde belirtilmiştir. Belirlenen bu aydınlık düzeyi değerlerinin mekan içerisinde elde edilmesi, iç mekânlarda görsel konforun sağlanması adına temel adım niteliğindedir.

Konut tipolojisinde mekanlara ait gerekli aydınlık düzeyleri, standart ve rehber niteliğinde Illuminating Engineering Society tarafından 2011 yılında yayınlanan “The Lighting Handbook 10th Edition” uygulamalar bölümünde yer almıştır. Bu çalışmada konut aydınlatmasına geniş yer verilerek, Çizelge 2.1’de belirtilen aydınlık düzeyleri, konut mekanlarında kabul edilebilir değerler olarak belirlenmiştir [2,15]. Bu aydınlık düzeyleri 25-65 yaş arası yetişkin ve sağlıklı bireyler için öngörülmüş olup, konut mekanlarının aydınlatılmasında kişisel tercihler, sosyal statü, konut kullanım biçimi gibi birçok faktörün olması, aydınlık düzeyi için ancak fonksiyonel bir sınır değer verilebilmesini gerekli kılmıştır [2].

Çizelge 2.1 : Konut mekanlarında çeşitli işlemlere göre belirlenen aydınlık düzeyleri [2, 15].

Konut Mekanları	İşlev	E (lux)	E düzlem
Banyo-wc	Genel	100	Yatay Ç.Düzlemi
	Hazırlık-süslenme	300	Yatay Ç.Düzlemi
Yatak Odası	Genel	100	Yatay Ç.Düzlemi
	Okuma-	300	Yatay Ç.Düzlemi
	Giyinme	50	Yatay Ç.Düzlemi
Mutfak	Genel-Kahvaltı vb.	200	Yatay Ç.Düzlemi
	Yıkama	200	Yatay Ç.Düzlemi
	Pişirme	300	Yatay Ç.Düzlemi
Yaşama Odası	Genel	30	Yatay-Zemin Düzlemi

Çizelge 2.1 (devam): Konut mekanlarında çeşitli işlevlere göre belirlenen aydınlık düzeyleri [2,15]

Konut Mekanları	İşlev	E (lux)	E düzlem
Koridorlar	Genel	30	Yatay-Zemin Düzlemi
Medya-Tv	LCD-Led Plazma	20	Yatay-Zemin Düzlemi
Okuma-Çalışma	Dijital	300	Yatay Ç.Düzlemi
	Okuma-Yazma	500	Yatay Ç.Düzlemi
Yemek Bölümü	Formal	50	Yatay M.Düzlemi
	İnformal	100	Yatay M.Düzlemi
	Çalışma	200	Yatay M.Düzlemi

Diğer yandan Sümengen, Ö. ve Yener, A.K. tarafından yapılan çalışmada ise, CIBSE –“Code for Lighting: 2009” tasarım rehberinde ve EN-12464-1 Light and Lighting for Work Places: 2011 standardında farklı tipolojilere yönelik olarak verilen bazı eylem türleri konut yapılarında gerçekleştirilen eylem türleri ile ilişkilendirilmiş ve bu eylem türleri için gerekli görülen aydınlık düzeyleri konut tipolojisinde yer alan eylem türleri üzerinden sınıflandırılarak konut birimlerinde gerekli görülen aydınlık düzeyleri Çizelge 2.2’de olduğu gibi belirlenmiştir [16].

Çizelge 2.2 : Konut hacimleri için belirlenen aydınlık düzeyleri [16].

Konut Hacimleri	İşlev	E(lux)/ E_h
Banyo - WC	Genel	100
	Hazırlık – Ayna	300
Ebeveyn Yatak Odası	Genel Giyinme	100
Mutfak	Genel	200
	Hazırlık Tezgâhı	500
Koridorlar-Antre	Genel	100
Oturma Odası-Salon	Genel	100
TV-Sinema	LCD-Plazma	20
Yemek Bölümü	Genel	300
Okuma Köşesi-Çalışma Odası	Dijital	300
	Okuma-Yazma	500
Çocuk Odası	Oyun Odası	300

İç mekanda kolay görsel performans gerektiren eylemler için ortalama bir değer olarak kabul edilen 300 lx aydınlık düzeyi [17], aynı zamanda IESNA tarafından yatak odaları için gerekli olan aydınlık düzeyi olarak ifade edilmiştir [18].

Hong Kong’da yoğun bir yerleşim dokusunda yer alan konut yapısı üzerinden yapılan bir çalışmada, 300 lux yaşama mekanı için sağlanması gereken eşik aydınlık düzeyi

olarak kabul edilmiştir. Yaşama mekanında gerçekleşen günışığı performansının günışığı otonomisi değerlendirme yöntemi ile belirlendiği ve elde edilen sonuçların kullanıcı anketi ile desteklendiği çalışmada, görsel konforun sağlanması amacıyla 300 lx aydınlık düzeyinin yaşama mekanlarının minimum %29.6'sında sağlanması gerektiği belirtilmiştir [19]. Londra'da konut tipolojisine ait yaşama mekanı için yapılan diğer bir çalışmada ise konut mekanlarında gerçekleştirilen eylemlere yönelik yeterli görsel performansın sağlanması amacıyla 250 lx aydınlık düzeyi hesaplamalarda eşik değer olarak alınmıştır. Belirlenen eşik aydınlık düzeyinin günışığı otonomisi değerlendirme yöntemi ile yapılan çalışmalar sonucunda genel bir değer olarak %50 oranında mekân içerisinde sağlanmasının yeterli olduğu kabul edilmiştir [20]. Pencere tasarımının, enerji, günışığı performansı ve termal konfora etkisinin konut mekânı üzerinden değerlendirildiği başka bir çalışmada ise eşik değer olarak alınan 300 lx aydınlık düzeyinin birçok bina kullanıcısı için yeterli seviyede bir aydınlık düzeyi olarak kabul edildiği belirtilmiştir [21]. Bu anlamda konut tipolojisinde yaşama mekanları için gerekli aydınlık düzeyini net bir şekilde belirlemeye yönelik uygulanmış herhangi bir çalışma, standart, tasarım rehberi olmaması sebebiyle mevcut kaynaklar ve çalışmalar referans alınarak çalışma kapsamında ele alınan yaşama mekanı için 300 lx aydınlık düzeyi eşik değer olarak kabul edilmiştir.

Doğal ışık ile aydınlatılan mekanlarda gerekli aydınlık düzeyinin sağlanmasının yanında, içeri alınan günışığı miktarı ile meydana gelen ısı kazançları arasında denge kurulması düşünülmesi gereken bir diğer önemli konudur. Bu anlamda özellikle sıcak iklimlerde günışığı açıklıklarının tasarımına yönelik mekân içerisine alınmak istenen günışığı miktarı, eylem türüne göre gerekli olan eşik aydınlık düzeyinin ancak 2-3 katı olmalıdır [7].

Parıltı (Luminance): Bir ışık kaynağının belirli bir doğrultudaki ışık şiddetinin (ışık yeğinliğinin), kaynağın görünen alanına (bakış doğrultusuna dik bir düzlem üzerindeki izdüşüm alanına) bölümü olarak tanımlanmaktadır [11]. Cisimlerin görülmesinde ve algılanmasında rol oynayan fiziksel bir büyüklüğe sahip parıltı, yüzey, yüzeyin bir noktası ve gözlem doğrultusunu kapsamaktadır. Bu anlamda parıltıdan söz ederken bunun hangi yüzeyin, hangi noktasına ve doğrultuya ait olduğunu belirtmek gerekmektedir. Kendinden ışıklı olmayan yüzeyler için parıltı, o yüzeyin yansıtma çarpanı ile yüzey üzerindeki aydınlık düzeyinin çarpımına bağlıdır [22,23]. Parıltıya

bağlı görsel konfor ise görsel konforsuzluğa sebep olan parıltının var olması, parıltı farklılıklarının çok büyük veya çok düşük düzeylerde olması ve direkt güneş ışınlarının görülebilirliği gibi etmenlerin mekân içerisinde bazı sınırlar arasında tutulması veya yok edilmesi ile sağlanabilmektedir.

Görme eyleminin sağlıklı bir şekilde gerçekleşmesi için parıltı farklılıklarının olması gerekmektedir. Parıltı etkeninin düşük değerlerde kalması algılamada problemlere yol açarken, çok yüksek değerlere ulaşması ise kamaşma problemini meydana getirmektedir. Bu anlamda görüş alanındaki parıltı dağılımı görsel konforu etkilediğinden kamaşmayı arttıracak çok yüksek parıltı farklılıklarından (kontrastlardan), çok yüksek ve çok alçak parıltı düzeylerinden kaçınılması gerekmektedir [23].

Gözün görme yeteneğini azaltmasının yanında kişilerde huzursuzluk ve konforsuzluk duyumu uyandıran kamaşma, konforsuzluk (discomfort glare) ve yetersizlik (disability glare) kamaşması olarak iki şekilde ortaya çıkmaktadır. IES tarafından her iki durum için de tanımlanan bu kamaşmalardan ilki olan konforsuzluk kamaşması, çok fazla ışık miktarını ifade ederken, yetersizlik kamaşması ise göz çevresi ile bakılan alan arasındaki aydınlık düzeylerine yönelik farkın büyük olmasından kaynaklanmaktadır [15]. Diğer bir deyişle, konforsuzluk yaratan kamaşma doğal olarak ortaya çıkan aydınlatma kaynağından uzak durma arzusu ya da bir alanı zor görme olarak tanımlanabilirken, görme zorluğu oluşturan yetersizlik kamaşması konforsuzluğa sebep olan etkenler olmadan nesnelere görmede zayıflık, zorluk olarak tanımlanabilmektedir. Bu anlamda kazaların, yorgunluğun ve hataların önlenmesi için kamaşmanın sınırlandırılması gerekmektedir [23]. Aynı zamanda, gerçekleştirilen çalışmalarla bakış doğrultusunda kalan yüksek parıltıya sahip ışık kaynaklarının kişilerde migren, ışığa bağlı epilepsi gibi problemlere yol açtığı ortaya konmuş, bu nedenle kamaşmanın denetim altına alınması gerekliliği vurgulanmıştır [23].

Doğal ışık ile aydınlatılan hacimlerde günışığının mekâna giriş süresi, miktarı ve zamanı kamaşmayı belirli sınırlarda tutmak amacı ile kontrol edilmelidir. Bu kontroller cephe yüzeyinde kullanılan güneş kırıcılar, saçaklar, saydam yüzeyin geçirgenlik değeri ve yüzeydeki güneş kontrol yöntemleri ile yapılmaktadır [25]. Pencere yüzeylerinin parıltısı bu açıdan ele alınmalı ve pencerelerden giren direkt güneş ışığı miktarı belirli seviyelerde tutulmalıdır.

Doğal aydınlatmanın sebep olduğu kamaşmaya yönelik 1970 yılında Fischer'in yapmış olduğu çalışmalarda görüş alanına pencerelerin girmesinden kaynaklanan kamaşma incelenmiş ve 1973 yılında Van Leem tarafından geliştirilen yöntem ile konforsuzluk kamaşmasının kriterleri ortaya konmuştur. İngiltere'deki BRE (Building Research Establishment) kuruluşu ile Amerika'da bulunan Cornell Üniversitesi'nin gerçekleştirdiği ortak bir çalışma sonucu pencereden kaynaklanan kamaşmaya yönelik Chauvel tarafından geliştirilen Cornell eşitliği üzerinden günışığı kamaşma indisi (DGI-Daylight Glare Index) ortaya atılmıştır. Günışığı kamaşma indisine göre doğal aydınlatmadan kaynaklı meydana gelen kamaşma için görsel konforu sağlayacak aralıklar Çizelge 2.3'te verildiği gibi belirlenmiştir [26].

Çizelge 2.3 : Günışığından kaynaklı meydana gelen kamaşma için görsel konfor aralıkları [26].

Kamaşma Kategorisi	DGI
Hissedilebilir Kamaşma	16-18
Kabul Edilebilir Kamaşma	20
Konfor ve Konforsuzluk Ara Durumu	22
Rahatsızlık Verici Kamaşma	24-26
Katlanılmaz Kamaşma	>28

Wienold ve Christoffersen tarafından 2006 yılında geliştirilen, mekanlarda ölçülen aydınlık ve parlılık değerleri ile kullanıcıların mekanlardaki aydınlatma koşullarına olan tepkisi arasındaki ilişkiyi değerlendirmeye dayanan bir diğer ölçme yöntemi ise Günışığı Kamaşma Olasılığı-DGP (Daylight Glare Probability) yöntemidir [27]. 70'ten fazla denek üzerinde kullanıcıların günışığı kaynaklı kamaşmadan etkilenme durumlarının incelenmesi ve ilgili durumların mevcut kamaşma indisleri ile hesaplanması ile ortaya çıkan farklılıklar sonucu günışığı kamaşma hesabı için yeni bir eşitlik ortaya atılmıştır. Yapılan çalışmalarda farklı aralıklarda ele alınan DGP kamaşma kategorileri, Çizelge 2.4'te karşılaştırmalı olarak verilmiştir [25, 28].

Çizelge 2.4 : Günışığından kaynaklı kamaşma kategorileri [25, 28].

Kamaşma Kategorisi	DGP (Jakubiec & Reinhart,2010)	DGP (Wienold,& Christoffersen,2006)
Hissedilmeyen Kamaşma	<30	<35
Hissedilebilir Kamaşma	30-35	35-40
Rahatsızlık Verici Kamaşma	35-45	40-45
Katlanılmaz Kamaşma	>45	>45

Yapılan çeşitli çalışmalarda DGP yaklaşımının diğer yaklaşımlara oranla daha hassas ve güvenilir sonuçlar ortaya koyduğu belirlenmiştir [26]. Bu nedenle mekanlarda oluşan konforsuzluk kamaşması miktarını belirlemek için bina tasarım aşamasından itibaren çeşitli simülasyon programları kullanılarak DGP yaklaşımı ile kamaşma hesaplamalarının gerçekleştirilmesi önerilmektedir [29].

IES tarafından ortaya atılan bir diğer ölçme yöntemine göre ise iç mekanda aydınlık düzeyi 1000 lx ve üzeri aydınlık düzeyine neden olan doğrudan güneş ışınlarının etkisinde kalan alanın, mekanın taban alanına oranının %2'den fazla olması durumunun kamaşmaya sebep olabileceği belirtilmiştir [30].

Düzensizlik: İç mekanda gerekli aydınlık düzeyinin sağlanmasının yanısıra, ışığın yer ve zaman bakımından mekan içerisinde düzensiz bir şekilde dağılım göstermesi beklenmektedir. Göz daima görme alanındaki parlaklığa uyum sağlaması sebebi ile aydınlık düzeyinin düzensiz olarak dağılmadığı yerlerde farklı parlaklıklarla karşılaşır, dolayısıyla fizyolojik-optik bakımdan uygun görme koşullarından uzaklaşmış olur. Bu anlamda özellikle çalışma düzlemi ile çevre yüzey arasında belirli oranlarda aydınlık düzeyi farklarının olması gerekmektedir, Çizelge 2.5'te bu yüzeyler arasındaki aydınlık düzeyi ilişkileri verilmektedir [25].

Çizelge 2.5 : Çalışma düzlemi aydınlık düzeyine göre yakın çevre yüzeyinde olması beklenen aydınlık düzeyleri [25].

Çalışma Düzlemi Aydınlık Düzeyi (lux)	Yakın Çevre Aydınlık Düzeyi (lux)
≥ 750	500
500	300
300	200
≤ 200	Eç.d
Düzensizlik: $\geq 0,7$	Düzensizlik: $\geq 0,5$

Aydınlığın düzensizliğini belirlemek için belirtilen bir diğer ölçüt ise düzensizlik faktörüdür. Buna yönelik çeşitli değerlendirmeler olmasına karşın genel olarak düzensizlik faktörü, hacimde gerçekleşen minimum aydınlık düzeyinin ortalama aydınlık düzeyine oranı olarak tanımlanmaktadır. BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) -International New Construction- 2016'da konut mekanları dahil olmak üzere tüm mekanlarda günışığına yönelik

düzensünlük faktörünün (Emin/Eort veya DF/ADF) minimum 0.3 olması istenmektedir [31].

Hong Kong'da seçilen konut birimine yönelik yaşama mekanı üzerinden yapılan bir çalışmada ise kullanıcı açısından en önemli görsel konfor parametrelerinden birinin düzensünlük olduğu belirtilmiştir. Ele alınan yaşama mekanında günışığı performansının belirlenmesine yönelik yapılan simülasyonlar ve mekan kullanıcıları ile yapılan anket çalışmaları sonucunda günışığına ilişkin düzensünlük faktörünün (Emin/Eort) 0.112'den düşük olmaması gerektiği ifade edilmiştir. Yaşama mekanında günışığına yönelik belirlenen düzensünlük faktörünün 0.138 değerlerinde olduğu durumlar ise kullanıcıların %80'i tarafından memnuniyet verici olarak değerlendirilmiştir [19].

Mekânlarda görsel konforun sağlanması için aynı zamanda komşu mekânlar arasında büyük aydınlık düzeyi farklılıklarının olmaması beklenmektedir. Gözün parıltı farklılıklarına yavaş uyum sağlaması sebebiyle komşu hacimler arasında ortalama aydınlık düzeyi farkının en fazla 1/6 oranında olması gerektiği belirtilmektedir [32].

Renk: İç mekânda kullanıcıların hem fizyolojik hem de psikolojik olarak konfor durumlarını etkileyen bir diğer önemli konu renk olmaktadır. Renkler fizyolojik olarak ışık kaynaklarına yönelik renk sıcaklıklarının ve renksel geriverimlerinin gerçekleştirilen eylemlere uygun olması ve mekân yüzeyleri için seçilen malzemelerin ışık yansıtma katsayılarının doğru olması ile ilişkilidir. Bu anlamda görsel konforun sağlanması bakımından renk konusu, ışık rengi ve yüzey rengi olarak iki ayrı açıdan ele alınmaktadır.

Mekân içerisinde yer alan yüzeyler sahip oldukları renk ve ışık yansıtma katsayılarına göre mekândaki aydınlık düzeyini ve ışığın dağılımını etkilemekte, görsel konfor üzerinde önemli bir rol oynamaktadırlar. Günışığının mekana geldikten sonraki davranışını etkileyen bu yüzeylere yönelik EN 12464-1 standardında önerilen ışık yansıtma katsayı aralıkları Çizelge 2.6'da verilmiştir [25].

Çizelge 2.6 : EN 12464-1 standardına göre önerilen ışık yansıtma katsayıları [25].

Yapı Elemanı	Yansıtma Katsayıları
Tavan	0,7-0,9
Duvar	0,5-0,8
Zemin	0,2-0,4

Renkler mekân içerisindeki aydınlık düzeyine ve ışık dağılımına etki etmelerinin yanısıra, insan psikolojisi üzerinde de etkili olmaktadır. Bu anlamda insanın duygusal, zihinsel ve fiziksel dünyasını derinden etkileme gücüne sahip olan renklerden bir kısmı iç daraltıcı, sıkıcı bulunduğu gibi diğer kısmı ise insan üzerinde ferahlık ve genişlik duygusu yaratabilmektedir. Bu özellikleriyle renkler, yapıcı oldukları kadar yıkıcı, itici ya da çekici olabilmektedirler.

Renklerin aydınlatma tasarımında önemli olan bir diğer etkisi ise ışık kaynaklarının renkleri ve renksel geriverimleri olmaktadır. Işık kaynaklarının renkleri sahip oldukları renk sıcaklıklarına göre belirlenmekte ve sınıflandırılmaktadır. Yapma ışık kaynaklarına yönelik 1000 K (Kelvin) ile 10.000 K (Kelvin) arasında değişen renk sıcaklıkları genel olarak 3 grupta ele alınmaktadır. Bu gruplar; sıcak (3300 K altı), orta (3300-5300 K) ve soğuk (5300 K) olarak belirtilmiştir [23]. Güneş ise kaynağı gök ve güneş olmak üzere iki farklı ışık kaynağından meydana gelmesi sebebiyle, çok geniş bir renk sıcaklık aralığına (2000 K - 60.000 K) sahiptir. Bu anlamda CIE tarafından yapma ışık kaynaklarının sınıflandırılması amacıyla standardize edilen güneşiğine (kapalı gök altında) ait renk sıcaklığı, ortalama 5500 K aralığında belirlenmiştir [15].

Işık kaynaklarına yönelik renksel geriverim, ışık kaynağından çıkan ışığın nesne üzerinde gerçekleştirdiği renksel etki olarak tanımlanmaktadır. Nesnelere üzerindeki renksel geriverimin en iyi alındığı durum güneşiği aydınlığıdır. Bu anlamda güneşiğine yönelik renksel verim değeri 100 Ra olarak belirlenmiştir [15]. Yapma aydınlatma sistemi tasarımında yapma ışık kaynaklarına ait renksel geriverim değerlerinin en yüksek renksel geriverim değerine sahip olan güneşiği (100 Ra) değerine yakın olması beklenmektedir. Standartlarda çeşitli kullanım alanları ve işlevlere yönelik olarak ışık kaynaklarının sahip olmaları gereken minimum renksel geriverim değerleri verilmektedir.

Güneşiğine ait renk sıcaklıklarının ve renksel geriverimin görsel performans açısından optimum durumları ifade etmesi sebebiyle mekanların aydınlatılmasında güneşiğinin öncelikli olarak ele alınması önemlidir. Bu anlamda çeşitli ve değişken işlevlerin bir arada yapılması sebebiyle doğru görme ve algılamanın önemli olduğu konut hacimlerinin öncelikle güneşiği ile aydınlatılarak mekanlarda güneşiğinden kaynaklı renksel geriverimin optimum düzeyde sağlanması gerekmektedir. Doğal aydınlatmanın yeterli olmadığı durumlar için ise yapma aydınlatma sistem tasarımında

kullanılan ışık kaynaklarının renk sıcaklıklarının doğru olarak seçilmesi ve günışığına yakın renksel geri verime sahip olmaları beklenmektedir. Işık kaynaklarının seçiminde bu değerler eylem çeşidine ve kullanıcı tercihine göre belirlenmelidir.

2.2.2 Görsel konforu etkileyen psikolojik performans parametreleri

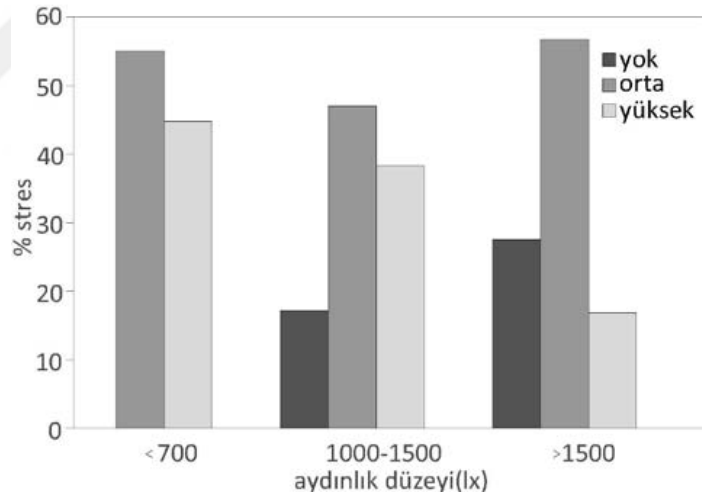
Sağlıklı bir görsel çevre oluşturulması ve görsel konforun sağlanması için fizyolojik performans parametrelerinin karşılanması yanısıra, kullanıcıların psikolojik gereksinmelerinin de karşılanması ayrıca önemlidir. Son zamanlarda yapılan çalışmalar ile günışığının, göz ile beyin arasındaki biyolojik işlevle dış uyarıcı arasındaki karmaşık ilişkinin meydana getirdiği görme eylemine ek olarak insan vücudunda çok çeşitli ve önemli biyolojik etkilere neden olduğu kanıtlanmıştır. Bu anlamda gün içerisinde yeterli miktarda alınan günışığının, sadece görsel veriyi elde etmemizi sağlamakla kalmadığı, vücudun biyolojik saatini etkileyici, dolaşım sistemini uyarıcı, D vitamini üretimini arttırıcı, kemiklere kalsiyum geçişini yükseltici, protein metabolizmasını düzenleyici ve serotonin, dopamin (mutluluk hormonu), kortizol (stres hormonu), melatonin (uyku hormonu) gibi beyin temporal bölgesiyle ilgili bilgileri dağıtan hormon seviyelerini kontrol edici birçok önemli biyolojik olayların meydana gelmesini sağladığı görülmektedir. Bütün bunların yanında kişilerin günışığı alımının kontrollü bir şekilde sağlanmaması sonucunda güneş ışığından gelen çok kısa elektromanyetik dalgalar (x ışını ve daha kısaları olmak üzere) göz ve deride derin doku zararlarına sebep olabilmekte, bu zararlar kısa dönemde yanıklar uzun dönemde de kanser gelişimi olarak kendilerini gösterebilmektedirler. Bu nedenle de günışığını vücuda direkt olarak almanın önemli olmasının yanısıra bu alımın dengeli bir şekilde yapılması gerekmektedir [33].

Görsel konforu etkileyen psikolojik performans parametreleri genel olarak; gün ışığını mekanda görme isteği, dış görüş (görsel olarak iç mekanın dış mekanla bağlantısı olma isteği), mahremiyet, hacim ve yüzeylerin görünümüne ilişkin istekler olarak sınıflandırılabilir [8].

Günışığını Mekânda Görme İsteği: İnsanlar çoğunlukla gün ışığını sever, günışığına bir şekilde dokunmak, görmek ve hissetmek isterler. İnsanların birçoğu günışığı ile aydınlanmış mekânlarda çalışmayı ve yaşamayı tercih ederler. Bazı aktivitelerin kapalı ortamlarda yapılması gerektiği durumlarda insanlar ara vermeye, dışarı çıkıp hava ve günışığını almaya ihtiyaç duyarlar [33]. Bu anlamda yapılan çalışmalar ile mekân

içerisinde gün ışığının alınma durumuna göre çalışanların çalışma ortamlarında daha verimli ve öğrencilerin okullarda daha başarılı olduğu, hastaların daha çabuk iyileştiği ve kişilerin psikolojik durumlarının olumlu yönde etkilendiği çeşitli çalışmalar ile kanıtlanmıştır.

Buna yönelik olarak hastane çalışanları üzerine yapılan bir çalışmada Şekil 2.2’de verildiği gibi, ortamda yatay aydınlık düzeyi değişimlerine bağlı gelişen stres oranları ölçülmüştür. 700 lx’ün altında kullanıcılarda orta ve yüksek düzeyde stres oranlarına rastlanırken, 1.000-1.500 lx arasında günışığı aydınlık düzeyine sahip olunan durumlarda bu oranın düştüğü görülmüştür. Ancak 1.500 lx’ün üzerindeki değerlerde ise kamaşmanın olup olmaması durumuna göre kişisel tercihlere bağlı olarak yok, orta ve yüksek düzeylerde stres oranları dağılım gösterdiği belirtilmiştir [34]. Günışığının insan biyolojisine etkisinin incelendiği başka bir çalışmada ise yüksek aydınlık düzeylerinin (>10,000 lux) vücuttaki kortizol hormonu seviyesini önemli ölçüde azalttığı belirlenmiştir [25,35].



Şekil 2.2 : Ortamdaki aydınlık düzeyine bağlı kullanıcılarda oluşan stres oranları [34].

Diğer yandan günışığının biyolojik ritmi düzenleyici özellikleri insan sağlığı için oldukça önemlidir. Biyolojik ritimlerin içinde en önemlilerinden biri ışık miktarı ihtiyacı ve ortamdaki aydınlık düzeyi ile orantılı olarak, vücudumuzun uyuma-uyanıklık (erişkin bir insanda ~16 saat uyanıklık / 8 saat uyuma), acıkma, vücut sıcaklığı ve bütün hormonal üretimleri gibi fizyolojik eylemleri günlük olarak bir döngü şeklinde yapmak, kontrol etmek, düzenlemek ve devam ettirmekle görevli olan sirkadiyen ritmdir. Bu anlamda göze gelen aydınlık düzeyi miktarının az olmasına

bağlı olarak sirkadiyen ritmin bozulması sonucunda kişilerde sersemlik, verimsizlik ve uyku düzensizlikleri gibi olumsuz sonuçlar ortaya çıkmakta, göze gelen aydınlık düzeyi miktarının fazla olmasına bağlı olarak ise uyku bozukluğu meydana gelerek insanlarda yorgunluk, dikkatsizlik, ağrıya duyarlılığın artması ve sinirlilik gibi etkiler meydana gelmektedir.

Dış görüş: Dışarı ile bağlantılı olma isteği temel bir gereksinim olup, insanların yaşadıkları mekanda görsel olarak dışarıyla bağlantı kurması oldukça önemlidir. Binalardaki tüm kullanıcılar, yenilenmek, rahatlamak, dış ortam ile bağlantı kurarak görsel algıda farklılık hissetmek için dış görüşün mekânda sağlanmasına ihtiyaç duyarlar [2]. Pencerelerin tasarlanmasında belirtilen 2 temel fonksiyondan biri günışığının mekana alımı iken, diğeri ise dış görüş sunmasıdır. Bu anlamda mekan içerisinde dış görüşün sağlanması kişileri hem fizyolojik hem de psikolojik olarak etkileyen en önemli konulardan biri olmaktadır.

Dış görüş pencerenin boyutu, pozisyonu ve biçimi ile ilgili olarak ortaya çıkmaktadır [36]. Bu anlamda küçük pencereler kullanmak yerine, daha büyük tek parça pencere sistemleri kullanmak görsel açıdan iç ve dış ortam arasında bağlantı kurmak için etkili bir yöntemdir [37]. Aynı zamanda dış görüşü etkileyen ve Bölüm 4.1’de ayrıntılı şekilde irdelenen pencereye yönelik parametreler ile ilgili çeşitli çalışmalar yapılmış, bazı değerler ve kriterler ortaya konmuştur. Farklı ülkelerde hazırlanan çeşitli standart ve rehberlere göre pencere tasarımlarının özellikle pencerelerin boyutlarına yönelik olarak minimum oranda bu değerleri karşılaması istenmektedir. Bu anlamda tek bir duvarda yanal pencere olması durumunda dış görüşün sağlanması için oda derinliğine bağlı olarak Çizelge 2.7’de verilen minimum saydamlık oranlarının sağlanması gerekmektedir [38].

Çizelge 2.7 : Tek duvarda yanal pencerelerin yer alması durumunda dış görüş için gerekli minimum saydamlık oranları [38].

Oda Derinliği(max)	Saydamlık Oranı(min)
m	%
<8	20
8≤ , ≤11	25
11<, ≤14	30
14<	35

Aynı zamanda Binalarda Aydınlatma- 2. Kısım: Doğal aydınlatma için mesleki kurallar adlı İngiliz standardında pencere ve dış görüş ilişkisi irdelenerek iç

mekânlarda dış görüşün olabildiğince sağlanması gerektiğine dikkat çekilmiş ve pencerelerin planlanma aşamasında aşağıdaki unsurların göz önünde bulundurulması önerilmiştir:

- Kullanıcılara mümkün olduğunca doğal çevre unsurlarını (ağaç, çim, bitki örtüsü, açık alanlar) barındıran dış görüş sağlanmalıdır.
- Yoğun yapılaşmanın olduğu bölgelerde dış görüşte doğal çevre unsurlarının sağlanamadığı ve yalnızca gök parçası ile cadde yahut sokağın görünür olduğu durumlarda dış görüşün dinamik olması ve insan hareketi, değişken hava koşullarının gözlemlenebilir olması beklenmektedir.
- Güvenlik ve dış çevreden haberdar olma gerekçeleriyle yakın çevrenin dış görüşte gözlemlenebilir olması beklenmektedir.
- Dış görüş planlamasında bina tipolojisine bağlı olarak gizlilik ve mahremiyet unsurlarının da dikkate alınması ve pencerelerin buna bağlı olarak tasarlanması beklenmektedir [26,38].

Yine bu raporda, dış görüşe ilişkin olarak üst seviye (gök ya da yapay çevre), orta seviye (doğal veya yapay çevre) ve alt seviye (zemin) olmak üzere üç farklı dış görüş türünden bahsedilmiş ve her üç seviyeyi barındıran dış görüş durumlarının olumlu ve yeterli olduğu belirtilmiştir. Aynı zamanda dış görüş istenilen mekânlarda pencerelerin göz hizasında olması, kullanıcılar oturma pozisyonunda iken denizliklerin ise göz hizasının altında kalması beklenmektedir [38].

Günümüzde binaların sürdürülebilirliklerine yönelik önemli bir ölçüt sunan ve giderek kullanımları yaygınlaşan değerlendirme sistemlerinde de dış görüşe yönelik kriterlere yer vermeye başlanmıştır. Bu anlamda LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) sertifikasyon sisteminde sürekli kullanımın görüldüğü mekanlar için dış ortama açılan pencerelerin %90'ının dış görüş sağlanması beklenmektedir [25, 39, 40].

BREEAM sertifikasyon sisteminde ise pencere boyutunun oda derinliği ile bağlantılı olarak sağlanması gereken minimum saydamlık oranı belirtilmektedir. Bu anlamda en az bir adet pencerenin göz hizasında sadece gök parçasını değil, aynı zamanda dış çevrenin de görünür olacak şekilde dış ortama açılması istenmektedir. Aynı zamanda mekanın en az %80'i için ise gök görüşü istenmektedir. Özellikle yaşama odaları gibi

konut mekanlarında zamanının çoğunu aynı mekan içerisinde geçiren kullanıcı açısından dış görüşe yönelik kriterlerin sağlanması önemli olmaktadır [41].

Mahremiyet: Konutlarda dış görüş-günüşiği alımı ve mahremiyet, birbirleri ile ilişkili kavramlar olup, psikolojik konforun sağlanması için birbirlerini destekler şekilde belirli sınırlarda olmalıdırlar [2]. Mahremiyet, dış ortam aydınlık düzeyi ile karşılaştırılan iç ortam aydınlık düzeyine ve kullanıcının mahremiyet algısına bağlıdır [7]. Özellikle konut tipolojilerinde bu durum konut tipi ve kullanıcı tercihinine göre değişiklik gösterse de genellikle mahremiyetin sağlanması öncelikli tercihlerden biri olmaktadır. Bu anlamda mahremiyetin sağlanmasına yönelik kesin ölçütler bulunmasa da yapı blokları arasındaki mesafeler, dış ortam ile bağlantı sağlayan açıklıklardan özellikle pencerelerin mekân içerisindeki kullanıcı aktivitesine bağlı olarak konumları, açıklık oranları ve saydamlıkları, sabit veya kontrol edilebilen iç ve/veya dış ortam gölgeleme elemanları ile mahremiyet çeşitli ölçütlerde sağlanabilmektedir.

3. İÇ MEKANDA GÜNIŞIĞI PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİNE YÖNELİK YÖNTEMLER

Geçmiş zamanlardan beri iç mekanlarda günışığı etkinliğini sağlamak tasarımlarda en temel sorunlardan biri olmaktadır. Günümüzde mekânların doğal ışık ile aydınlatılmasının yeniden önem kazanması ile birlikte bir mekânda yeterli düzeyde günışığının elde edilmesi ve görsel konfor şartlarının oluşturulması amacıyla günışığının analiz edilip özelliklerinin belirlenmesi önemlidir. Bu anlamda iç mekanda günışığı performansının analiz edilmesi ve değerlendirilmesine imkan veren çeşitli günışığı değerlendirme yöntemleri ortaya konulmuştur. İç mekânda günışığı performansının değerlendirilmesine yönelik kullanılan bu yöntemler tasarımcılara bilgi vermek ve rehber olmak, aynı zamanda tasarımcılara günışığı tasarımının çeşitli parametrelerini karşılaştırmak istedikleri zaman kullanmaları için bir ölçme yöntemi sunmak amacıyla geliştirilmiştir. Değerlendirme amacına göre yıllık, aylık ve günlük zaman dilimleri için yapılan bu analizler, bir mekânda günışığı performansının optimum düzeyde sağlanması adına gereklidir.

Binalarda günışığı performansının doğru bir şekilde belirlenmesi öncelikli olarak dış ortam aydınlık düzeyinin gerçeğe en yakın olarak hesaplanması durumuna bağlı olmaktadır [26]. Dış ortam aydınlık düzeyinin hesaplanmasına yönelik bu anlamda birçok yöntem ortaya konmuş ve bu yöntemler geliştirilmeye devam edilmektedir.

Dış ortam aydınlık düzeyinin belirlendiği bir ortam için mekân içerisinde günışığı performansını tespit etmeye yönelik değerlendirme yöntemleri ele aldıkları değişkenlere göre temel olarak ikiye ayrılmaktadırlar. Statik ve iklime dayalı/dinamik yöntemler olarak ikiye ayrılan günışığı değerlendirme yöntemleri Çizelge 3.1'de verilmektedir.

Çizelge 3.1: İç mekanda günışığı performansının değerlendirilmesine yönelik yöntemler.

Statik Günışığı Değerlendirme Yöntemleri	İklim Dayalı/Dinamik Günışığı Değerlendirme Yöntemleri
Günışığı Faktörü (DF- Daylight Factor)	Günışığı Otonomisi (DA- Daylight Autonomy)
Ortalama Günışığı Faktörü (ADF- Average Daylight Factor)	Sürekli Günışığı Otonomisi (DAcon- Continuous Daylight Autonomy)
Bir Noktadaki Aydınlik Düzeyi (SPT- Single Point In Time)	Maksimum Günışığı Otonomisi (DAmx -Maximum Daylight Autonomy)
Ortalama Aydınlik Düzeyi Miktarı (Em -Average Illumination Level)	Faydalı Günışığı Aydınliği (UDI -Useful Daylight Illuminance)
Dikey Aydınlik Düzeyi - Yatay Aydınlik Düzeyi Oranı (VH -The Vertical to Horizontal Illuminance Ratio)	Mekansal Günışığı Otonomisi (sDA-Spatial Daylight Autonomy)
	Yıllık Güneş Işığı Alımı (ASE- Annual Sunlight Exposure)

3.1 Statik Günışığı Değerlendirme Yöntemleri

Bir mekânda var olan günışığı miktarını etkileyen iklim, konum, yönelim gibi herhangi bir değişkeni olmayan, tek bir durum/koşul altında günışığını ele alan hesaplama yöntemleridir. Bu yöntemler içerisinde günışığı faktörü, ortalama günışığı faktörü ve ortalama aydınlık düzeyi miktarı en çok kullanılan değerlendirme yöntemleridir.

Günışığı Faktörü: İç mekânda çalışma düzlemi üzerinde yer alan bir noktanın aydınlık düzeyinin engelsiz ve CIE (Comission Internationale de l'Eclairage) kapalı gök koşulu altında yatayda oluşan dış ortam aydınlık düzeyine oranı olarak tanımlanır [42]. Yüzdesele olarak ifade edilen bu oran kesin bir değeri belirtmemekle birlikte iç mekândaki günışığı performansının değerlendirilmesinde yaygın bir şekilde kullanılan en eski yöntemlerden biridir. Eşitlik 3.1'de verildiği gibi hesaplanan günışığı faktöründe hacim içerisinde oluşan aydınlık miktarına (E_i) direkt gelen günışığına ek olarak iç ve dış ortamdaki yansıtıcı bileşenler de dâhil edilmektedir.

$$GF = \frac{E_{iç}}{E_{dış}} \times \%100$$

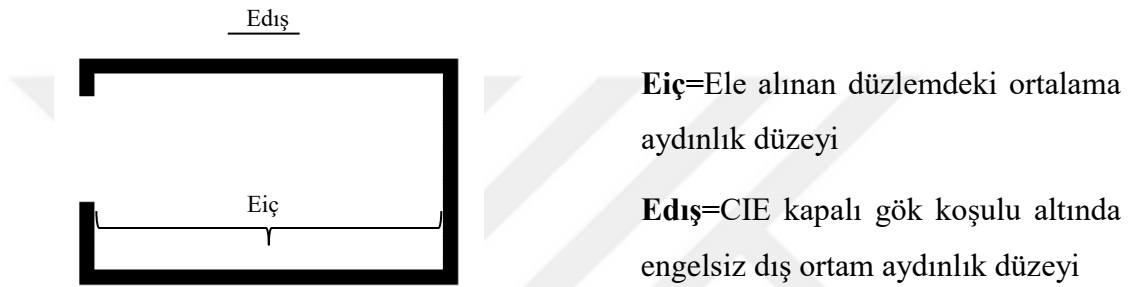
$$E_i = GB\% + DYB\% + İYB\% \quad (3.1)$$

Gök Bileşeni (GB): Herhangi bir düzlem üzerinde yer alan seçilmiş bir referans noktasına gökten gelen dolaysız (direkt) günışığıdır.

Dış Yansımış Bileşen (DYB): Ele alınan referans noktasına dış ortamdan (dış engeller ve dış yüzeyler) yansiyarak gelen günışığıdır.

İç Yansımış Bileşen (İYB): İç ortama giren günışığının ele alınan referans noktasına iç yüzeylerden yansması ile gelen yansımış günışığı katkısıdır.

Ortalama Günışığı Faktörü; Ele alınan herhangi bir düzleme düşen toplam günışığı akısının o düzlemin alanına oranının, engelsiz kapalı gök koşulu altında dış ortam aydınlık düzeyine oranını ifade eden ortalama günışığı faktörü Eşitlik 3.2’de ifade edilmektedir [43].



$$\text{Ortalama Günışığı Faktörü} = \frac{E_{iç}}{E_{dış}} \times \%100 \quad (3.2)$$

Direkt güneş ışığının dikkate alınmadığı bu yöntemde, hacim boyutları, pencere boyutları, cam türü, camın bakım faktörü, dış engellerin boyut ve konumuna dair özellikler, hacim iç yüzeylerinin ışık yansıtma çarpanları gibi parametreler de Eşitlik 3.3’de verilen hesaplama yöntemiyle değerlendirmeye katılmaktadır.

$$\text{Ortalama Günışığı Faktörü} = \frac{A_w.M.T.\theta}{A.(1-R^2)} \quad (3.3)$$

A_w: Net Pencere Alanı(m^2)

M:Bakım Faktörü

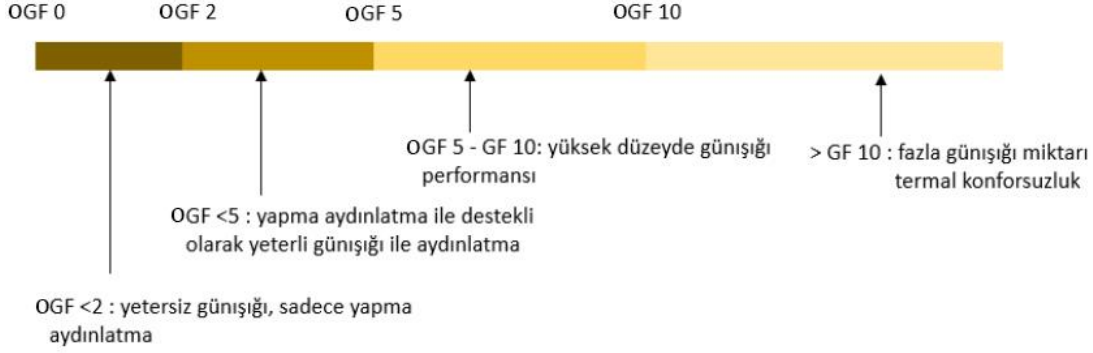
T:Pencere Camı Geçirgenlik Oranı

θ:Gökyüzü Engel Açısı

A:İç mekandaki yüzeylerin toplam alanı(m^2)

R:İç mekandaki yüzeylerin ortalama yansıtma katsayı değerleri

Binalarda Aydınlatma- 2. Kısım: Doğal aydınlatma için mesleki kurallar adlı İngiliz standardında Şekil 3.1’de verildiği gibi genel olarak %5 ve üzeri ortalama günışığı faktörü ek bir yapma aydınlatma gerektirmeden mekan içerisinde yeterli günışığı varlığını ifade ederken, %2 ve üzeri ortalama günışığı faktörü ise ek bir yapma aydınlatma gerekebilecek durumları ifade etmektedir [38].



Şekil 3.1 : Ortalama günışığı faktörü değer aralıkları [38].

Yine ilgili standartta konut yapılarında kullanılan mekanlara yönelik sağlanması gereken minimum ortalama günışığı faktörü değerleri Çizelge 3.2’de verilmektedir [38].

Çizelge 3.2: BS 8206-2:2008 standardına göre konut mekanlarında sağlanması gereken minimum ortalama günışığı faktörü değerleri [38].

Mekân Tipi	Minimum Ortalama Günışığı Faktörü
	%
Yatak Odası	1
Yaşama Mekanı	1.5
Mutfak	2

Aynı zamanda günışığı faktörüne dair BREEAM değerlendirme sistemi içerisinde yeni yapıları ele alan BREEAM International New Construction’da 40° enlemin altında bulunan yerler için mekânın %80’ininde %1,5 günışığı faktörü istenmektedir [41]. BREEAM International New Construction version 2.0’de ise 40° enlem altındaki yerler için yaşama mekanının %80’inde %1.2, 40°-45° enlemleri arasında bulunan yerler için ise yaşama mekanının %80’inde %1.3 günışığı faktörünün sağlanması istenmektedir [31].

Ortalama Aydınlik Düzeyi; Doğal ışık ile aydınlanan bir mekanda yatay çalışma düzlemindeki ortalama aydınlık düzeyi, o düzlemdeki görsel performansın sağlanması

için gerekli olan günışığı etkinliğinin bir göstergesidir. Bu anlamda yatay çalışma düzleminde ortalama aydınlık düzeyinin az olması görsel yetersizliğe neden olurken, çok olması ise görsel konforsuzluğa neden olmaktadır [44]. Bu sebeple farklı görsel gereksinimlere göre standartlarda ve değerlendirme sistemlerinde görsel konforun sağlanabilmesine yönelik çeşitli ortalama aydınlık düzeyleri verilmektedir. Verilen bu aydınlık düzeylerinin tasarımlarda bir ölçüt olarak alınması ile görsel performansın sağlandığı mekânlar elde edilmektedir.

3.2 İklima Dayalı Günışığı Değerlendirme Yöntemleri

İklima dayalı, dinamik günışığı değerlendirme yöntemleri statik günışığı değerlendirme yöntemlerine alternatif olarak geliştirilmişlerdir. Genellikle belirli bir zaman dilimine bağlı olarak mekânda var olan mevcut aydınlık düzeyi değerlerine dayandırılan dinamik günışığı değerlendirme yöntemleri, statik günışığı değerlendirme yöntemleri ile kıyaslandığında güneş ışınımını, meteorolojik olayları, günışığının mevsimsel ve günlük karakterini ve miktarını dikkate almaları bakımından daha doğru verilerin elde edilmesine olanak sağlarlar. İklima dayalı günışığı değerlendirme yöntemleri olarak da adlandırılan dinamik günışığı değerlendirme yöntemlerini mekân içerisinde günışığı performansının belirlenmesine yönelik etkileyen dört temel parametre bulunmaktadır. Bunlar;

- Yer Ve İklim
- Zaman Dilimi
- Mekânsal Değişkenler
- Hedef Aydınlık Düzeyi olarak sıralanmaktadır [45].

Bu dört etkenden yer ve iklim; yapının/mekanın var olduğu yörenin iklimini, günışığı etkinliğini, güneş ışınlarının geliş açılarını, hava koşulları ve nemlilik, bulutluluk gibi diğer gök değişkenlerini belirtirken, zaman dilimi, hesaplanacak zaman diliminin belirlenmesini (hesaplamalarda genellikle bu zaman dilimi yıllık olarak belirlenmektedir) ifade etmektedir. Mekânsal değişkenler ise dinamik günışığı değerlendirme yöntemleri için hesaplama gridinin oluşumunu ifade etmektedir. Bu hesaplama gridi odanın boyutlarına göre belirlenmektedir. Gridi oluşturan hücrelere ait maksimum boyut Eşitlik 3.4’de verilen formüle göre hesaplanırken gridin mümkün olduğunca kare veya kareye yakın boyutlarda olması gerekmektedir.

Çizelge 3.3’de ise EN-12464 standardında hesap için oluşturulacak grid sistemine dair spesifik ölçüler verilmiştir [24-25].

$$p = 0,2 \times 5^{\log_{10}(d)} \quad (3.4)$$

Yukarıda verilen eşitlikte (d) mekânın uzun kenar ölçüsü olurken, mekânın uzun kenarının kısa kenarına oranı 2 veya 2’yi geçtiği takdirde bu değer kısa kenar olarak alınmaktadır.

Çizelge 3.3: Hacmin uzun kenarına göre oluşturulacak hesaplama gridine ait sağlanması gereken değerler [25].

Hacim uzunluğu(d) [m]	Gridi oluşturan noktalar arasındaki maksimum uzaklık(p) [m]	Minimum grid noktası
0.4	0.15	3
0.6	0.20	3
1.0	0.20	5
2.0	0.30	6
5.0	0.60	8
10.0	1.0	10
25.0	2.0	12
50.0	3.0	17
100.0	5.0	30

Hedef aydınlık düzeyi mekân içerisinde yapılan eyleme bağlı olarak görsel performansın sağlanabilmesi için standartlarda belirtilen ortalama aydınlık düzeyini ifade etmektedir. Görsel konforun sağlanabilmesi için eşik değer olarak alınan bu aydınlık düzeylerine göre hacim içerisinde günışığı performansı belirlenmektedir. Konut yapıları için belirlenen aydınlık düzeyleri Bölüm 2.2’de ayrıntılı olarak verilmektedir.

Günışığı Otonomisi (DA) : Günışığı alan mekânlarda yıllık olarak günışığı miktarının değerlendirilmesi amacıyla 1989 yılında İsviçre’de yer alan “Association Suisse des Electriciens” derneği tarafından ortaya atılmış ve 2001-2004 yılları arasında Reinhart tarafından geliştirilmiştir [26]. Günışığı otonomisi kullanıcının mekan içerisinde sadece günışığı ile eylemini gerçekleştirebilecek yeterli günışığı olup olmadığının göstergesi olarak kullanılır ve hesaplama için çalışma düzlemini ele alır. Buna bağlı olarak günışığı otonomisi bir mekanda var olan belirli bir düzlem için değerlendirme yaparak, mekan için gerekli olan minimum aydınlık düzeyinin sadece günışığı

tarafından karşılandığı saatlerin bir yıl boyunca mekanın toplam kullanım saatlerine oranı olarak tanımlanmaktadır [42]. Genellikle yıllık olarak alınan günışığı otonomisi değerleri mevsimsel, aylık veya günlük olarak da alınabilmektedir. Elde edilen günışığı otonomisinin yüzdesi aynı zamanda yıllık olarak aydınlatmaya yönelik enerji ihtiyacını da belirtmektedir.

Sürekli Günışığı Otonomisi (DAcon): 2006 yılında Rogers tarafından önerilen sürekli günışığı otonomisi yöntemi, günışığı otonomisi ile benzer bir prensibe dayanmasına karşın günışığı otonomisinden farklı olarak günışığı seviyesi için kısmi puanlama hükmü vermektedir. Ele alınan hacimde istenen aydınlık düzeyinin yalnızca doğal aydınlatma ile sağlanma sürekliliği ve doğal aydınlatma miktarının istenen aydınlık düzeyine olan yakınlığı bu yöntemde esas alınmaktadır [42]. Bu yöntemde düşük günışığı aydınlık düzeylerinin toplam günışığı performansına etkisine olan katkısı vurgulanmaktadır.

Maksimum Günışığı Otonomisi (DAm_{ax}): Sürekli günışığı otonomisi değerlendirme yöntemi ile bağlantılı olarak kullanılması için Roger tarafından aynı zamanda maksimum günışığı otonomisi değerlendirme yöntemi tanımlanmıştır. Parıltı ve ısı yüklerine sebep olan maksimum aydınlık düzeyinin ele alındığı bu yöntemde, yüksek aydınlık miktarının sebep olduğu potansiyel durumların mekanın tipolojisine bağlı olduğu varsayılarak, ele alınan mekan için gerekli olan aydınlık düzeyinin 10 katı maksimum günışığı otonomisi için eşik aydınlık seviyesi olarak alınmaktadır. Bu yöntem ile günışığı otonomisi değerlendirme yönteminde kullanılan minimum aydınlık düzeyinin aksine maksimum aydınlık düzeyinin yıl içerisindeki kullanım saatlerine oranı hesaplanmaktadır [42].

Faydalı Günışığı Aydınlığı (UDI) : İç mekanda günışığı performansını analiz etmek için kullanılan değerlendirme yöntemlerinden bir diğeri de 2005'te Mardaljevic ve Nabil tarafından ortaya konulan 'Faydalı Günışığı Aydınlığı' dır. Günışığı otonomisinde hedef değer veya eşik değeri olarak alınan belirli bir aydınlık düzeyi (örn. ofis yapılarında okuma eylemi için 500 lx) yerine, kullanıcıların reel anlamda ortaya çıkan günışığını faydalı olarak adlandırdıkları aydınlık düzeylerinin bir aralık oluşturacak şekilde eşik değerler olarak alındığı yöntemdir [46]. Bu anlamda faydalı günışığı aydınlık düzeyi, çalışma düzlemi boyunca var olan ve kullanıcılar tarafından faydalı olarak düşünülen günışığı aydınlık miktarının yıllık olarak tanımlanmasından gelmektedir.

Faydalı günışığı aydınlığının belirlenmesine yönelik çalışmalar ilk olarak ofis tipolojisi için gerçekleştirilmiştir. Bu anlamda çalışma mekanları için yapılan günışığı simülasyonları ve ofis çalışanları tarafından faydalı olarak değerlendirilen günışığı aydınlığı aralıkları aşağıdaki gibi olmaktadır [47].

- UDI ‘Yetersiz günışığı aydınlığı’ ($<100 \text{ lx}$)
- UDI ‘Ek bir yapma aydınlatma ilavesi ile yeterli günışığı aydınlığı’ ($100 \text{ lx} < x < 500 \text{ lx}$)
- UDI ‘Yeterli günışığı aydınlığı’ ($500 \text{ lx} < x < 2000, 2500 \text{ lx}$)
- UDI ‘Görsel ve/veya termal konforsuzluğa sebep olabilecek günışığı aydınlığı’ ($2000, 2500 \text{ lx} <$)

Mardaljevic ve diğerleri tarafından konut tipolojisinde faydalı günışığı aydınlığı aralıklarını belirlemeye yönelik yapılan çalışmalarda ise hacimlerde oluşan günışığının “faydalı” olma aralıkları ile birlikte elektrik enerjisi kullanımını da belirleyen aralıklar tanımlanmış, bu aralıklar dünyada bu konuda yapılmış çeşitli çalışmalara dayandırılarak aşağıda verildiği şekilde gruplandırılmıştır [46];

- UDI ‘Yetersiz’ ($X < 100 \text{ lux}$)
- UDI ‘Ek yapma aydınlatma ilavesi gereken aydınlık düzeyi’ ($100 \text{ lux} < X < 300 \text{ lux}$)
- UDI ‘Yeterli’ ($300 \text{ lux} < X < 3000 \text{ lux}$)
- UDI ‘Aşırı’ ($3000 \text{ lux} < X$)

Yapılan çeşitli çalışmalar sonucunda faydalı olma aralıkları ofis yapıları ve konut yapıları için değişmekte, aynı zamanda yüksek aydınlık seviyelerinin bazı çalışmalarda farklı düzeylerde ele alındığı görülmektedir. Bu sebeple faydalı günışığı aydınlığı değerlendirme aralıklarının kullanıcı profiline ve eylem çeşidine göre farklılık gösterdiği söylenebilmektedir. Diğer yandan faydalı günışığı aydınlığı genellikle binanın kullanım saatlerini ele alırken, aynı zamanda yıl boyunca günışığının etkin olduğu saatler üzerinden de değerlendirme yapmaktadır [48].

Mekânsal Günışığı Otonomisi (sDA): IES tarafından iç mekânda günışığı değerlendirme yöntemlerine yeni bir yaklaşım olarak 2012 yılında ortaya konmuştur. Mekânın kullanım süresi içerisinde mekânı da dahil ederek kabul edilebilir düzeyde

günüşığı alınıminı irdeleyen bu yöntemde, çalışma mekanları üzerinden yapılan analizler sonucunda hedef aydınlık düzeyi 300 lx olarak belirlenmiş olup 08.00-18.00 (10 saat) olarak ele aldığı kullanım saatlerinin tamamında hacmin (taban alanının) %50' si için bu değerin sağlanması istenmektedir [49]. Ofisler, okullar, kütüphaneler, servis alanları, toplantı mekânları gibi benzer eylemlerin gerçekleştirildiği çalışma mekânları için tanımlanan bu yöntem aynı zamanda düzenli olarak kullanılan mekânlar için de bir ölçüt olarak alınabilmektedir [49]. Mekânsal günüşığı otonomisinin 300 lx hedef aydınlık düzeyi üzerinden mekânın %50'sinde kullanım saatlerinin %55'inden fazla sağlandığı durum nötr veya kabul edilebilir bir düzey olarak ifade edilirken, kullanım saatlerinin %75'inden fazla sağlandığı durum tercih edilebilir olarak değerlendirilmiştir [46,50].

Yıllık Güneş Işığı Alımı (ASE): Mekânsal günüşığı otonomisi ile birlikte ortaya atılan bir diğer yaklaşım ise yıllık güneş ışığı maruziyetidir. Mekânsal günüşığı otonomisinde görsel ve termal konforsuzluğa sebep olabilecek direkt güneş ışığına karşı herhangi bir üst limit olmaması sebebiyle yıllık güneş ışığı maruziyeti ile birlikte kullanımı ön görülmüştür. Mekânın kullanım saatleri içerisinde güneş ışığına maruz kalınan süre üzerinden değerlendirme yapan yıllık güneş ışığı maruziyeti değerlendirme yönteminde, hedef olarak alınan ve güneşten kaynaklı meydana gelen 1000 lx aydınlık düzeyinin mekanın yıllık kullanım saatleri içerisinde 250 saatten fazla gerçekleşmesi ve kullanılabilir taban alanının %10'dan fazla oluşması durumunda görsel konforsuzluğun meydana gelebileceği belirtilmektedir [46,50].

3.3 İç Mekânda Günüşığı Performansının Değerlendirilmesine Yönelik

Yöntemlerin Konut Binalarında Kullanımı

İç mekânda günüşığının analiz edilmesi ve performansının değerlendirilmesine yönelik olarak ilgili standartların, ilgili literatürün ve yapılan çalışmaların incelenmesi sonucu pek çok yöntemin geçmişten itibaren kullanıldığı ve bu yöntemlerin ihtiyaçlara yönelik geliştirilerek çeşitlendiği görülmektedir. Statik değerlendirme yöntemlerinin iklime dayalı dinamik değerlendirme yöntemlerinden daha az duyarlı olmasına karşın; özellikle konut tipolojisi için yapılan çalışmalarda, iç mekanda günüşığı performansının değerlendirilmesine yönelik günüşığı faktörü ve ortalama günüşığı faktörü gibi statik değerlendirme yöntemlerinin kullanımları ile daha çok

karşılaşılmaktadır. Bu yöntemler günümüzde standart ve değerlendirme sistemlerinde de ölçüt olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadırlar.

Artan nüfus ile birlikte yapılaşmanın getirdiği enerji talebi, kaynakların tüketimi ve çevresel sürdürülebilirlik konuları ile birlikte ortaya çıkan ihtiyaçlar, günışığının mekânda daha detaylı ve etkin bir şekilde analiz edilmesini ve değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır. Statik günışığı değerlendirme yöntemlerinin sadece kapalı gök koşulu altında değerlendirme yapması ve direkt güneş ışınlarını hesaba katmaması, bu ihtiyaçlara yönelik analizlerin yetersiz kalmasına ve görsel konforun sağlanması için gerekli olan parıltı ve kamaşma gibi parametrelerin değerlendirmelerde ele alınmamasına neden olmaktadır. Aynı zamanda gelişen teknoloji ile birlikte iklime, gök durumuna ve mekana dair çeşitli fiziksel verilerin girilmesi ile gerçeğe yakın sonuçlar sunan simülasyon programlarının ortaya çıkması, iklime dayalı günışığı performansı değerlendirme yöntemlerinin kullanılmasını, bu sayede daha duyarlı analizler yapılarak daha sağlıklı sonuçlar alınmasını sağlamaktadır. Buna yönelik olarak ofis yapıları üzerinden literatür araştırması temelli yapılan bir çalışmada, günışığı faktöründen sonra günışığı otonomisi ve faydalı günışığı aydınlığı değerlendirme yöntemlerinin yakın zamanda yapılan çalışmalarda daha çok tercih edildiği ve kullanıldığı ortaya konmaktadır [51]. Günümüz değerlendirme sistemlerinde de bir ölçüt olarak kullanılmaya başlanan iklime dayalı günışığı performansı değerlendirme yöntemlerinin başta çalışma mekânları üzerine yapılan çalışmalarda olmak üzere, birçok çalışmada olduğu gibi konut yapılarında da kullanılmaya başlandığı görülmektedir.

Konut binaları; kullanıcılarının demografik özellikleri, hacimlerin kullanılma süreleri ve eylem çeşitliliği açılarından diğer bina tipolojilerinden farklılık göstermektedir. Bu kapsamda konut mekânlarının kullanım süreleri, aile büyüklüğüne, konutta bulunma durumuna ve oda aktif kullanımına göre çeşitlenmektedir [2]. Konut mekanlarında gerçekleştirilen eylemler ve kullanıcıların gerçekleştirilen eylemlere yönelik farklı tutumları, kullanıcılar açısından gerekli görülen, arzu edilen günışığı miktarının belirlenmesinde değişiklik göstermektedir. Bu anlamda konut mekanlarının kullanım süreleri ve arzu edilen günışığı miktarına yönelik bir çok varsayım ortaya çıkabilecektir. Bu sebeplerle diğer tipolojiler için yapılan kesin varsayımlar ile kullanılacak günışığı değerlendirme yöntemlerinin seçimi ve mekânlarda günışığı etkinliğinin değerlendirilmesi, konut tipolojileri için gerçekçi ve doğru sonuçlar

vermekte yetersiz kalabilmektedir. Sonuç olarak günışığı değerlendirme yöntemlerinin (statik ve dinamik olmak üzere) yapının tipolojisine, mekânın kullanım amacına, kullanım süresine ve günışığının analiz amacına göre seçilmesi önemli olmaktadır.

Yukarıda açıklanan bütün bu sebepler ışığında, çalışma kapsamında konut binalarında gerçekleştirilen cephe tasarımlarının değerlendirilmesi amacıyla kesin bir hedef aydınlık düzeyi yerine istenilen aydınlık düzeyini bir aralık olarak ifade eden faydalı günışığı aydınlığı değerlendirme yönteminin, iç mekanda günışığı etkinliğini değerlendirmek amacı ile kullanımının kısa zamanda daha doğru sonuçlar vereceği düşünülmektedir. Çalışma içerisinde konut binalarında yaşama mekânına yönelik ele alınan hesap saatleri ve faydalı günışığı aydınlığı aralıkları, bu kapsamda Mardaljevic ve diğerleri tarafından yapılan bir çalışmada belirlenen hesap saatleri ve faydalı günışığı aydınlığı aralıkları olarak kabul edilmiştir [46]. Ancak belirlenen faydalı günışığı aralıkları öznel değerlendirmeler olup yörenin iklimine, toplumların alışkanlıklarına, mekânın kullanım biçimine ve kullanıcı değerlendirmelerine göre değişebilmektedir [48]. Bu sebeple İstanbul'da yer alan konut mekânında faydalı günışığı değerlendirme yöntemi ile günışığı etkinliğine dair daha doğru sonuçların alınabilmesi için faydalı olma aralıklarına yönelik belirlemelerin ayrıca yapılması ve çalışmaların detaylandırılması gerekmektedir. Aynı zamanda yapılan çalışmanın amacına göre değerlendirme yöntemlerinin seçimi farklılaşmakta, bu sebeple örneğin aydınlatma enerjisi tüketimine yönelik yapılacak günışığı değerlendirmelerinde faydalı günışığı aydınlığı yetersiz kalmakla birlikte, faydalı günışığı aydınlığının mekânın kullanım süresini de değerlendirmeye alan ve belirli bir aydınlık düzeyine yönelik değerlendirmeler yapan başka bir günışığı değerlendirme yöntemi ile birlikte kullanımı daha sağlıklı ve güvenilir sonuçlar verecektir. Cephe tasarımının iç mekânda gerçekleşen günışığı performansı ve görsel performans bakımından değerlendirilmesi için faydalı günışığı aydınlığı değerlendirme yönteminin tek başına kullanımının, bu çalışma kapsamında yeterli olacağı düşünülmektedir.



4. YAPIYA AİT BİR ARAYÜZ: CEPHE KAVRAMI, TASARIMI VE BİLEŞENLERİ

Çalışmanın bu bölümünde cephe kavramı tanımlanmış, cephenin meydana gelmesinde rol oynayan sistem elemanlarından kısaca bahsedilmiştir. Çalışma kapsamında yapı kabuğu tasarımının önemli ve büyük bir kısmı olan cephe tasarımı günışığı performansı bakımından irdelenmiş olup, cephe bileşenlerinin iç mekandaki günışığı performansına etkisi ayrıntılı bir şekilde değerlendirilmiştir.

4.1 Bir Kavram Olarak ‘Cephe’

Bendard ‘bir yapının ortaya çıkmasının birçok aşamadan meydana geldiğini ve bu aşamaların pek çok uzman katılımcının deneyimlerinin ve çeşitli bileşenlerin etkileşiminden oluştuğunu’ belirtmiştir [52]. Bu anlamda 3P modelini ortaya koymuş ve bu model içerisinde yapıyı meydana getiren sistem elemanlarını ürün, süreç ve katılımcı olarak değerlendirmiştir. Bu değerlendirme içerisinde yapı kabuğu ise bir binanın oluşum sürecini tanımlayan sistem elemanı içerisinde yer almakta olup, yapının strüktür, iç mekân ve servis organizasyonları (teknik servisler) gibi temel bileşenlerden biri olarak tanımlanmaktadır.

Bir ürün olarak yapıyı ortaya çıkartan ve birbirinden ayrılmayan bütünleşik bu dört temel bileşenden biri olan yapı kabuğu, yapılara yüzey oluşturarak binanın kullanıcılarına ısısal, görsel ve akustik konfor koşullarının sağlandığı mekânları meydana getirmekte, iç ve dış mekân arasında bir bariyer oluşturmaktadır [53]. Bu yüzden yapı kabukları, iç mekan ortamını çevreleyerek dış ortam koşullarına karşı koruyan bir sistem olarak ele alınabilmektedir. Binanın kabuğu tarafından oluşturulan bu korumanın derecesi ve iç mekânda oluşturulan konfor koşullarının düzeyi ise tasarım amaçları olarak ifade edilen enerji etkinlik, maliyet, durabilite ve diğer performans gereklilikleri ile sağlanabilmektedir [52,54]. Bu noktada yapının en önemli bileşenlerinden biri olan yapı kabuklarının titiz ve dikkatli bir planlama ile oluşturulması önemlidir.

Bir binanın yapı kabuğunu meydana getiren temel iki bileşenden çatı bileşeninin yanısıra bir diğerini oluşturan ve iç mekânda meydana gelen günışığı performansına önemli derecede etki eden cepheler, bir binanın yüzeyine dik doğrultuda sonsuzdan bakan görünüş olarak tanımlanmaktadır [55]. İç ve dış ortam arasında bariyer oluşturan cepheler opak yüzeylerin oluşmasını sağlayan duvar, döşeme vb. alt bileşenlerin yanında, açıklıkları oluşturan pencere, kapı gibi ışığı, erişimi ve havalandırmayı sağlayan diğer alt bileşenlerden meydana gelmektedirler. Bu bileşenlerin tasarımları ise yapıyı meydana getiren dört ana bileşenden yapı kabuğu haricindeki strüktür, iç mekân, teknik servisler olan üç ana bileşenin tasarımlarından büyük oranda etkilenmektedir. Aynı zamanda cepheler yapılı çevre içerisinde binaya dair ilk fikri veren ve yapının görünen ilk bileşeni olarak karşımıza çıkmaktadırlar. Bu aşamada bir cepheye dair estetiksel gereksinimler diğer gereksinimlere göre daha öznel olmakla birlikte, bu gereksinimler binanın formuna, dış kaplama malzemelerinin seçimine, renge, dokuya göre tanımlanmaktadır [52].

4.2 Cephe Tasarımı

Cepheler, iç ve dış ortam arasında katman görevi görmesi sebebiyle yapılarda konfor koşullarını sağlamak ve doğal çevrenin etkilerini kontrol etmek adına büyük bir potansiyele sahiptir. Bu anlamda mevcut ortam koşullarına cevap vermesi amacıyla oluşturulan bina fiziğinin cephe tasarım sistemine yansıtılması, özellikle cephedeki açıklıklara ait mimari kompozisyonların iç mekanda günışığı etkinliğini doğru bir şekilde formüle edebilmesi ile sağlanabilmektedir. Bu sebeple erken tasarım evresinde yapının yönlendirilmesi ve formunun değerlendirilmesinden başlayarak, ön tasarım evresinde açıklıkların biçimlendirilmesine kadar alınan kararların ayrıntılı bir şekilde değerlendirilip sonuçlarının iyi analiz edilmesi gerekmektedir [56].

Bir cephe tasarlanırken herhangi bir yapının tasarım adımları olan konsept tasarım evresi, ön tasarım evresi ve detay tasarım evresi adımları aynı şekilde izlenmekte, bu evreler de kendi içlerinde diğer alt evreleri izlemektedirler. Konsept tasarım evresinde binanın tipolojisine, formuna, taşıyıcı sistemine, boyutlarına ve kullanıcılarına göre opak ve saydam yüzeyleri genel hatlarıyla şekillenen cephenin, detaylı bir şekilde ortaya çıkması ise ön tasarım evresinde olmaktadır. Tasarıma dair önemli kararların verildiği ön tasarım evresi ise kendi içerisinde aşağıda verildiği üzere 5 aşamaya ayrılmaktadır. Bunlar sırasıyla;

- Ana Cephe Bileşenlerinin Tanımı
- Bina Enerji Performansı Simülasyonları
- Yapı kabuğu Strüktür Tasarımı
- Cephe bileşenleri arasındaki bağlantıları detaylandırma
- İlk yatırım ve bakım giderleri tahmini olmaktadır [52].

Ana bileşenler yapının meydana gelmesinde ilk aşama olan karar aşamasında belirlenen program ve gerekliliklere göre tanımlanırken, dış duvarlar, açıklıklar, çatı gibi iç mekânda günışığı performansını belirleyen bileşenlerin tanımı ise kendi içerisinde 3 aşamada yapılmaktadır. Bu bileşenler için öncelikle konsept aşaması sonucu oluşan taslaklar ve gereksinimler belirtilmekte, buna göre cephenin kesitini oluşturacak katmanlar ve malzeme seçimleri ile birlikte açıklıklar oluşturulmaktadır [52].

Cepheler genellikle binaya ait enerji harcamalarını ve bina kullanıcılarının konforunu diğer sistemlerden daha çok etkilemektedir. Bu anlamda kullanıcılara konforlu bir ortam sunmak ve enerji tüketimini azaltmak amacıyla cepheler, dış görüş sağlama, rüzgâra karşı koruma, rijitlik, günışığının iç mekândaki etkinliğini arttırma, güneş ışınlımından kaynaklı istenmeyen ısı kazançlarını engelleme, dış gürültüden ve fazla ısıdan koruma, aynı zamanda hava ve su geçirgenliğine karşı dayanıklılık gibi birçok donanıma sahip olması gerektiği bilinciyle tasarlanması gerekmektedir [54]. Tasarımcılar yapının bulunduğu yerin dış ortam koşulları (iklim, gök koşulları, topografya vb.) bina yönelimi, mekân oranları ve kullanıcı konfor gereksinim ve beklentileri gibi cepheye dair tasarımı şekillendiren parametreleri de bu anlamda dikkatle göz önünde bulundurmalıdırlar. Bu amaçlarla yapılan çalışmalar sonucunda ana bileşenleri tanımlanmış olan cepheler simülasyon programları ile değerlendirilmekte, bu değerlendirmeler ışığında daha iyi tasarım sonuçlarının alınacağı ve konfor koşullarının sağlandığı mekânlar yaratılmaya çalışılmaktadır.

Bu bilinçle tasarlanan yapılar için günışığı ile aydınlatma stratejileri ise yapının bütün tasarım kararlarını etkileyecek şekilde erken tasarım evresinden itibaren sürece dahil olmaktadır. Konsept tasarım aşamasında plan şemalarının oluşturulması, bina yönelimi ve bina boyutları ile ilgili alınan genel tasarım kararlarından, detay tasarım aşamasında gölgeleme elemanlarının tasarımına kadar yapı tasarımının bütününe etki etmektedir. Bölüm 4.3'te detaylı bir şekilde irdelenen ve yukarıda da belirtildiği gibi cephe tasarımının önemli bir bölümünün şekillendiği ön tasarım evresinde ise günışığı

ile aydınlatma stratejilerinin cephe tasarımına etki ölçeğinin en belirgin şekilde ortaya çıktığı görülmektedir.

4.3 Cephe Tasarımının İç Mekândaki Günışığı Performansına Etkisi

Cephe tasarımında erken tasarım evresinden itibaren günışığını dikkate almak ve yapının tasarımını meydana getiren en önemli parametrelerden biri olarak kullanmak, kullanıcı konforunun sağlanması ve bina enerji performansının artırılması açısından büyük önem taşımaktadır. Bu anlamda hacim boyutunda irdelenen günışığı performansının, bina enerji performansına ilişkin en önemli etkilerinden biri aydınlatmaya yönelik enerji tüketimi üzerine olurken, kullanıcı konforu bakımından en önemli etkilerinden biri ise görsel konforun sağlanmasına yönelik olmaktadır. Görsel konfora ilişkin yapılan çalışmalarda günışığının mekân içerisinde etkin hale getirilmesi ile görsel konfor koşullarının sağlanmasının yanısıra, günışığının kullanıcıların psikolojik ve fizyolojik durumlarını iyi yönde etkileyen görünmeyen etkileri de ortaya konmuştur. Bu gibi sebeplerden dolayı insanların günışığının etkin olduğu saatlerde mekânın aydınlatma ihtiyacını karşılamak için yapma aydınlatma elemanı kullanmak yerine mekânlarda günışığı etkinliğini attırmayı tercih ettiği görülmektedir. Diğer yandan doğal ışık ile aydınlatılan mekanlarda güneş ışığı ve güneşten gelen ultraviyole ışınları sebebiyle olumsuz durumlar ortaya çıkabilmektedir. Bu sebeple günışığının optimum şekilde kullanımı amaçlanırken, aynı zamanda güneşten gelen ultraviyole ışınlarına karşı önlem alınması gerekmektedir.

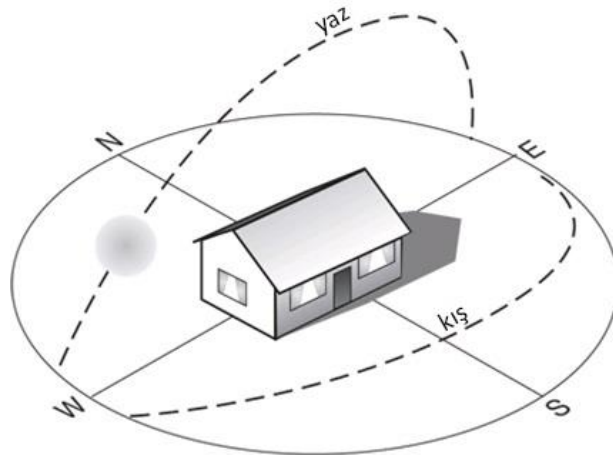
İç mekânda günışığı performansını artırıcı başarılı bir günışığı stratejisi ya da başarılı bir cephe tasarımı yapı kabuğuna ulaşan günışığı miktarının belirlenmesinden başlamaktadır [53]. İyi bir cephe tasarımı, ilk olarak cepheye gelen günışığı miktarının hacim ölçeğinde belirlenmesinde ve iç mekândaki günışığı performansının ortaya konmasında etkili olan göğün parıltı dağılımı ve aydınlığı, güneşin pozisyonu, parıltı ve aydınlık etkisi, yer örtüsünün ışık yansıtma özellikleri gibi doğal tasarım parametrelerinin yanında, yapma engellerin boyut, konum, ışık yansıtma özellikleri ve yapının yönlendirilişi gibi fiziksel tasarım parametrelerinin değerlendirilmesi ile başlamaktadır [8]. Bu anlamda yapının bulunduğu yer ve iklim koşulları çok önemli olmakla birlikte, yapının herhangi bir sınırlama olmadan yeşil bir alana konumlandırılması durumunda uygun bina yerleşimini yaparak zemin kat planının oluşturulması binaya dair görsel konforu maksimize etmek ve kullanılan enerji

miktarını minimize etmek için birçok fırsat sunmaktadır. Bu noktada en büyük sorun şehir içinde yaygın olan engellerle sınırlanmış arazi şartlarında bu koşulları meydana getirmek olmaktadır [36].

Erken tasarım evresinde bulunduğu yerin doğal ve fiziksel tasarım parametrelerine göre yönelimi yapılan, formu oluşturulan bir yapıda cepheye gelen güneşin iç mekândaki etkinliğini arttırmak ve görsel konfor koşullarını oluşturmak cephe tasarımına bağlı olmaktadır. Özellikle ön tasarım evresinde daha çok detaylanan, aynı zamanda cephenin karakterini de oluşturan bu tasarım kararları pencerelerin baktığı yön, pencerelerin boyutu, pencerelerin biçimi, pencerelerin yerleştiriliş düzeni (konumu), pencerelerin ışık geçirme özellikleri ve gölgeleme elemanı kullanımı olarak sıralanabilmektedir.

4.3.1 Pencerelerin baktığı yön

Güneşin etkin kullanılmasına yönelik uygulanan stratejilerin başında binanın yönlendirilmesi ve pencerelerin baktığı yön gelmektedir. Şekil 4.1.'de olduğu gibi Dünya üzerine gelen güneş ışınlarının açıları yıl içerisinde güneşin farklı pozisyonlarına ve gün boyunca güneşin gökyüzündeki hareketine göre değişmekte, bununla birlikte cepheye gelen güneş ışığı devamlı olarak farklılaşmaktadır. Bu anlamda bir binanın yönelimi özellikle yapının ne kadar güneşi maruz kaldığını belirlemekte, dolayısıyla bir yapının uygun bir şekilde yönlendirilmesi iç mekânda meydana gelen güneş performansı belirleyen ana faktör konumunda olmaktadır [50,58].



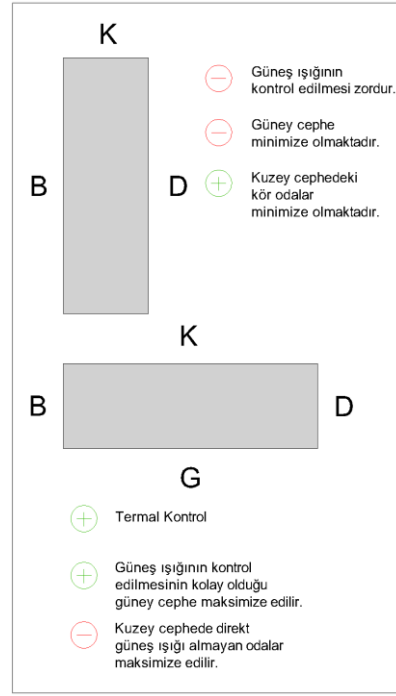
Şekil 4.1 : Güneş ışığı geliş açıları yıl ve gün içerisinde güneşin pozisyonuna göre farklılık göstermektedir [59].

Bir bina cephesinin yönelimi ve bağlantılı olarak açıklıkların yönelimi iç ortam konfor koşullarının sağlanmasında ve günışığının mekân içerisinde dağılımında önemli bir etkiye sahiptir [36]. Her bir yöne ait dış ortam şartlarının ve güneş etkisinin farklılık gösterdiği göz önünde bulundurulduğu zaman herhangi bir açıklığın yöneliminin iç mekândaki günışığının elde edilebilirliğini ve performansını etkilediği görülmektedir. Bu anlamda genel bir açıklık yöneliminden her zaman söz edilemezken, en iyi yönelim iç mekânda günışığı performansını ve doğal havalandırmayı arttırmak amacıyla iklim bölgesi, arazi yerleşimi (şehir veya kırsal) ve ana rüzgâr yönü gibi fiziksel ve yerel parametrelerin göz önünde bulundurulmasıyla yönelim olmaktadır [60].

Türkiye'nin de yer aldığı Kuzey yarımkürede, kuzeye bakan açıklıklardan sadece yaygın gök ışığının iç mekâna alınması ile mekân gün boyunca genellikle sabit bir ışıkla aydınlanmaktadır. Açıklıkları güneye bakan doğu-batı aksındaki bir bina için ise yaygın gök ışığına ek olarak açıklıklara gelen direkt güneş ışınları ile günün büyük bir kısmında mekânın çeşitlilik ve dinamiklik gösteren bir ışıkla aydınlanması sağlanmaktadır. Bu anlamda bir açıklığın yöneliminin önemli oranlarda iç mekânda güneşten kaynaklı ısı kazancını ve günışığı performansını etkilediği görülmektedir.

Kuzey-güney aksında ve doğu-batı aksında yerleşimi yapılan bir yapının yönelim bazında iç mekânda meydana gelen günışığı performansına etkisi Şekil 4.2'de verilmektedir. Bu anlamda cephe yüzeyine gelen doğrudan güneş ışığı miktarı ile birlikte günışığı miktarının en yüksek seviyede olması ve gelen direkt güneş ışınlarının kolay kontrol edilebilir olması sebebiyle güney cepheye ait açıklıklar günışığı performansı bakımından kuzey cepheye ait açıklıklar ile kıyaslandığında en uygun yönelim olarak değerlendirilmektedir [53]. Aynı zamanda pasif ısı kazançlarının artırılmak istendiği durumda ise cephe açıklıklarına ait yönelimin güneye doğru 30°'lik dilim içerisinde kalması uygun olmaktadır [36].

Doğu ve batı yönlerine bakan açıklıklarda ise güneşin konumuna ve direkt güneş ışınlarının geliş açılara bağlı olarak mekân içerisinde günışığının kontrol edilmesi zorlaşmaktadır. Bu durum doğu ve batı yönlerine bakan açıklıkların ilkbahar ve sonbahar dönemlerinde iç mekânlarda güneşten kaynaklı fazla ısı kazancına neden olmasının yanısıra, güneş ışınlarının düşük açılarda gelmesi sebebi ile aynı zamanda görsel konforsuzluğa sebep olmaktadır [36]. Bu anlamda doğu ve batı yönlerine bakan açıklıklara ait yönelimler iç mekânda sağlanan günışığı performansı bakımından diğer yönelimlere göre daha olumsuz sonuçlar verebilmektedirler.



Şekil 4.2 : Kuzey-güney aksında ve doğu-batı aksında yapılan yönelimlerin avantaj ve dezavantajları [60].

Açıklıkların yönelimlerine dair genel bir strateji olarak sıcak iklimlerde güneşten gelen direkt ışınların hem görsel konfor hem de termal konfor koşullarının sağlanması için iç mekâna alınması istenmemekte, soğuk iklimlerde ise termal konfor bakımından iç mekâna alınması istenilen güneş ışınlarının görsel konfor bakımından kontrollü olarak alınması doğru olmaktadır [53]. Bu iklimlere bağlı olarak kış aylarında iç mekânda güneş ışınımına bağlı olarak bir ısı kazancı isteniyorsa güney yönelime sahip açıklıklar tercih edilmeli, herhangi bir ısı kazancı istenmiyorsa kuzey yönelime sahip açıklıklar tercih edilmelidir. Aşırı ısınmadan kaçınmak ve yüksek düzeyde parıltıya bağlı olarak kamaşmanın önlenmesi için doğu ve batı yönelimli açıklıklar ise tercih edilmemelidir [4].

Konut tipolojilerinde genellikle güneş ışınımının sebep olduğu aşırı ısınma engellenir, yeterli termal kütle ve doğal havalandırma sağlanırsa gün içerisinde güneş ve günışığı hoş karşılanmakta, mekân içerisindeki günışığı miktarı arttırılmak istenmektedir. Pasif iklimlendirmenin avantajlı olduğu yerlerde bu anlamda, açıklıklar binanın güney cephesinde yararları optimize etmek adına arttırılabilir. Ancak, binanın tümünde iyi bir günışığı performansı sağlamak için kuzey cephedeki pencereleri azaltmak daha iyi bir strateji olmaktadır [36]. Bu anlamda Londra’da bir konut birimi üzerinden yapılan çalışmaya göre pencere yöneliminin günışığı otonomisi yöntemi (DA) ile iç

mekândaki günışığı miktarına etkisi değerlendirilmiş, %40 ve daha fazla saydamlık oranına sahip olunan durumlarda eşik değeri olarak alınan aydınlık düzeyinin bütün yönelimlerde sağlanması sebebiyle yönelimin etkisinin düşük olduğu belirtilmiştir. %20 ve daha az saydamlık oranına sahip olunan durumlarda ise odanın arka taraflarında belirlenen günışığı otonomisi (DA) değerlerine göre güney cephenin kuzey cepheye göre 3 kat, doğu ve batı cephelerinin ise kuzey cepheye göre 2 kat daha fazla iç mekânda günışığı miktarı sağladığı belirlenmiştir [20].

Yapıların yönelimleri aynı zamanda çevresinde bulunan doğal ve yapay engeller ile sınırlanabilmektedir. Bu anlamda şehir yapılaşması içerisinde yer alan bir yapıya ait uygun yönelimin elde edilmesi, kırsal alanda yer alan bir yapıya göre daha komplike olmaktadır. Bu sebeple her durumda dış ortam koşullarına uyum sağlayacak optimum sonuçların elde edileceği yönelimin ele alınan her bir yapı için değerlendirilmesi önemlidir [36].

Sonuç olarak iç mekânda günışığı performansının belirlenmesine ve güneşten kaynaklanan fazla ısı kazancının kontrol edilmesine yönelik stratejiler ilk aşamada yapının ve açıklıkların yönlendirilişine bağlı olmaktadır. Bu sebeple açıklıkların yönelimine dair kararların iç mekândaki konfor koşullarının sağlanması amacıyla erken tasarım evresinden itibaren ele alınması gerekmektedir. Her zaman yapının yöneliminin belirlenmesi tasarımcının elinde olmamakla birlikte bu yönelimler alanın biçimi, engeller ve yasal kurallar gibi dış faktörlerden kaynaklı olarak da değişebilmektedir [53].

4.3.2 Pencerelerin boyutu

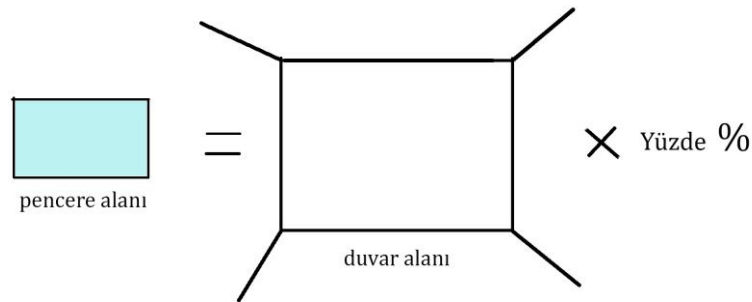
Günışığı bakımından iyi aydınlanmış bir iç mekânda hem gerekli aydınlık düzeyinin sağlanması hem de ışığın mekan içerisinde düzgün bir şekilde dağıtılması gerekmektedir. Bu anlamda mekân içerisinde günışığı miktarının sağlanmasına yönelik niceliksel açıdan ilk yaklaşım pencerenin boyutu olmaktadır [61]. Cephe tasarımına bağlı olarak iç mekânda meydana gelen günışığı performansını etkileyen en önemli parametrelerden biri olan pencerenin boyutuna ilişkin değişkenler, aynı zamanda mekân içerisine alınan günışığı miktarının ve güneş ışınlarının yapıya etkisi sonucu oluşan ısısal konforun da en büyük değişkenidir.

Doğru bir pencere boyutu, mekânda gerçekleştirilen aktiviteyle bağlantılı olarak gerekli aydınlık düzeyi ve gök koşulları ile ilişkilidir [62]. Bu anlamda mekân

içerisinde gerekli olan aydınlık düzeyi miktarının belirlenmesinin ve yapının bulunduğu yerdeki gök koşullarının tespit edilmesini takiben pencere boyutunun belirlenmesine yönelik süreç mekânın günışığı ile aydınlanması için gerekli açıklık alanının bulunması ile başlamaktadır [36].

Günışığının mekâna alınmasına yönelik cepheye dair değişkenlerden diğerlerine oranla daha belirleyici olan pencere alanlarının belirlenmesine ilişkin çalışmalarda pek çok farklı ölçüt kullanılmaktadır. Çalışmalarda ve tasarımlarda referans olarak diğerlerine oranla en fazla kullanılan bu ölçütlerden ilki saydamlık oranı olmaktadır.

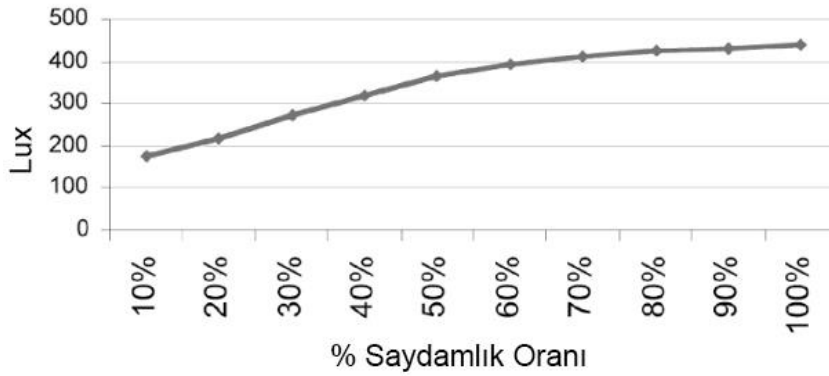
Bir yapının cephesini oluşturan yatay ve düşey elemanların tasarımın ihtiyacına göre birer ışık kaynağı olan saydam yüzeyler ve opak yüzeyler olarak ayrılması sonucu, saydam yüzey alanının üzerinde bulunduğu duvar alanına oranı olarak ifade edilen saydamlık oranı (Şekil 4.3), aynı zamanda estetik yönden cephenin ana karakterini belirlemektedir. Erken tasarım evresinde bir yapının cephesine ait saydamlık oranının değerlendirilmesi, iç mekanda görsel konfor koşullarını sağlamak ve günışığı ile entegre bir şekilde tasarlanan yapma aydınlatma sistemi ile yapının enerji etkinliğini optimize etmek açısından çok önemlidir [63]. Bununla birlikte kişiler günışığını ortamda gördükleri zaman iç mekanı canlı ve aydınlık olarak nitelendirmekte ve iç mekanda genellikle bu durumu arzu etmektedirler. Bu sebeple iç mekândaki görsel konfor şartlarının ve kullanıcı memnuniyetinin sağlanması için cepheye ait saydamlık oranlarının bazı minimum değerleri sağlanması gerekmektedir.



Şekil 4.3 : Pencere boyutunu belirlemeye yönelik saydamlık oranı yaklaşımı.

Pencere alanının artmasıyla mekânda var olan aydınlık düzeyi doğru orantılı olarak artmakta, ancak bu artış iç mekânda günışığı etkinliğinin her zaman aynı oranda artacağı anlamına gelmemektedir. Bu anlamda yapılan bir çalışmada 3 x 3 x 2.5 m ölçülerine sahip, cama yönelik ışık geçirgenlik katsayısı %62 olan ve iç mekanda yer alan duvar, zemin ve tavana ait ışık yansıtma katsayıları standart değerlerde alınan bir

mekan için tek bir yanal pencere olması durumunda güney cepheye bakan pencereye yönelik %10 ila %100 arasında çeşitli saydamlık oranları irdelenmiştir. Kuzey, orta ve alt kuşak enlemde yer alan 3 şehir için (Stockholm, Zürih, Milan) hesap tarih ve saati 21 Eylül Saat 12.00 olarak belirlenen ve kapalı gök koşulu altında yapılan simülasyonlar sonucu, Şekil 4.3'te verilen grafiğe göre orta kuşak enlemde yer alan ülkeler için saydamlık oranının %50 ve üzerinde olduğu durumlarda mekan içerisindeki aydınlık düzeyine yönelik artış miktarının azaldığı görülmektedir. Bu anlamda Türkiye'nin de içinde bulunduğu orta kuşakta yer alan ülkeler için %50 saydamlık oranı ile günışığı performansı bakımından optimum sonuçların elde edildiği belirtilmiştir. Kuzey enlemde yer alan ülkeler için daha yassı bir eğri oluşurken, alt kuşak enlemlerde yer alan ülkelere ise saydamlık oranına bağlı olarak iç mekanda gerçekleşen günışığı aydınlığının doğru orantılı olarak meydana geldiği belirlenmiştir [64]. Bunun yanında E.C.Keighly'in araştırmalarına göre insanların psikolojik açıdan saydamlık oranının %20'den küçük olduğu durumlarda rahatsız olduğu, %30 saydamlık oranının optimal bir değer gösterdiği, %50'den daha büyük olduğu durumlarda ise herhangi değişik bir etki olmadığı belirtilmiştir [8].



Şekil 4.4 : Saydamlık oranına bağlı olarak iç mekanda meydana gelen günışığı aydınlığı [64].

Cepheye ait saydamlık oranı, tasarım gerekliliklerinin yanında yapının bulunduğu yerin iklim özelliklerine, yapının yönelimine göre de şekillenmektedir. Optimal saydamlık oranı mekânın planına bağlı olduğu gibi, aynı zamanda kullanıcıların mekân içerisindeki pozisyonuna, kullanıcı aktivitesine ve görsel performans ihtiyaçlarına göre de farklılaşmaktadır [57]. Amsterdam'da yer alan açık planlı ofis hacmi için yapılan bir çalışmada, ısıtma, soğutma ve aydınlatma enerji giderlerine yönelik enerji korunumu ve görsel performans kavramları saydamlık oranı üzerinden irdelenmiştir. 3.5 x 5.3 x 2.7 m boyutlarına sahip ofis mekanı tek bir yanal pencere ile

aydınlatılmaktadır. Energy Plus programıyla simüle edilerek analizleri yapılan mekan için aynı zamanda analizlerin kontrol edilmesi amacıyla hacim orta aksından ikiye bölünmüştür. Pencereye yakın olan ön bölüm için P1, mekanın arka bölümü için ise P2 ölçüm noktaları oluşturulmuştur. Enerji korunumu sağlayarak aynı zamanda görsel konfor koşullarının elde edilmesine imkan veren saydamlık oranlarına yönelik irdeleme sonucunda, hacmin %50'sinde 500 lx aydınlık düzeyini sağlayan, aynı zamanda görsel konfor bakımından önemli olan kamaşma indisi DGI'nın 22 ve altı değerleri aldığı, düzgünlük faktörü oranının (Ep2/Ep1) ise 3.5 oranına eşit veya küçük olduğu şartları oluşturan saydamlık oranlarının %50 ila %70 arasında olduğu ortaya konmuştur.%50 saydamlık oranı altında mekanda görsel konfor koşullarının sağlanamadığı, %70 saydamlık oranı üzerinde ise gereksiz enerji harcamalarının meydana geldiği belirtilen çalışmada, yönlere göre optimal durumları sağlayan saydamlık oranlarının sırası ile; kuzey cephe için %70,güney cephe için %50, doğu ve batı cepheleri için ise %60 oranında olduğu belirtilmiştir [65].

Cepheye ait belirlenen saydamlık oranları aynı zamanda mekânın kullanım amacına ve toplumun sosyo-ekonomik durumuna göre de değişiklik göstermektedir. Bu anlamda Hong Kong'da mevcut 280 konut birimi üzerinde yapılan bir araştırmaya göre, yaşam odaları ve yatak odalarında saydamlık oranı %15 ila %50 arasında değişmekte, araştırma kapsamında ele alınan yapıların %90'nın ise saydamlık oranlarının ortalama %27 (%25-%35) olduğu ortaya konmaktadır. Aynı zamanda bu oranların yaş ortalaması daha yüksek ve ekonomik düzeyi düşük olan yerleşimlerde %25-%30 arasında değiştiği, daha lüks ve yapılaşmanın daha az yoğun olduğu yerleşimlerde %35'lere çıktığı gözlenmiştir [63,66].

İç mekânda günışığı performansı ve görsel konfor koşullarına etkisinin yanında yapının toplam enerji tüketimine de büyük oranda etki eden saydamlık oranı; ısıtma ve soğutma yüklerine bağlı olarak enerji tüketimlerinin yanında, günışığı alımına bağlı olarak elektrik enerjisi tüketimini de etkilemektedir. Yapılan çalışmalar göstermiştir ki enerji tüketimleri her zaman saydamlık oranının artması ile doğru orantılı olarak artmamakta, iklim, cephe ve cam özelliklerine göre farklı sonuçlar ortaya çıkmaktadır. İsveç'in Göteborg şehrine ait iklim ve gök koşulları baz alınarak yapılan bir çalışmada, güney cepheye ait saydamlık oranının %20'den %50 saydamlık oranına arttırılmasının ısıtma enerjisine yönelik tüketimi çok fazla oranlarda etkilemediği ortaya konmuş, aynı zamanda kuzey cepheye ait saydamlık oranının arttırılmasının da yan sistemlerle

desteklendiği takdirde yine ısıtma enerjisi giderlerini çok değişik oranlarda etkilemediği görülmüştür [67]. Diğer yandan Bodart'ın 2002 yılında ofis yapıları üzerine yaptığı bir çalışmada ise mevcut saydamlık oranının %16 ila %32 arasında arttırılmasının aydınlatma için harcanan enerji miktarını cama ait ışık geçirgenliğinin %20 olduğu durumda %12'ye kadar, cam geçirgenliğinin %81 olduğu durumda ise %36'ya kadar azalttığı ifade edilmiştir [63].

Yapılan başka bir çalışmada ise oda boyutları ve yönelimleri temel alınarak Leeds (İngiltere) ve Florianopolis (Brezilya) 'in iklim verileri ile (cam alanı / cephe alanı) yapma aydınlatma için enerji korunumu sağlayacak şekilde 4 farklı yön için ideal pencere alanlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Buna göre 10 farklı oda boyutu ve 5 farklı oda oranı için daha çok yapma aydınlatma tasarımına yönelik bir ölçüt olarak kullanılan oda indeksleri belirlenmiştir. Kapalı gök koşulu altında belirlenen her bir indeks için yapılan simülasyonlar sonucunda 4 farklı yöne göre saydamlık oranları belirlenmiştir. Çalışma kapsamında dış ortam aydınlığı 5000 lx olarak alınan Leeds şehri için belirlenen ideal pencere alanları ile %10.8-%44.0 arasında değişen oranlarda yapma aydınlatmaya yönelik enerji korunumu sağlanırken, dış ortam aydınlık düzeyi 10.000 lx olarak alınan Florianopolis şehri için ise belirlenen ideal pencere alanları ile %20.6-%86.2 arasındaki oranlarda enerji korunumu sağlandığı tespit edilmiştir [68].

TÜBİTAK (Türkiye Bilimsel Ve Teknolojik Araştırma Kurumu) araştırma projeleri kapsamında konut binalarına yönelik yapılan başka bir çalışmada, konutlarda yapılan çeşitli eylemlerin gerçekleştirilebilmesi için gerekli aydınlık düzeylerini, doğal ışık kontrolü ve aydınlatma enerjisi korunumu açısından sağlayacak pencere boyutlarının saydamlık oranlarına bağlı olarak belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu anlamda birbiri ile etkileşim içinde olan tasarım parametrelerinin, hacim içinde konumu tanımlanan gözleme noktasında 110 lx aydınlık düzeyini gerçekleştirebilen değerleri bir bilgisayar programı ile hesaplanmıştır. Programdan elde edilen sonuçlara göre hedeflenen aydınlık düzeyini, çalışma kapsamında ele alınan şehirler (Ankara, Antalya, Diyarbakır, Erzurum, İstanbul) için her bir yöne göre sağlayan saydamlık oranları; hacim genişlik, uzunluk ve engel açılarına bağlı olarak tablolar halinde verilmiştir. Yapılan bu çalışmaya göre hacim yüksekliği 2.7 m, hacim genişliği 3 m, hacim derinliği 5 m olan konut yapısında yer alan bir mekan için güney yöne bakan ve çevresinde herhangi bir engel bulundurmeyan (engel açısı 0° olan) cepheye yönelik

kabul edilebilir en küçük saydamlık oranı şehirlere göre %25 veya %30 olarak belirlenmiştir [8].

Literatür çalışmaları incelendiğinde pencere alanının belirlenmesine yönelik çalışmalarda sıklıkla kullanılan ölçütlerden bir diğeri ise pencere alanının taban alanına oranı olmaktadır. Özellikle günışığı alımı ve görsel konfor koşulları ile birlikte termal konfor koşullarının da dikkate alındığı çalışmalarda değerlendirmeler daha çok bu ölçüt üzerinden yapılmaktadır. Standart oda oranlarına sahip, herhangi bir dış engeli olmayan, iç mekândaki yüzeylere ait yansıtma katsayılarının ortalama %40 olduğu ve tek bir duvar üzerine yerleştiren yanal pencereden aydınlanan bir mekân için sadece cam alanının oda alanına oranının minimum %20 olduğu durumda yaklaşık olarak %4 günışığı faktörü (gerekli yerlerde yapma aydınlatma ilaveli günışığı miktarı) değerinin elde edildiği belirtilmektedir [61]. Diğer yandan iç mekanda günışığı performansının sağlanması ile birlikte yazın aşırı ısınma, kışın ise ısı kayıpları sebebi ile pencere alanının taban alanına oranının %20'yi aşmaması önerilmektedir [4].

Konut yapılarında mekânların belirli oranlarda sınırlandırılarak oda haline geldiği ve genellikle tek veya çift duvarda yanal pencere yerleşimi yapıldığı için ofis yapılarındaki gibi saydamlık oranının iç mekanda günışığı performansı bakımından yeterli sonuç vermeyeceği, konut yapılarında pencere alanının oda alanına oranının bir ölçüt olarak alınmasının daha doğru olacağı belirtilmektedir [70,71]. Buna yönelik sıcak ve nemli bir iklime sahip Hindistan-Nagpur'da tip bir konut yapısı üzerinden yapılan çalışmada yaşama mekânı yaşama bölümü ve yemek bölümü olmak üzere iki ayrı bölümden oluşmaktadır. Toplamda 35,94 m² alana sahip olan, günışığı otonomisi (DA150lx,%50) ve faydalı günışığı aydınlığı (UDI100 lx<, <2500lx ,%50) değerlendirme yöntemleri ile analiz edilen yaşama mekanı için hem termal hem de görsel konfor bakımından gerekli koşulların sağlandığı ve 4 farklı yönelim için de geçerli olan optimum pencere boyutunun, pencere alanının oda alanına oranının %12 olduğu durumda oluştuğu tespit edilmiştir [70].

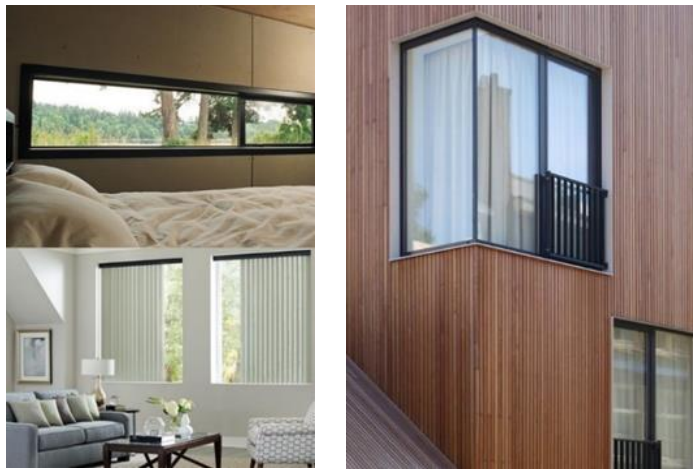
Farklı bir ölçüt olarak pencere boyutunun belirlenmesine yönelik değerlendirmelerin yapıldığı çalışmalarda pencerelerin genişlik-yükseklik oranlarının ölçüt olarak alındığı görülmektedir. Bu anlamda pencere yüksekliğinin 2 katı kadar iç mekânda günışığı bakımından etkin bir alan elde edildiği belirtilmektedir [7]. İngiliz standardında ise günışığı performansı bakımından yanal pencerelerin tek bir duvarda olması durumunda, yanal pencerenin genişliğinin duvar genişliğine oranının %35'ten daha az

olmaması önerilmektedir [38]. Diğer yandan E.C.Keighley'in BRS'de yaptığı araştırma sonuçlarına göre pencere yüksekliğine yönelik bir alt sınır getirilmiş, çalışma düzlemi yüksekliğindeki denizlik ile lento arasındaki mesafenin 110 cm'den az olmaması gerektiği belirtilmiştir [8].

Sonuç olarak pencere boyutu ile ilgili olarak yapılan çalışmalar incelendiğinde cephe tasarımı ile birlikte iç mekanda optimum günışığı performansının sağlanması için yapının tipolojisi ve bağlantılı olarak kullanıcı aktivitesi ve tercihleri, yapının bulunduğu yere dair iklim özellikleri pencere boyutu ve pencere boyutunun belirlenmesinde kullanılan ölçütler için temel belirleyici konumunda olmaktadır.

4.3.3 Pencerelerin biçimi

Cephede açıklığı ifade eden özelliklerden bir diğeri pencerenin şeklidir. Açıklıkların şekillerine dair kararlar daha çok tasarımsal kaygılara göre verilmektedir. Bu anlamda 18.yy ve 19.yy'da pencerelerin kullanımı daha çok yere kadar olan boy pencere şeklinde olurken, modern mimari ile birlikte belirli bir parapet yüksekliğine sahip (0.80 - 0.85 m) genişliği yüksekliğine oranla daha fazla olan pencere biçimlerinin kullanımının arttığı görülmektedir [62]. Pencerelerin şekillerine yönelik verilen kararlar aynı zamanda tipolojilere göre farklılık göstermekte, bu anlamda Şekil 4.5'te gösterildiği gibi konut binalarında pencere biçimleri genellikle parapet yüksekliğine sahip oransal olarak genişliği yüksekliğinden daha fazla olan pencereler (yatay/şerit pencere), herhangi bir parapet yüksekliği olmayan boy pencereleri ve kare pencereler şeklinde olmaktadır. Bunların yanısıra konut binalarında köşe pencerelerine yönelik kullanımlar da bulunmaktadır.



Şekil 4.5 : Konut binalarında yatay, kare ve boy pencere biçimlerinin uygulamalarına yönelik örnekler [71,72,73].

Genel olarak pencere şekillerinden genişliği yüksekliğine oranla daha fazla olan ve çalışma düzlemi üzerinden başlayan pencerelerin, pencerelerden beklenen performansa ilişkin genel koşulları sağlaması bakımından yapılan çalışmalarda en iyi sonuçları verdiği görülmektedir. Aynı saydamlık oranına sahip yukarıda ifade edilen üç pencere şeklinin mekân içerisinde elde edilen günışığı aydınlık düzeylerine etkilerinin çok farklı olmadığı görülmekte, günışığının mekân içerisinde daha homojen bir şekilde dağılım göstermesi bakımından ise çalışma düzlemi üzerinde yer alan pencereler ile, boy pencerelere göre daha iyi sonuçlar ortaya çıktığı belirtilmektedir [4]. Günışığının mekân içerisindeki dağılımına yönelik cepheden uzaklık göz önünde bulundurulduğunda ise aynı saydamlık oranları için pencereye yakın alanlarda çalışma düzlemi üzerinde bulunan ve genişliği yüksekliğine oranla daha fazla olan dikdörtgen pencerenin kare şekilli pencereye göre, kare pencerenin ise boy pencereye göre daha fazla miktarda günışığı sağladığı ifade edilmektedir [20]. Bu anlamda günışığı etkinliğinin artırılmasına yönelik en yaygın çözüm, çift duvarda yüksek oranda saydamlık oranına sahip çalışma düzlemi üzerinden başlayan ve genişliği yüksekliğinden fazla olan pencereler tercih edilerek hacim içerisindeki aydınlık düzeyinin artırılması ve mekânın iç kesimlerine ışığın iletilmesinin sağlanması olmaktadır [7].

Tropikal iklime sahip konut birimi üzerinden yapılan bir çalışmaya göre aynı saydamlık oranına sahip karşıdan dik bir şekilde bakıldığında yatay dikdörtgen, dikey dikdörtgen ve köşe pencereleri açık gök altında değerlendirilmiş, yatay dikdörtgen şekilli pencerenin, dikey dikdörtgen şekilli ve köşe pencerelerine göre her zaman önemli miktarda daha fazla ışık sağladığı tespit edilmiştir. Yatay dikdörtgen şekilli pencerelerin doğrudan güneş ışınlarını daha çok alması sebebiyle güneş kontrol elemanı kullanımının olmadığı durumlarda ise dikey dikdörtgen şekilli pencerelerin günışığı performansı bakımından daha etkili sonuçlar verdiği ifade edilmiştir. Diğer yandan aynı çalışmada köşe pencerelerinin günışığını mekan içerisine alış biçimi tünel etkisi yaratmakta, bu anlamda mekan içerisinde daha az aydınlık düzeyi meydana gelmesi sonucu bu tip pencerelerin mekanların daha karanlık ve kasvetli olmasına neden olduğu belirtilmektedir [74]. Ofis yapısı üzerinden yapılan bir diğer çalışmaya göre ise ofis çalışanlarının tercihlerine göre kare pencerelerin, dikdörtgen ve dairesel pencerelere göre dik bir doğrultuda bakıldığında dikey düzlemde yer alan yatay şekilli dikdörtgen pencerelerin ise dikey şekilli dikdörtgen pencerelere göre daha çok tercih

edildiği tespit edilmiştir. Bu tercihlerden yola çıkılarak kullanıcıların en çok kesintisiz-bölümsüz, büyük boyutta ve özellikle belirli bir parapet yüksekliğine sahip yatayda devam eden açıklıkları mekânlarda görmek istediği belirtilmiştir [75].

Açıklıkların şekillerine yönelik en önemli tercih sebeplerinden bir diğeri ise pencerelerin dış görüş için bir çerçeve oluşturmasıdır. Bu anlamda kullanıcıların pencere şekillerine yönelik tercihleri, kullanıcıların dış ortam görüş biçimine yönelik isteklerine ve mekânın tipolojisine göre farklılaşmaktadır. Hong Kong’da yapılan bir çalışmaya göre konut binalarında farklı mekanlar için pencerelere yönelik kullanıcı algıları 173 katılımcı ile oluşturulan bir anket çalışmasıyla ortaya konmuş, bu kapsamda oturma/yaşam odalarında mevcut durum için %21 oranında mahremiyet ve %10 oranında günışığı eksikliği olduğunu belirten katılımcılar, ‘ Beklentiniz nedir? ’ sorusuna ise %35 oranında dış görüş ve %19 oranında doğal ışık istediklerini belirtmişlerdir [76].

Genellikle ofis, kütüphane, müze gibi konut harici tipolojilerde kullanılan diğeri bir pencere biçimi ise eğik/açılı pencereler olmaktadır. Bu şekildeki açıklıklar göz sağlığı açısından daha konforlu bir geçiş sağlamakta, cam yüzeyi ve yanal duvarlar arasındaki kontrastı azaltarak kamaşma oluşumunu minimize etmektedir [4].

4.3.4 Pencerelerin yerleştiriliş düzeni

İç mekânda gerçekleştirilen eylemler ile bağlantılı olarak gerekli olan günışığı miktarının sağlanması için pencere boyutuna yönelik belirlemeler yapıldıktan sonra pencerelerin şekli ve duvar üzerindeki konumunun belirlenmesi gerekmektedir. Hacmin işlevi ile ilişkili bir şekilde pencerenin duvar üzerindeki pozisyonunun ve şeklinin belirlenmesi konusunda yönlendirici bazı temel ölçütler bulunmaktadır. Bunlar;

- dış görüş
- görsel konfor
- günışığının hacim içerisindeki dağılımı (düzensizlik) olarak sıralanmaktadır.

Bir açıklığın yerleşimi açıklık ile alakalı diğeri özelliklere göre günışığının mekândaki düzensizliğini etkileyen en önemli parametre olmaktadır. Günışığı performansının hacim içerisinde görsel konfor koşullarını karşılayacak şekilde sağlanabilmesi için öncelikli olarak pencerelerin tek duvarda ya da birden fazla duvarda yer almasına yönelik kararların bina tasarımının konsept aşamasında verilmesi gereklidir [7].

Bununla birlikte bir pencerenin duvar üzerindeki konumuna yönelik kararın verilmesi de bu aşamada yapılması gereken önemli adımlardan bir diğeridir.

İlk olarak mekân içerisine ışık alınmasını sağlayan pencerelerin bir veya birden fazla duvarda konumlandırılması, hacim ölçeğinde incelendiğinde konut yapılarında genellikle oda oranları ile bağlantılı olarak tek duvarda yanal pencere şeklinde olmaktadır. Ancak mümkün olduğu takdirde parıltı farklılıklarını azaltmak ve günışığının iç mekândaki homojen dağılımını arttırmak için birden fazla duvarda yanal pencerelerin tasarlanması daha uygun olmaktadır [4]. Tek bir duvarda açıklık oluşturulsa dahi görsel konfor koşullarını sağlamak için pencereye ilişkin tasarımın dikkatli ve titiz yapılması gerekmektedir. Bu anlamda tek duvar üzerinde yanal pencerenin konumlandırıldığı durumlar için Lynes tarafından bir oran önerilmektedir. 'K' oranı olarak ifade edilen bu oran, ortadan ikiye bölünen bir odanın pencere kısmında kalan yarısı ile odanın arka tarafında kalan yarısına ait ortalama günışığı faktörlerinin oranı olarak tanımlanmaktadır.

$$K = \frac{\text{Ortalama Günışığı Fak. (odanın ön kısmı için)}}{\text{Ortalama Günışığı Fak. (Odanın arka kısmı için)}} \quad (4.1)$$

İç mekan yüzeylerine ait yansıtma katsayıları ortalama 0.5 alınarak yapılan hesap için K değerinin 3 ve üzerindeki değerleri alması durumunda, mekan içerisinde görsel konfor koşullarının sağlanamayacağı bir düzeyde aydınlık düzeyi elde edildiği belirtilmektedir [62].

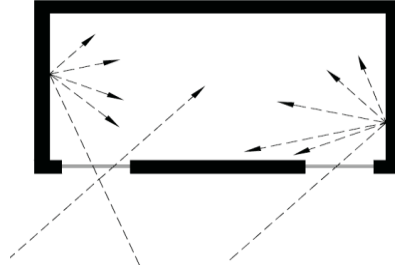
Cephede yer alan opak yüzeyler aynı zamanda günışığının mekâna iletilmesine yönelik engel oluşturabildikleri için özellikle kapalı gök koşullarında tek duvar üzerinde yanal açıklığa sahip mekânlarda, yeterli günışığı sağlanamamasına bağlı olarak iki veya daha fazla duvarda bulunan yanal açıklıklar daha iyi bir seçenek oluşturmaktadırlar [7]. Konu ile alakalı olarak yapılan bir çalışmada toplam pencere alanının oda alanına oranının %15 olduğu bir hacim için pencereler farklı boyutlarda bir, iki, üç ve dört duvar üzerine yanal pencereler olarak farklı yönlerde yerleştirilmiştir. Kuzey ve orta Avrupa ülkelerinde genellikle etkin olan kapalı gök koşulu için gerçekleştirilen simülasyonlarda, farklı yönlere bakan 4 ayrı duvar üzerinde yapılan pencere yerleşimleri sonucu iç mekanda günışığı performansına yönelik elde edilen değerler Çizelge 4.1'de verilmiştir. Verilen değerlere göre hem

sağlanan günışığı aydınlık düzeyi bakımından hem de düzgünlük faktörü bakımından en iyi seçenek güney ve batı cephelerinde yanal pencereler olarak düzenlenen seçenek olmaktadır [62].

Çizelge 4.1 : Farklı cephelerde düzenlenen yanal pencerelere göre iç mekanda oluşan günışığı performansı [62].

Farklı cephelere ait pencereler	Minimum Aydınlık Düzeyi (lux)	Maksimum Aydınlık Düzeyi (lux)	Düzgünlük Faktörü (max/min oranı)	Ortalama Aydınlık Düzeyi (lux)
Güney	65	5270	81	705
Güney ve Batı	59	5213	88	731
Güney ve Kuzey	87	5171	59	726
Güney, Doğu, Batı	71	4849	68	707
Güney, Doğu, Kuzey, Batı	69	4596	66	696

Bunların yanı sıra pencerelerin tek bir duvar üzerinde orta aksta konumlandırılması yerine yan duvarlara yakın şekilde konumlandırılması ile Şekil 4.6’da verildiği gibi pencerelerin etrafını saran yüzeylerin aydınlık düzeyi artırılarak parıltıyı azaltmak ve kullanıcılara daha fazla dış görüş sağlayarak aynı zamanda doğal havalandırma imkânının artırılması ile konforlu bir ortam sağlanmaktadır [36].



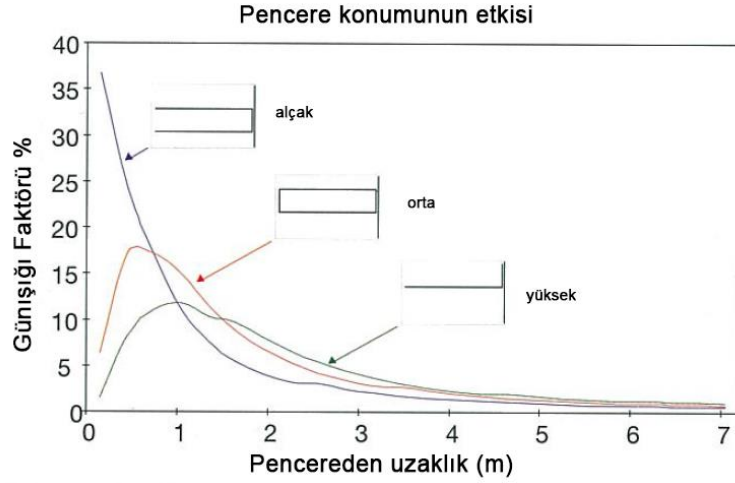
Şekil 4.6 : Yansıtıcı yüzeyler olarak davranan yan duvarlar ile mekan içerisinde ışık dağılımının ve niceliğinin artırılması [4].

Bu şekilde oluşturulan açıklıklar yan yüzeylerin parıltısını artırarak mekan içerisinde gerçekleşen günışığı aydınlık düzeyinin homojen bir şekilde dağılmasını sağlamakta, yüzeyler arası kontrastı azaltmaktadır. Aksi durumda Şekil 4.7’de görüldüğü gibi mekan içerisinde aynı aydınlık düzeylerinin elde edildiği iki durum için açıklığın duvar ortasına yerleştirilmesi durumunda yüzeyler arasındaki aydınlık düzeyi farkı artacak, ışığın düzgün dağıtılamadığı ve görsel konfor bakımından kamaşmanın daha çok meydana geldiği mekanlar oluşacaktır [4].



Şekil 4.7 : Aynı günışığı aydınlık düzeyinin elde edildiği mekan için farklı pencere düzenleri ve aydınlık düzeyi eğrileri [4].

Açıklıkların konumu ile alakalı durumlardan bir diğeri ise pencerenin duvar üzerindeki pozisyonudur. Genel bir kural olarak pencerelerin duvar üzerindeki konumlarının yükseltilmesi mekan içerisindeki günışığı düzgünlüğünü arttırmaktadır. Bu anlamda yapılan bir çalışmada yanal bir pencere duvarın alçak, orta ve yüksek noktalarında konumlandırılmış ve Şekil 4.8’de verilen grafik elde edilmiştir [62].



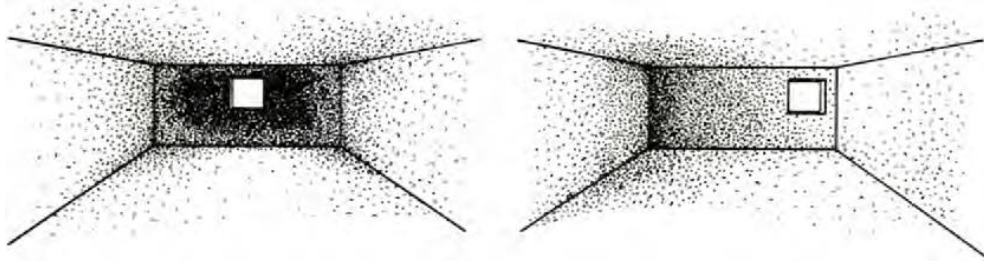
Şekil 4.8 : Duvar üzerinde pencerelerin konumlandırılış biçimine göre iç mekanda elde edilen günışığı performansının değişimi [62].

Grafikte belirtilen ve Çizelge 4.2’de ayrıntılı bir şekilde verilen değerlere göre mekânın arka taraflarında elde edilen en yüksek günışığı faktörü değeri ve elde edilen günışığına yönelik en düzgün dağılım yanal pencerenin duvarın yüksek noktasında konumlandırılmasıyla sağlanmaktadır [62].

Çizelge 4.2 : Üç farklı pencere pozisyonuna göre mekan içerisindeki günışığı faktörü değerleri [62].

Pencere Konumu	Minimum Günışığı Faktörü (%)	Maksimum Günışığı Faktörü (%)	Düzgünlük Faktörü (max/min oranı)	Ortalama Günışığı Faktörü (%)
Alçak	0.5	37	74	4.9
Orta	0.6	17	28	4.4
Yüksek	0.75	12	16	3.9

Benzer bir şekilde Şekil 4.9'da görüldüğü gibi açıklığın yan duvara yakın şekilde konumlandırılması sonucu duvarda meydana gelen aydınlık düzeyinin artması ile oluşan parıltı miktarının duvarın orta noktasında konumlandırılışına göre daha az olduğu belirtilmektedir [4].



Şekil 4.9 : Pencerenin duvar üzerindeki konumlandırılışına bağlı olarak pencereden kaynaklı yan duvarlarda meydana gelen parıltı miktarı [4].

Konut mekânına dair yapılan bir çalışmaya göre ise %10 saydamlık oranına sahip kare ve yatay pencereler yan duvardan 60 cm uzaklığa kadar duvarın orta noktasında konumlandırıldıklarında iç mekânda oluşan günışığı miktarının, tüm duvarın orta noktasında konumlandırıldıkları duruma göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Aynı pencerelerin saydamlık oranları %20 oranına çıkartıldığında ise pencerelerin tüm duvarın orta noktasında konumlandırıldıkları duruma göre daha üst noktada konumlandırılması ile iç mekânda oluşan günışığı miktarının arttığı belirlenmiştir [20]. Bu anlamda tek duvarda yanal pencere kullanılması durumu üzerinden günışığı miktarının mekân içerisinde arttırılması, pencerenin duvar üzerindeki pozisyonunun genellikle saydamlık oranının artması ile birlikte duvarda merkezden daha yukarı konuma getirilmesi ile sağlanırken, parıltıya dair görsel konforsuzluğun azaltılmasının ise açıklıkların mekânı tanımlayan yan duvarlara yakın olması ile elde edildiği görülmektedir.

Sonuç olarak mekan içerisinde karşılanması gereken görsel konfor koşullarına yönelik yanal pencerelerin tek duvar yerine daha fazla duvar üzerinde konumlandırılması, yanal pencerelerin ise kullanıcı tercihleri ve pencere boyutu göz önünde bulundurularak optimum günışığı performansını sağlayacak şekilde tasarlanması önemli olmaktadır.

4.3.5 .Pencerelerin ışık geçirme özellikleri

Doğru cam türü seçimi, açıklık tasarımına ve etkin bir doğal aydınlatma sistemi oluşturulmasına dair temel konulardan biridir. Günışığının herhangi bir açıklıktan içeri

girmesi birçok dış faktöre (iklim, dış engeller, pencerenin yönü, gölgeleme elemanı vb.) bağlı olmakla birlikte cam yüzeyine ulaşmasından itibaren ise cama ait ışık geçirme özellikleri iç mekâna alınan günışığı miktarını belirlemektedir [37]. Birçok durumda cam türü seçimine yönelik yaklaşım, pencere sisteminin dış görünüşünü meydana getiren pencere doğramasına ve camın malzemesine göre olmaktadır. Aynı zamanda cam türü seçiminde görsel ve ısısal konforun sağlanması için bileşenlere ait performans kriterlerinin düşünülmesi önemlidir. Bu anlamda günışığını etkin bir şekilde iç mekânda sağlamak (günışığı geçirgenliğini arttırmak), parıltıyı kontrol etmek, termal konforu ve havalandırmayı sağlamak, yoğuşmayı engellemek, ses kontrolünü sağlamak, dayanıklılık, hava ve su sızdırmazlık cam türü seçimine dair önemli performans parametreleri olarak sıralanabilir [37].

Camların binalarda kullanımını güneş ışınımının kontrolü, güneş ışığının kontrollü olarak içeriye alınması, güneş ışınımından ısı kazancı sağlanması, dış görüşün sağlanması ve güneş ışınımının hacimlerde yarattığı ısıtıcı etkinin kontrolünü amaçlamaktadır [77]. Bu anlamda hacimlerde meydana gelen günışığı miktarını etkileyen ve pencere sistemini oluşturan elemanlara ait başlıca değişkenlerden camın ışık geçirgenlik değeri (VT), doğramaya ilişkin düzeltme çarpanı, cam kirliliğine ilişkin düzeltme çarpanı önemli olmakta, doğal aydınlatma sistem tasarımı sürecinde görsel konfor ve aydınlatma enerjisi korunumu açısından bu değerlerin titizlikle üzerinde durulması gerekmektedir. Aynı zamanda yapılarda %20 ila %40 oranında oluşan ısı kayıp ve kazançlarının meydana geldiği açıklıkların cam türlerine ait termal ve optik özelliklerin (U değeri, SHGC, ışık geçirgenliği (VT)) karşılanması enerji etkin bir pencere sistemi oluşturmak ve pencerelerin kullanım, onarım maliyetlerini azaltmak adına önemlidir [37].

İnsanların günışığını ve dış görüşü arzu etmesi, günışığına dair renk, gölge ve ışığın gün boyu çeşitliliğini algılamak istemesi yapılan çalışmalarla ortaya konmaktadır. Bu anlamda iç mekânda yeterli günışığı miktarının ve maksimum dış görüşün sağlanması için uygun ve doğru cam türlerinin seçiminin yapılması, iç mekânda görsel konfor koşullarının oluşturulması ve kullanıcılara yönelik iyi hal açısından dikkat edilmesi gereken konulardan bir diğeri olmaktadır [37].

Mekân içerisinde yeterli günışığı aydınlık düzeyinin elde edilmesine imkân veren, kaliteli bir dış görüş sunarken, aynı zamanda ısı kayıp/kazançlarını azaltarak enerji etkin performans gösteren açıklıkların tasarlanması ve bunu sağlayabilecek cam

türlerinin seçilmesi önemlidir [36,78]. Yukarıda belirtilen performans gerekliliklerinin açıklıklarda sağlanması için cam türü seçimine dair bazı temel parametrelere dikkat edilmesi gerekmektedir. Bu anlamda cam türünü seçerken;

- Yapının bulunduğu bölgenin iklimi,
- Yapının konumu-güneşlenme durumu,
- Yapının kullanım amacı ve bu amaca ilişkin sağlanması gereken görsel, ısısal ve işitsel konfor koşulları

önemli olmaktadır [4]. Bu kriterlere göre doğru bir cam türü seçilebilmesi cam türlerinin iyi bilinmesi ve terimlerin iyi anlaşılması ile olanaklıdır.

4.3.5.1 Cam cinsi ve kalınlığı

Yapıda kullanılacak olan cam türleri, yukarıda camlara yönelik verilen genel yaklaşımlardan herhangi biri olabileceği gibi ikisinin veya üçünün bir araya getirilmesi ile de oluşturulabilmektedir. Bunun yanında tipolojilere göre camlardan beklenen performans kriterleri ve kullanılan cam türleri farklılık göstermekle birlikte, genel olarak kullanılan cam türleri; normal-düz camlar, renklendirilmiş camlar, film kaplamalı camlar, ısı korunumlu camlar ve aktif sistemli (eloktrokromik, gazokromik, PV vb.) camlar olmaktadır. Konut yapılarında ise genellikle geleneksel düz camlar, günümüzde kullanımı en fazla olan ısı korunumlu camlar ve son zamanlarda enerji etkin yaklaşımlar ile birlikte özellikle büyük projelerde spektral seçici camların kullanımları görülmektedir.

- **Standart-Düz Camlar:** Tarihsel süreç içerisinde yapılarda kullanılan normal-düz camlar genellikle ışık geçirgenliği ve dış görüş sağlamanın yanında, yüksek oranda solar ısı kazanç ve kayıplarına neden olarak günümüz enerji ihtiyaçlarına ve görsel konfor koşullarının sağlanmasına yönelik beklentilere cevap vermekte yetersiz kalmaktadırlar. Daha çok konut yapılarında kullanılan, normal pencere camı olarak da bilinen bu cam türü, 2 mm'den 7 mm'ye kadar üretilebilmekte, tek katmanlı, hava boşluklu şekilde çift ve üç cam katmanlı şekilde olabildiği gibi kalınlığa göre de çeşitlenebilmektedir. Yüzeylerinde hiçbir işlem yapılmadan renksiz olarak kullanıldıklarından oldukça saydamdır. Ancak fiziksel ve mekanik özellikleri gelişmiş cam türlerine göre zayıftır. Güvenlik ve yalıtım amaçlı kullanılmazlar [79,80].

- **Renklendirilmiş (tinted) Camlar:** Normal camların yüzeylerinin veya hamurlarının renklendirilmesi ile değişime uğratarak meydana getirilen renklendirilmiş camlar, iç mekâna daha az ışık geçişine neden olurken, ultraviyole ışınlarının bir kısmının veya tamamının iç mekâna alınmasını engelleyerek daha çok ısı kazancının meydana gelmesine engel olan cam türleridir. Cam hamuruna çeşitli oksitlerin eklenmesi ile renklendirilmiş camlar genellikle gri, yeşil ve bronz renklerde olmaktadır [36]. Belirli oranlarda ışık ve ısı emilimi yapan ve emilim oranına göre renkleri değişen renklendirilmiş camlar, aynı zamanda görsel mahremiyeti de sağlamaktadırlar. Öncelikli kullanım amacı dış ortamdan kaynaklı parıltıyı azaltmak ve camdan iç mekâna geçen güneş ışınımını minimize etmek olan ve genellikle ofis binalarında kullanımları görülen renklendirilmiş camların genel olarak özellikleri ise aşağıda verildiği şekildedir;

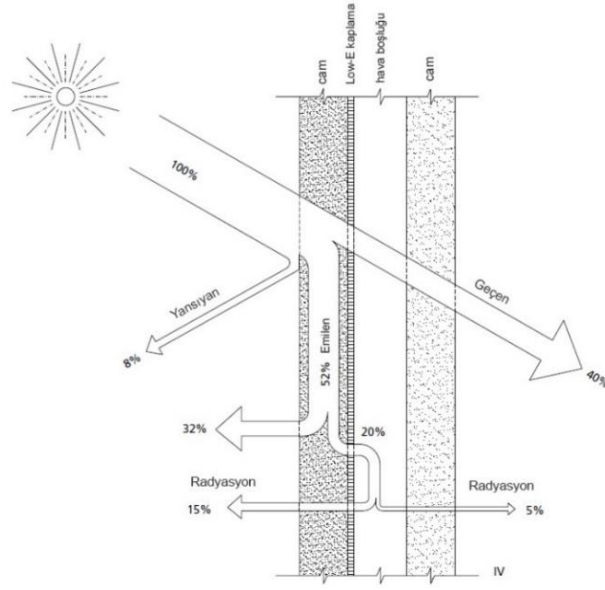
- Güneş ışınımından kaynaklı ısı kazancını azaltmak,
- Parıltıyı engellemek amacıyla ışık geçirgenliğini azaltmak,
- Dış görüşe önemli derecede engel olmayacak şekilde renk değiştirmek [37].

- **Film Kaplamalı (coated) Camlar:** Niteliksel olarak yansıtıcı ve spektral seçici olarak ayrılan film kaplamalı camlar, düz camların yüzeylerine ince bir film tabakası kaplanması ile oluşturulmaktadır. Yansıtıcı nitelikte olanları, güneş ışınımından kaynaklı ısı kazancının renklendirilmiş camlara göre daha fazla düşürülmek istendiği durumlarda, düz camların ya da renklendirilmiş camların yüzeylerine yüzey yansıtma oranlarını arttıracak ince metal bir tabakanın kaplanması sonucu elde edilmektedir [37]. Spektral seçici özellikte olanları ise özel film tabakalarının cam yüzeylerine uygulanması sonucu görünür elektromanyetik ışınımını geçirdiği halde belirli dalga boylarında ısı ışınımını geçirmemektedirler [7].

- **Yansıtıcı camlar;** Hamuru renklendirilmiş camlara göre daha ince ve bu sebeple ışık geçirgenliği daha yüksek olan, içeriden ince bir metal tabaka ile kaplanmış yansıtıcı camlar; güneşten kaynaklı ısı kazancına yönelik kaygıların ön planda olduğu, bu kaygıların doğal aydınlatmanın

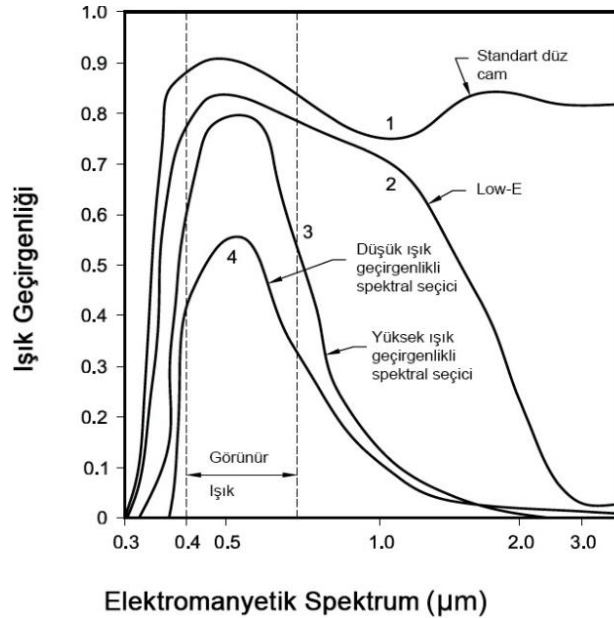
önüne geçtiği ve iç mekanda yüksek parıltı düzeylerinden kaçınmak istendiği durumlarda tercih edilmektedir [81]. Bu tip camlarda yansıtma özelliklerinin artırılması ile ısı geçirgenlik değerinde azalma sağlanmaktadır [79]. Solar ısı kazanç katsayısının azaltılma oranı kaplamanın kalınlığına, yansıtma oranına ve tabakanın cam sistemindeki konumlandırıldığı yere göre değişmektedir [37]. Renklendirilmiş camlar ile aynı şekilde kaplamalı camlar da ışık geçirgenliğini güneş ışınımından ısı kazanç katsayısına oranla daha fazla düşürmekte, bu sebeple daha çok ofis binalarında kullanımları yaygın olarak görülmektedir. Konut binalarında ise daha çok özel durumlarda kullanılmaktadır. Maliyetinin fazlalığı sebebiyle çok özel durumlarda kullanımları tercih edilen yansıtıcı camlar, cepheye gelen güneş ışığını çevreye yansıttığı, diğer yapılar için kaçınılması gereken ve kamaşmaya sebep olan ışığa neden olması sebebiyle dikkatli bir şekilde kullanılmaları gerekmektedir [82].

- **Spektral (tayfsal) Seçici Camlar;** camın güneş ışığı geçirgenliğini olabildiğince yüksek tutabilmek amacıyla yalnızca elektromanyetik spektrumun görülemeyen bölümü için etkili olan bazı özel boya ve kaplamalar kullanılarak oluşturulmaktadır [83]. Low-E camlar olarak da bilinen spektral seçici camlar Sekil 4.10’da gösterildiği gibi görülebilen ışınları olabildiğince geçiren fakat kızılötesi ve morüstü ışınları büyük oranlarda yutan veya yansıtan camlardır [80,84]. Bu şekilde iki cam arasındaki boşluk içerisinde önemli miktarlarda ısı transferine sebep olan radyasyonları engelleyen spektral seçici camlar, bu sayede pencere içerisinden geçen toplam ısı akışını düşürürler [37]. Cam üzerine kaplama yapılan malzemenin çeşidine ve kaplamanın cam sistemi içerisindeki konumuna göre performansları değişiklik göstermektedir. Performanslarına göre düşük, orta ve yüksek seviye olarak çeşitlenen Low-e camlar yazın ve kışın istenilen performansın gösterilmesine yönelik maksimum geriverimi sağlamaktadırlar.



Şekil 4.10 : Low-E camların çalışma prensibi [4].

Low-e camlar konut yapılarında ve orta ölçekli ticari yapılarda yaygın bir şekilde kullanılabilir, Şekil 4.11’de gösterildiği gibi görünür ışık tayf aralığında standart camlara yakın ışık geçirgenliği sağlayarak cam yüzeyinin emisyon değerini $e \sim 0.87$ ’den $e \sim 0.04$ ’e kadar düşürebilmektedir. Böylece ışık geçirgenliği %77’nin altına düşmeden kızılötesi ışımasını %20’ye kadar azaltılabilmektedir [80].



Şekil 4.11 : Spektral seçici camların çeşitlerine göre ışık geçirgenlikleri [37].

- **Isı Korunumlu Camlar;** iki veya daha fazla cam tabakasının, arasına yalıtım sağlaması amacıyla bırakılan boşlukların bir ünite oluşturacak şekilde bir araya

getirilmesi ile elde edilmektedir. Normal-düz camlar ile kıyaslandığında bırakılan ara boşluğun yalıtım sağlaması ile hemen hemen yarı yarıya hava akışını kesen bu camlar, aynı zamanda düz camlar ile aynı ışık geçirgenliğine imkân verebilmektedir. Isı korunumlu camlarda cam katmanının arttırılması, bu katmanların üç cam ya da daha fazla cam adedinden oluşması durumunda ise daha fazla yalıtım sağlanabilmektedir [37]. Isı korunumlu camların ısıtılan iç mekândan dış mekâna doğru iletim yolu ile gerçekleşen ısı kayıplarını azaltması ile aynı zamanda ısıtma enerjisine yönelik yüksek oranlarda tasarruf yapılabilmektedir [80]. Cam katmanlar arasında bırakılan boşluklar ise genellikle kuru hava ile doldurulduğu gibi argon gazı gibi bazı asal gazları barındıracak şekilde fabrika şartlarında birleştirilmesi ile de elde edilmektedirler. Bu boşluklar genellikle 8-20 mm arasında olmaktadır [81]. Konut yapılarında hem ısı korunumu hem de yüksek ışık geçirgenliği sağlaması ile en çok tercih edilen cam türü olmaktadır.

- **Aktif Sistemli Camlar;** Dinamik camlar olarak da nitelendirilen camlar, içinden elektrik akımının geçmesi sonucunda saydamlık oranı değişen, günışığı kontrolü sağlarken güneş enerjisini elektrik enerjisine çeviren sistemler olan fotovoltaik ve elektrokromik camlar olduğu gibi, iki cam arası boşluğun jel ile doldurulduğu ortam sıcaklık düzeyine göre opak hale gelip yansıtıcı özellik kazanabilen termokromik camlar, camı renklendirmek için boşluğa hidrojen gazı verilip hidrojen konsantrasyonuna göre renklenmesi ve ışık geçirgenliği değişen gazokromik camlar olarak da tanımlanabilmektedirler [83,84].

Sonuç olarak konforlu ortamların ve günışığı bakımından etkin iç mekânların oluşturulması için cam türlerinin seçimine dair aşağıda verilen adımları izlemek önemlidir. Bu anlamda;

- Soğuk iklimlerde ısı kayıplarını azaltmak adına ışık geçirgenlik değerinin U değerine oranı cam türünün seçiminde önemli olmaktadır. Bu oran ne kadar yüksek olursa yüksek ışık geçirgenlik miktarına karşılık ısı kayıpları azaltılmaktadır [36].
- Benzer şekilde güneş kontrolünün öncelikli olduğu yerlerde veya iklimlerde anahtar parametre ışık geçirgenliğinin güneş enerjisi toplam geçirgenliğine

(SHGC) oranı olmaktadır [4,36]. Bu oran ne kadar yüksek olursa istenmeyen ısı kazançlarından kaynaklı fazla ısınmanın önüne geçilebilmektedir.

- Yıl içerisinde hem ısı kazançlarının hem de ısı kayıplarının kontrol edilmek istendiği iklimlerde çeşitli ışık geçirgenlik oranlarına sahip camlar veya ışık geçirgenlikleri ayarlanabilir pencere sistemleri avantajlı olabilmektedir. Bu sistemler mekanik olarak kontrol edilebilen gölgeleme elemanına sahip camlar olabilirken, elektrokromik gibi aktif sistemli cam türleri de olabilmektedirler [36].
- Her yöne aynı tür camın kullanılması uzun vadede doğru sonuçlar doğurmamaktadır. Bunun yerine etkili ve sürdürülebilir bir tasarım için tipolojiye ve iklime göre her yöne uyumlu olacak veya doğru performansı gösterecek şekilde cam türlerinin seçimi uygun olmaktadır.

4.3.5.2 .Doğramaya ilişkin özellikler

Pencere sistemini cam ile birlikte oluşturan temel bileşenlerden bir diğeri de camı tutan, koruyan, strüktürel dayanımını sağlayan doğrama olmaktadır. Genel olarak toplam açıklık alanının %30'unu kaplayan doğramalar günışığı hesabına kapladığı alan oranında doğramaya ilişkin düzeltme çarpanı (cam alanının pencere alanına oranı) olarak katılmaktadır [8,64]. Bu anlamda Çizelge 4.3'te yaygın olarak kullanılan doğrama malzemelerine ait düzeltme çarpanları verilmektedir [38].

Çizelge 4.3 : Doğrama tipleri için düzeltme çarpanları [38]

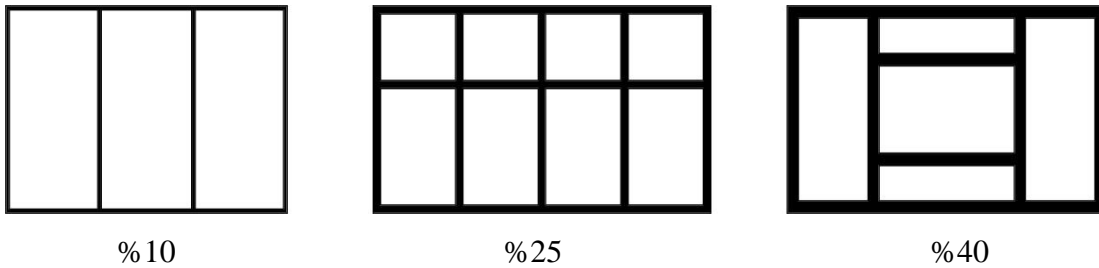
Doğrama Tipi	Düzeltilme Çarpanı
Metal Parçalı Çerçeve	0.9
Metal Çerçeve, tek parça cam levha	0.8
Ahşap Çerçeve, tek parça cam levha	0.7
Ahşap Parçalı Çerçeve	0.6

Genel olarak yapılarda kullanılan doğrama malzemeleri tarihsel sıra ile alüminyum, ahşap ve plastik esaslı PVC'ler olmaktadır [7,37]. Pencere sistemlerinde yaygın olarak kullanılan ve Şekil 4.12'de özellikleri verilen doğrama malzemelerinin, konut binalarında özellikle tek cam kullanımından ısı korunumlu çift cam kullanımına geçiş ile birlikte daha kalın kesitli olanları kullanılmaya başlandığı görülmektedir.

Alüminyum Çerçeve	Ahşap Çerçeve	PVC Çerçeve
<ul style="list-style-type: none"> -düşük U değerinden kaynaklı yüksek ısı geçirgenliği -yüksek stabilite-ağırlık oranı -Ahşaba kıyasla daha az ağırlık -dayanım-düşük onarım giderleri 	<ul style="list-style-type: none"> -İyi termal performans -Şekil vermesi, biçimlenmesi kolay -plastik veya alüminyum malzeme ile kaplanmıyorsa- dış boyama ve bakım gerektirir. -dekoratif görünüm (özellikle konut yapılarında bu açıdan kullanımı yüksek) -Daha az maliyetli 	<ul style="list-style-type: none"> -Az bakım, onarım -İstenilen ebatlarda üretilebilme -tasarım özelliklerine bağlı termal performans -yüksek yalıtım -korozyona, hava kirliliğine ve haşerelere karşı yüksek dayanım -Ahşaba göre daha az, alüminyum ile benzer en kesit -dekoratif değil, çeşitliliği az

Şekil 4.12 : Konut binalarında yaygın olarak kullanılan doğrama malzemeleri ve özellikleri [37].

Pencerelerin doğramaları opak yüzeyler olması sebebiyle herhangi bir ışık geçişine izin vermediği gibi beklenen düzeyden daha yüksek oranlarda camdan geçen ışık miktarını engelleyebilmektedirler. Şekil 4.13'te verildiği gibi ışığa engel olan çerçeve alanının toplam açıklık alanına oranı verilen pencerelere dik bakıldığı zaman tahmin edilenden daha kalın bir görüntü ortaya çıkabilmektedir. Aynı zamanda güneş ve gökten gelen ışınların genellikle yatayla 30° ila 45° ve üzerinde açı yapacak şekilde pencere yüzeyine ulaşmaları sebebiyle pencere doğramasından yansıyan ışınların sapması sonucu bu ışınlar iç mekana daha eğik bir açı ile girmekte, doğrama alanının toplam açıklık alanına oranı %25 olan bir pencere sisteminde bu oran %28, doğrama alanının toplam açıklık alanına oranı %40 olan bir pencere sisteminde ise doğramadan yansıyan ışınlar sonucu doğrama alanının toplam açıklık alanına oranı %55 olan bir pencere sistemi gibi davranabilmesine yol açmaktadır [62]. Bu sebeple mümkün olduğu düzeyde yansıyan yüzeyi ince ve termal beklentilerden kaynaklı olarak kalın kesitli bir doğrama ile pencere sisteminin oluşturulması daha etkili olmakta, bu durum hem ışık geçirgenliğine ve parıltıya bağlı olarak hem görsel konforu hem de termal performansı arttırmaktadır [62,64].



Şekil 4.13 : Doğrama tarafından engellenen toplam açıklık oranları [62].

Pencere doğramasının açık renklerde olması ise pencere açıklığının bulunduğu odaya ait yan duvarlarda parıltının azaltılmasına olanak sağlamakta, bu sayede görsel performansın artırılmasına katkıda bulunmaktadır [62].

4.3.5.3 Cam kirliliğine ilişkin düzeltme çarpanı

Pencere sistemine dair ışık geçirgenliğini etkileyen bir diğer durum ise cam kirlilik faktörüdür. Günışığına dair hesaplamalarda da kullanılan bu faktör, camın ışık geçirgenliğinin azalmasına sebep olan cama ait kirlilik oranını belirtmektedir. Çizelge 4.4 'te kırsal veya şehir yerleşimlerinde çeşitli durumlar için farklı yapı türlerine yönelik cama ait kirlilik faktörünün bulunmasına ilişkin gerekli katsayılar verilmektedir. Bu çizelgelere örnek teşkil edecek şekilde kırsal bölgede yer alan bir konuta ait düşey bir vitray camın kirlilik faktörü $4 \times 1 \times 3 = 12$ olmakta, cam kirliliğine ilişkin bakım faktörü/düzeltilme çarpanı ise $100 - 12 = 88$ (0.88) olarak bulunmaktadır [38].

Çizelge 4.4 : Yapı Türlerine Göre Günışığı Kaybı (% olarak) [38].

Yapı Türü	Normal-düz cam ile kıyaslandığında günışığı kaybı (% olarak)	
	Kırsal Bölge	Şehir
Konut binaları	4	8
Ofis, Eğitim binaları vb.	4	8-12
Yüzme havuzları, spor salonları gibi kirliliğe maruz kalan alanlar	12-24	12-24

Çizelge 4.5 : İklim Koşullarına Göre Maruz Kalma Faktörü [38].

Maruziyet	Maruz Kalma Faktörü		
	Düşey Cam	Eğimli Cam	Yatay Cam
Normal durum (bulunulan yerleşim için)	x1	x2	x3
Ağır Yağışlı	x0.5	x1.5	x3
Karlı	x1	x3	x4

Çizelge 4.6 : Özel İklim Koşullarına Maruz Kalma Faktörü [38].

Durum	Maruz Kalma Faktörü
Yağmur altında kalmış düşey cam	x3
Çiçeklenmiş veya korozyona uğramış cam	x3
Vitray cam	x3

Diğer yandan pencere camlarının bölge ve hava koşullarına göre belirli oranlarda temizlenmesi gerekmektedir. Temizlenme süreleri çeşitli ülkelerde standartlara ve yönetmeliklere göre yapılmaktadır. Bu anlamda Çizelge 4.7’de İngiltere’de endüstri dışı bölgelerde yapı türlerine göre pencerelerin hangi sürelerde temizlenmesi gerektiği gösterilmiştir [85].

Çizelge 4.7 : Yapı Türüne Bağlı Olarak Pencerelerin Temizlenme Sıklığı [85].

Yapı Türü	Pencereler (Düşey)
Ofisler	3 ay
Bankalar	2 hafta
Mağazalar	1 hafta (dış cam)
Cadde üstü mağazalar	Her gün (dış cam)
	1 hafta (iç cam)
Konutlar	4-6 hafta
Oteller	2 hafta
Okullar	3-4 ay
Hipermarketler	3 ay

4.3.6 Güneş kontrol elemanları

Günlüğü ile aydınlatma tasarımının öncelikli ilkesi günlükünden yaralanmayı maksimize etmek, parıltı problemlerinden kaçınmak ve güneş ışınımından kaynaklı ısı kazancını engelleyerek soğutma yüklerini minimize etmektir [86]. Bu bakımdan günlükünün iç mekâna alındığı bütün mekânlarda görsel ve ısısal konforu sağlamak için güneş ışınımının kontrol edilmesi temel gereklilik olmaktadır. Genel olarak güneş ışığının mekân içerisindeki dağılımına yönelik en iyi kontrol bina cephe yönlerinin dikkatli planlanması, mekânların ve pencerelerin doğru konumlandırılması ile başarılmaktadır [38]. Bunun yansıra pencereden günlükü geçişinin kontrolü birçok farklı yoldan sağlanabilmektedir. Bu anlamda kaplamalı ve boyalı cam türleri kullanılarak gölgeleme sağlanabildiği gibi günlükünün etkilerini kontrol etmek için en yaygın yöntem ise gölgeleme elemanlarının kullanımı olmaktadır [86].

İyi tasarlanmış bir gölgeleme elemanı soğuk hava koşullarında ısı kazanımını maksimize etmeli, sıcak hava koşullarında radyasyondan kaynaklı ısı kazanımını kontrol etmeli, iç mekânın görsel ve akustik konfor koşullarını sağlamalıdır [87]. Aynı zamanda gölgeleme elemanları pencereden giren direkt güneş ışınlarını engelleyerek parıltıyı önlemelidir [88].

Doğru bir gölgeleme elemanı tasarımında günışığının dış ve iç mekândaki davranışına bağlı olarak güneş ışınlarının yansıyan bileşenlerini ve güneş ışınımından kaynaklı ısı kazancı ile ilgili termal kazanımlarını belirlemek temel adım olmaktadır [89]. Bu anlamda gölgeleme elemanlarının kullanım amaçlarını belirtmek, bu amaçlara yönelik olarak gölgeleme elemanlarının seçimini ve tasarımını titizlikle yapmak önemlidir. Genel olarak gölgeleme elemanlarının kullanım amaçları;

- Mekâna giren güneş ışınımından kaynaklı toplam ısı kazancını minimize etmek ve bu sayede mekânın ortalama sıcaklığını düşürmek,
- Kullanıcı üzerine doğrudan güneş ışınımının düşmesini engelleyerek kullanıcı üzerindeki sıcaklık değişimini 3° ila 7° derece arasında sonuçlandırmak,
- Kullanıcıya parıltı kaynağı oluşturabilecek yüzeylerin yüzey aydınlık düzeyini azaltmak,
- Kullanıcının bakış doğrultusunda parıltıya sebep olabilecek dış yüzeylere, bulutlara ya da güneşin kendisine yönelik dış görüşü engellemektir [62].

Gölgeleme elemanlarının yukarıda belirtilen amaçlara yönelik temel performansları karşılamasının yanısıra, aynı zamanda mekân içerisinde günışığı etkinliğini düşürerek ek bir yapma aydınlatma yüküne sebep olacak şekilde bir engel oluşturmaması gerekmektedir [62]. Bu anlamda gölgeleme elemanlarının tasarımı yapılırken iklim koşulları, görsel konfor, güneş ışınımından kaynaklı ısı kazancı, estetik beklentiler, bakım-onarım gibi birçok bileşen birlikte ele alınmalıdır [89].

Gölgeleme elemanlarının etkin özellik gösterebilmeleri, güneşin konumuna, günışığının ortamda var olma durumuna ve gölgeleme elemanının tasarımına göre değişebilen gölgeleme katsayısına bağlı olmaktadır [86]. Normal-düz cam ile oluşturulan ve gölgeleme elemanı yerleştirilmemiş bir pencere sistemi ile gölgeleme elemanı yerleştirilmiş bir pencere sistemine ait camdan geçen toplam radyasyon değerlerinin (görünen ve görünmeyen kısımlar dahil olmak üzere) kıyaslanması sonucu elde edilen oranı ifade eden bu katsayıya göre iç mekandaki günışığı performansı arttırılmakta veya azaltılmaktadır. Hiç gölgelenmemiş bir pencere sisteminin gölgeleme katsayısı 1 (bir) iken, tamamen opak bir yüzeyin gölgeleme katsayısı ise 0 (sıfır) olmaktadır [62]. Bu anlamda sıcak ve nemli iklim özelliğine sahip bir yerleşim yerinde konut tipolojisi üzerinden yedi farklı gölgeleme elemanının irdelenmesi sonucu 0.55 ve üzeri gölgeleme katsayısının oturma odalarında kabul edilen aydınlık düzeylerinin üzerinde günışığını sağladığı, parıltıyı kabul edilebilir

düzeyle düşürdüğü, ancak günışığının iç mekândaki düzgün dağılımını azalttığı ortaya konmuştur. Gök koşullarının, gölgeleme elemanı türünün, gölgeleme elemanına ait boyutların ve gölgeleme elemanı sayısının farklılık göstermesi sonucu ise her bir gölgeleme elemanlarının farklı etkileri ortaya çıkabilmektedir [86].

Genel olarak pencere sisteminin iç ve dış kısmındaki yerleşimlerine göre sınıflandırılan gölgeleme elemanları, dış ortam gölgeleme elemanları ve iç ortam gölgeleme elemanları olarak ikiye ayrılmaktadır. Bu elemanlardan maliyet, bakım ve estetik açıdan yaygın kullanımları görülmesi de dış ortam gölgeleme elemanları, iç ortam gölgeleme elemanlarının güneş ışınlarının cam içerisindeki geçişinden sonra yer alması ve bu sebeple iç mekânın ısınmasına sebep olması, aynı zamanda dış görüşü engelleyebilmesi sebebiyle perde, stor, jaluzi gibi iç kısımda yer alan gölgeleme elemanlarından daha etkili olmaktadır [36,89]. Çalışma kapsamında cephe tasarımının iç mekândaki görsel performansa etkisinin irdelenmesi sebebiyle cephede yer alan dış ortam gölgeleme elemanları çalışma içerisinde daha detaylı olarak ele alınmaktadır.

4.3.6.1 Dış ortam gölgeleme elemanları

Pencere sisteminin dışında, cephede kullanılan gölgeleme elemanları temel olarak yatay, düşey ve eğik açılarda kullanılmaktadırlar. Aynı zamanda hareket özelliklerine göre üç ana başlık altında toplanan gölgeleme elemanları; sabit gölgeleme elemanları, ayarlanabilir gölgeleme elemanları ve toplanabilir-içer çekilebilir gölgeleme elemanları olarak sıralanmaktadır.

- **Sabit gölgeleme elemanları**, genellikle doğrusal bir panel veya çitanın sabit veya ayarlanabilir bir çerçeve üzerine güneş ışınımını engellemek amacıyla Şekil 4.14'te görüldüğü gibi çeşitli şekil ve formlarda monte edilmesi ile oluşturulmaktadır [87]. Yatay, düşey veya bu elemanların kombinasyonu olan kafes sistemler şeklinde yapı yüzeyine uygulanabilen sabit gölgeleme elemanları; aynı zamanda yapının kendi bileşenlerinden yatayda çatı saçakları, balkonlar, döşemelerin konsol olarak uzatılması şeklinde olabileceği gibi, düşeyde ise özellikle çok katlı yapılarda kolonlardan yararlanılarak oluşturulabilmektedir. Ancak direkt güneş ışınları sebebiyle elde edilen ısı kazançlarının iç mekâna aktarılmaması için gölgeleme elemanı ile yapı yüzeyi arasında boşluk olması daha uygun olmaktadır [90].

Bir mekânda görsel konfor koşullarının sağlanması amacıyla sabit gölgeleme elemanına ait performansı belirlemek için mekân içerisinde oluşan aydınlık düzeyi ve parlılık miktarının sıcak ve soğuk dönemlerde olmak üzere iki farklı periyotta değerlendirilmesi gerekmektedir [88]. Bu anlamda aşırı sıcak bölgelerde sabit gölgeleme elemanlarının kullanımı etkili olabilirken, güneşten kaynaklı ısı kazancının ısıtmaya katkısının olduğu soğuk iklimlerde sabit gölgeleme elemanları uygun bir çözüm olmayabilmektedir [62].



Şekil 4.14 : Dış ortam sabit gölgeleme elemanları [91,92,93].

Yüksek açıda gelen direkt güneş ışınlarını engellemek için güneşin konumuna göre şekillenen sabit gölgeleme elemanları, özellikle kuzey yarımkürede yatay şekilde kullanımı ile güney veya güneye yakın yönelimler için uygun olmakta, doğu ve batı yönelimlerinde güneşin konumuna bağlı olarak düşük açıda gelen güneş ışınları nedeniyle etkili olamamaktadırlar [62]. Düşey gölgeleme elemanları bu yönler için çok daha etkili olmaktadır.

Temel prensipleri camdan geçen toplam güneş ışınımını azaltmak olan sabit gölgeleme elemanlarının büyük bir kısmı gökyüzü görüşünü engellemeleri sebebiyle mekana alınan yaygın gök ışığını ve güneş ışığını azaltabilmektedirler [62,87]. Sabit gölgeleme elemanlarının kullanımından kaynaklı mekânın arka bölümünde meydana gelen aydınlık düzeyindeki bu azalım ek bir yapma aydınlatma gerektirebilmekte, dolayısıyla enerji harcamalarını da arttırabilmektedir [88]. Bu anlamda Hong Kong'da birden fazla konut tipolojisine ait örnek üzerinden kullanıcılarla anket yapılarak oluşturulmuş bir çalışmaya göre kişilerin hem gölgeleme sağlaması hem de yağmur, kar gibi yağışlardan koruması sebebiyle eğik veya yatay biçimde

gölgeleme elemanlarının kullanımını daha çok tercih ettiği ortaya konmuş, benzer şekilde parapet veya cam kullanımlı balkonların hem dış görüşe engel olmaması hem de doğal havalandırmaya katkısı sebebiyle gölgeleme amacı ile kullanımlarının tercih edildiği tespit edilmiştir. Ancak hem balkonların hem de gölgeleme elemanlarının, iç mekânda sağlanan günışığı miktarının düşmesine ve günışığının homojen dağılımının (düzgünlüğünün) azalmasına, yapma aydınlatma yükünde artışa sebep olmasına bağlı olarak iç ortam gölgeleme elemanlarının kullanımlarına daha çok eğilim gösterildiği belirlenmiştir [94].

Sabit gölgeleme elemanlarının kullanımından kaynaklı iç mekânda günışığı miktarına yönelik azalmanın önemli düzeylerde olmaması adına gölgeleme elemanının doğru tasarlanması ile birlikte, hem iç mekânda yer alan yüzeylere hem de gölgeleme elemanının yüzeylerine (özellikle iç kısmına) yönelik ışık yansıtma katsayılarının yüksek olması önem taşımaktadır [62]. Bu bakımdan yansıtma katsayılarının iç mekânda sağlanan aydınlığı hem nitelik hem de nicelik olarak etkilemesi sebebiyle gölgeleme elemanının rengi gölgeleme elemanı tasarımına yönelik önemli bir parametre olmaktadır [88].

Işık rafları gibi bazı sabit gölgeleme elemanı çeşitleri ise ışınların geliş yönüne göre seçici - yansıtıcı olmalarından dolayı günışığı etkinliğinin en düşük olduğu zamanlarda bile mekânın arka bölümlerinde bulunan aydınlık düzeyi miktarında herhangi bir düşüşe sebep olmamakla birlikte, aynı zamanda bu noktalarda bulunan mevcut aydınlık düzeyi miktarının artmasını sağlamaktadırlar [62].

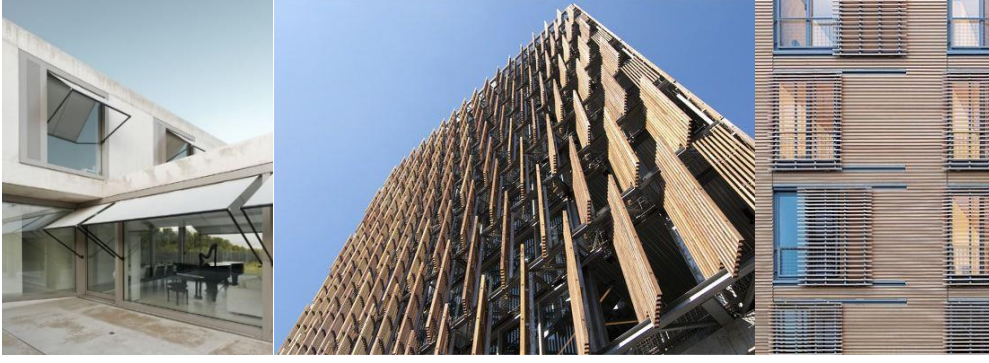
Bitkilerin doğal bir gölgeleme elemanı olarak kullanımları dış ortam gölgeleme elemanlarından bir diğer seçeneği oluşturmaktadır. Bu anlamda seçilen bitkilerin özellikle yer aldığı iklime uygun olacak şekilde kış aylarında yapraklarını dökerek iç mekâna alınmak istenen ve ısı kazancına imkân veren güneş ışınlarının geçişini sağlayan, yaz aylarında ise doğal bir gölgeleme elemanı görevi gören bitkilerden olması önemlidir. Bu bitkilerin iç mekânda elde edilen günışığı miktarını azaltacak boyda olmayacak (engel teşkil etmeyecek) şekilde kullanımlarına dikkat edilmesi gerekmektedir.

- **Ayarlanabilir gölgeleme elemanları ise,** aşırı ısınmanın olduğu zamanlarda güneş ışınımından kaynaklı ısı kazancına sebep olan direkt güneş ışınlarının

içeri alımına engel olduğu gibi, aynı zamanda açılarının doğru ayarlanması ile günışığının da etkin bir şekilde mekana alınmasına izin veren sistemlerdir [88]. Hareket ettirilebilmeleri sebebiyle güneşin konumuna daha rahat uyum sağlayabildikleri için gün boyunca etkili olabilmektedirler. Güneşten kaynaklı ısı kazancının istendiği zamanlarda (kış aylarında) ayarlanabilir olmaları sayesinde direkt güneş ışınlarının iç mekâna alınmasına olanak sağlarlar.

Ayarlanabilir gölgeleme elemanlarından yüksek verim alınabilmesi adına doğru şekillerde çalıştırılması önemli konulardan bir diğeridir. Gölgeleme elemanlarının çalıştırılması veya hareket ettirilmesi kullanıcı tarafından kontrol edilebilen manuel veya kumandalı sistemler olabileceği gibi otomasyon sistemleri ile de olabilmektedir. Doğru kullanıldığı takdirde iç mekândaki günışığı miktarına önemli düzeylerde etki etmeyen bu sistemler herhangi ek bir aydınlatma yüküne de sebep olmamaktadırlar [62].

Genel olarak panjurlar, tenteler, jaluziler ve storlar olarak sıralanan ayarlanabilir gölgeleme elemanları, günümüzde hem enerji korunumunu ve görsel konfor koşullarını sağlamaya yönelik yararlarla hem de estetik açıdan sağladığı olanaklarla Şekil 4.15'te gösterildiği gibi pek çok biçimde kullanılabilir. Konut tipolojilerinde ise özellikle kullanıcı kontrolüne imkân vermesine bağlı olarak kullanımları yaygın olarak görülmektedir. Bu anlamda Güney Kore'de yapılan bir çalışmaya göre sabit ve yatay dış ortam gölgeleme elemanı, iç ortam gölgeleme elemanı olan jaluzi ve deneysel olarak yapılan sabit, parçalı ve her bir parçası eğik açılı ve ayarlanabilir olan bir dış ortam gölgeleme elemanının görsel performansa etkisi aydınlık düzeyi, düzgünlük ve dış görüş üzerinden güneşin en yüksek konumda olduğu öğle vaktinde yaz, kış, ilkbahar ve sonbahar ayları için değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeye göre iç ortamda kullanılan jaluzi ve eni 0.80 m, her bir parçası 10 cm genişliğinde olan, kış, ilkbahar ve yaz mevsimlerinde güneş ışınlarının gelme açılarına göre her bir parçasının açısı ayarlanarak tasarlanan dış ortam gölgeleme elemanı benzer bir şekilde optimum sonuçları göstermiş, gölgeleme ve dış görüş sağlaması bakımından tasarlanan gölgeleme elemanın en iyi seçeneği oluşturduğu belirtilmiştir [95].



Şekil 4.15 : Ayarlanabilir dış ortam gölgeleme elemanları [96,97,98].

Sonuç olarak dış ortam gölgeleme elemanlarının seçimine ve tasarımına dair izlenecek yollar kısaca aşağıdaki gibidir :

- Mümkün olduğunca dış ortam gölgeleme elemanı kullanımına öncelik verilmesi, iç ortam gölgeleme elemanı kullanımlarına göre daha iyi sonuçların alınmasını sağlamaktadır.
- Sabit gölgeleme elemanına karşı ayarlanabilir gölgeleme elemanı alternatiflerinin tercih edilmesi, güneşin etkinliği ve kontrol edilebilir olması bakımından daha iyi sonuçlar verebilmektedir.
- Her yön kendine özgü gölgeleme stratejisi gerektirirken, güney ve batı cephelerine ait gölgelendirmelerin güneşin gün içerisindeki hareketi göz önüne alındığında ısısal ve görsel konforsuzluğa daha çok sebep olduğu için öncelikli olarak düşünülmesi gerekmektedir.
- Güney ve güneye yakın cepheler için yatay gölgeleme elemanlarının, doğu ve batı cepheleri için ise düşey gölgeleme elemanlarının kullanımı gösterdikleri performans bakımından daha uygun olmaktadır.
- Dış ortam gölgeleme elemanının estetik açıdan istenmediği ve bina cephesine adapte edilemediği durumlarda yapının kendisi gölgeleme elemanı olacak şekilde tasarlanabilmektedir. Pencerelerin yapı cephesinden içeri çekilmesi veya yapı elemanlarının cepheden çıkma yapması bu duruma örnektir.
- Gölgeleme elemanlarının iç mekânda meydana gelebilecek parıltı düzeyini, görsel konforun sağlanması için gerekli olan düzeylerde tutacak şekilde tasarlanması gerekli ve önemlidir.
- Gölgeleme elemanın malzemesi ve rengi, güneşin iç mekândaki performansını ve elemana ait güneşten kaynaklı ısı kazanç miktarını etkilemesi sebebiyle doğru seçilmelidir.

4.3.6.2 İç ortam gölgeleme elemanları

Bakımları dış ortam gölgeleme elemanlarına göre daha kolay olan, ışığı yayma ve yansıtma özelliği ile kamaşma kontrolünde etkin olan iç ortam gölgeleme elemanları Şekil 4.16’da görüldüğü gibi perdeler, storlar ve jaluziler olarak çeşitlenmektedir.



Şekil 4.16 : İç Ortam Gölgeleme Elemanları [99,100]

Genel olarak pencere sisteminin iç kısmında yer almasına bağlı olarak cama gelen güneş ışınlarının iç mekâna geçişini engelleyememeleri sebebiyle görsel ve özellikle ısıl konfor açısından dış ortam gölgeleme elemanlarına göre daha düşük performans göstermektedirler. Özellikle konut yapılarında kullanımları yaygın olarak görülen iç ortam gölgeleme elemanlarından daha çok ofis yapılarında kullanımları olan jaluzilerin direkt güneş ışığını engellerken, yaygın günışığını içeri almaları bakımından en etkin sonuçları ortaya koyduğu görülmektedir. Açısı uygun bir şekilde ayarlandığında her bir parçası ışık rafı gibi davranan jaluzilerin kullanıcıya bağlı bir sistemle kontrol edildiği takdirde ise iç mekanda sağlanan günışığı performansı üzerindeki olumlu etkisinin azaldığı tespit edilmiştir [101].

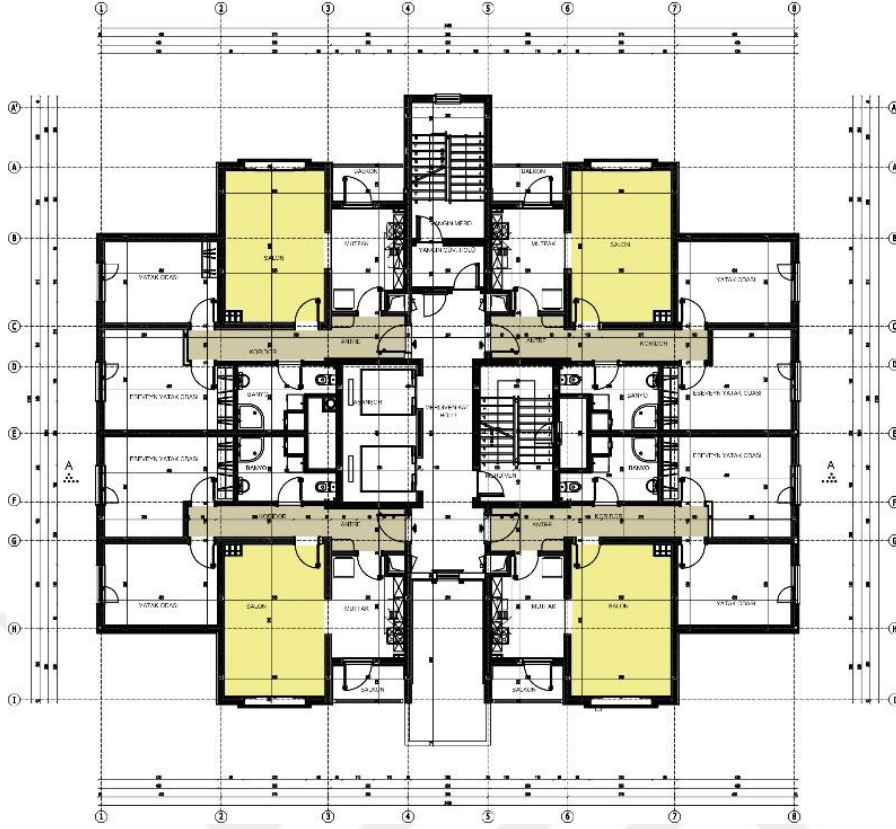


5. CEPHE AÇIKLIKLARININ İÇ MEKANDA GÜNIŞIĞI PERFORMANSINA ETKİSİNİN İNCELENMESİ: 21.BÖLGE KAYAŞEHİR KONUTLARI

Çalışmanın bu bölümünde, cephe tasarımının iç mekanda günüşiği performansına etkisinin bir uygulama örneği üzerinden analizi ve değerlendirilmesi yapılmaktadır. Örnek uygulama için çalışma kapsamında günümüzün getirdiği ihtiyaçlar ve sosyal politikalar doğrultusunda yapılan ve Türkiye'deki konut üretimin büyük bir payını oluşturan, yoksul ve dar gelirli ailelerin barınma gereksinimlerini karşılayabilecek biçimde 'standartlaştırılmış tip plan' şemalarına sahip sosyal konut yapısı ele alınmaktadır.

TOKİ tarafından yapımı sağlanan ve çalışma kapsamında ele alınan konut birimi, standartlaştırılmış plan şemasına sahip olan B1, B2, C1 ve C2 plan tiplerinden B2 plan tipine sahiptir. B2 plan tipine sahip konut birimi yaşam alanı, yatak odaları, mutfak, banyo olmak üzere konut yapılarında temel eylemler için gerekli olan mekânlara sahip olup, net 95 m2/brüt 120 m2'den oluşmaktadır [102]. B2 plan tipi Türkiye'nin farklı iklim bölgelerinde gerçekleştirilen projelerde çok az farklılıklarla uygulanmaktadır.

Çalışma içerisinde bu uygulamalardan biri olan B2 plan tipine sahip İstanbul Kayaşehir 21.Bölge Konutları örnek proje olarak seçilmiştir. Başakşehir ilçesine bağlı yeni bir yerleşim alanı olan Kayaşehir bölgesinde yer alan proje 2014 tarihinde tamamlanmıştır. Her bir bina toplam 10 kattan oluşmakta ve her katta 4 daire yer almaktadır. Şekil 5.1'de B2 plan şemasına sahip ele alınan örnek konut yapısı için normal kat planı verilmektedir. 2+1 plan tipinde oluşturulan her bir dairede oturma-dinlenme odası, mutfak, çocuk odası, yatak odası ve ıslak hacim yer almaktadır. Konut birimi içerisinde yapılan değerlendirmelerde baz alınan yaşama mekanı Şekil 5.1'de sarı renk ile belirtilmektedir.

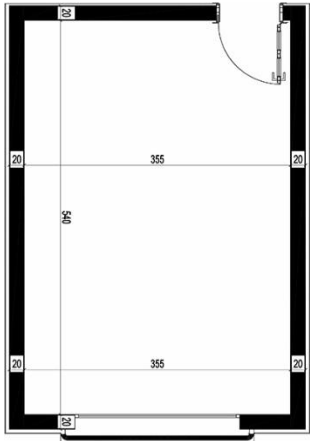

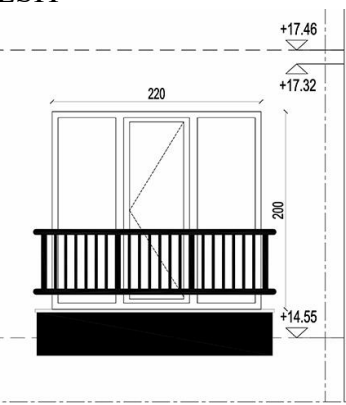


Şekil 5.1 : Kayaşehir 21.Bölge konutları B2 tip plan şemasına ait normal kat planı [102].

Kullanıcıların dinlenme, barınma gibi temel ihtiyaçlarını karşıladığı konut birimlerinde; yaşama mekanları farklı eylemlerin gerçekleştirildiği, buna bağlı olarak gereksinimleri karşılaması beklenen, konfor kavramının konut birimi içerisinde en çok arandığı mekânlardan biridir. Aynı zamanda günışığının etkin olduğu zaman dilimlerinde kişilerin günün büyük bir kısmını geçirdiği konut mekanlarından biri yaşama mekanları olmaktadır. Bu sebeplerle yaşama mekanlarına ilişkin doğru bir doğal aydınlatma sisteminin gerçekleştirilmesi ve bu mekânlarda görsel performansın sağlanması önemlidir. Bu anlamda çalışma kapsamında yaşama mekanına yönelik cephe tasarımı ve iç mekanda meydana gelen günışığı performansı irdelenmektedir.

Ele alınan yaşama mekanı dikdörtgen bir plana şemasına sahiptir. Mekan 5.40 m x 3.55 m boyutlarında ve kat yüksekliği 2.91 m'dir. Üç ayrı yöne cephesi olan hacimde tek bir yanal pencere yer almaktadır. Yaşama mekanına ait iç mekan yüzey malzemeleri; duvarlar için açık krem beyaz duvar boyası, tavan için tavan boyası ve döşeme için kahverengi laminant parke olarak belirlenmiştir. Örnek konut birimi üzerinden ele alınan yaşama mekanı ve cephesine ilişkin veriler Çizelge 5.1'de verildiği gibidir

Çizelge 5.1 : Yaşama mekanına ve cepheye ilişkin bilgiler.

	<p>Yaşama Mekânına İlişkin Bilgiler</p> <p>Hacmin Niteliği : Yaşama Mekânı/Salon Hacim Boyutları : 5.40 m x 3.55 m Hacim Yüksekliği : 2.70 m (net) Döşeme Kalınlığı : 14+7 cm=21 cm Hacmin Alanı: 19.17 m² İç yüzeylerin ışık yansıtma katsayıları: Duvar: Açık Krem Duvar Boyası (0.77), Döşeme: Kahverengi Laminat Parke (0.28), Tavan: Tavan Boyası (0.70)</p>
<p>PLAN</p> 	<p>Cepheye İlişkin Bilgiler</p> <p>Hacimde Yer Alan Pencere Adedi:1 adet Mevcut Pencere Boyutları : 2.20 (genişlik) x 2.00 (yükseklik) m Saydamlık Oranı: %45,92 Pencere A. Taban A. Oranı: %22,95 Cama ait ışık geçirme katsayısı: %79 (4+16+4 mm Low-e kaplamalı Şişecam/Isıcam S Serisi) Güneş Kontrol Elemanı Yok</p>
<p>KESİT</p> 	
<p>ÖN GÖRÜNÜŞ</p>	

5.1 Ele Alınan Senaryolara İlişkin Güneşli Performanslarının Belirlenmesi

Ilımlı-nemli bir iklime sahip İstanbul'da konumlanan proje için yaşama mekanında cephe tasarımına bağlı olarak güneşli performansının sağlanması amacıyla çalışma

içerisinde 6 adet senaryo geliştirilmiştir. MATPUM (ODTÜ Mimarlık Fakültesi Araştırma Tasarım Planlama Ve Uygulama Merkezi) tarafından TOKİ'ye yönelik geliştirilen 'Toplu Konut Alanlarında Kentsel Çevresel Standartlar İçin Bir Değerler Sistemi Önerisi' tasarım ilkelerinde yer alan '*salonlar güney, doğu ya da güneydoğuya bakmalı*' ifadesinin irdelenmesi amacıyla çalışma içerisinde ana cephesi güneye yönlendirilen yaşama mekanı ele alınmış ve bütün senaryolar güney cephede yer alma durumuna göre değerlendirilmiştir [103]. Çevresinde herhangi bir engel olmadığı varsayılan konut birimi için yapılan simülasyonlar sonucunda, çevresinde yer alan zemin malzemesine bağlı olarak meydana gelen zeminden yansıyan ışık miktarının, farklı kat yükseklikleri için iç mekanda gerçekleşen günışığı performansına farklı derecelerde etki ettiği ortaya konmuştur. Bu sebeple çalışma kapsamında ele alınan 10 katlı bina için modellenecek olan yaşama mekânının, değerlendirmelerde bütün bina için geçerli olabilecek ortalama bir sonuca ulaşılması amacıyla yapının orta noktası olan 6.katta (15.5 m) yer aldığı kabul edilmiştir.

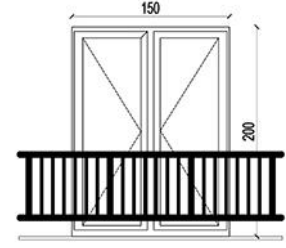
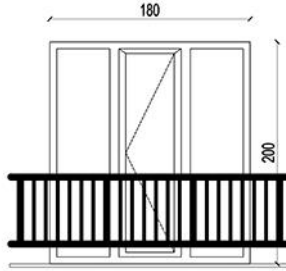
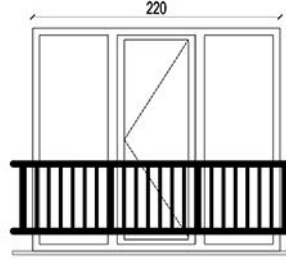
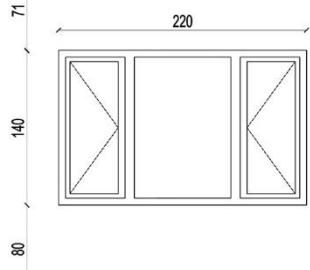
Cepheye yönelik değişkenlerin iç mekânda günışığı performansına etkisinin irdelenmesi amacıyla senaryolar pencere boyutu, pencere biçimi ve gölgeleme elemanı bileşenleri üzerinden oluşturulmuştur. Cepheye yönelik değişkenlerden pencerenin konumu, cam ve doğramaya ilişkin özellikler ise bütün senaryolar için sabit tutulmuştur. Bu anlamda pencerelerin bütün senaryolarda dış duvarın orta aksında yer aldığı varsayılmıştır. Pencerelerin ışık geçirme özelliklerine yönelik mevcut projede kullanılan cam türü (4+16+4 Low-E kaplamalı ısı cam) bütün senaryolar için geçerli cam türü olarak belirlenmiş ve ışık geçirme katsayısı %79 olarak alınmıştır. Pencere doğraması için malzeme türü ahşap görünümlü PVC esaslı malzeme olarak belirlenmiştir. Doğramaya ilişkin düzeltme faktörü ise her bir senaryo için oluşturulan pencere tiplerine yönelik olarak ayrı ayrı hesaplanmış olup, pencere tip ve boyutlarına özgü olarak hesaplamalara dahil edilmiştir.

Çalışma içerisinde pencere boyutu değişkeni için literatür incelemesi sonucu hem görsel hem de ısısal konfor açısından eşik değerler olarak belirlenen %50, %40 ve %30 saydamlık oranları irdelenmiştir. Pencere biçimi olarak ise konut binalarında kullanımları yaygın bir şekilde görülen, çalışma düzlemi üzerinde yer alan ve belirli bir parapet yüksekliğinden başlayan, genişliği yüksekliğine oranla daha fazla olan pencere biçimi ile bir bölümü çalışma düzlemi altında kalan, genişliği yüksekliğine

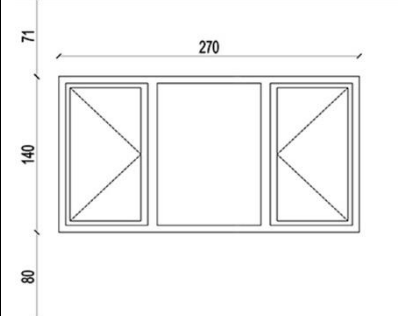
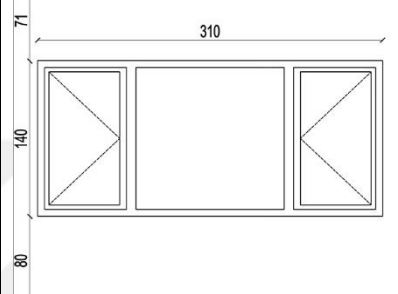
oranla daha az olan boy pencere biçimi ele alınmıştır. Çalışma içerisinde bu pencere biçimleri sırasıyla yatay ve düşey pencere olarak adlandırılmışlardır.

Çizelge 5.2’de çalışma kapsamında oluşturulan senaryolara ilişkin bilgiler verilmektedir. Bu anlamda senaryolarda herhangi bir dış engel olmadığı ve cephede güneş kontrol elemanı bulunmadığı varsayılmıştır. Senaryoların her biri için iç mekanda günışığı performansının irdelenmesi amacıyla DIALUX simülasyon programında modeller yapılmış ve yaşama mekanına ait günışığı performansları analiz edilmiştir.

Çizelge 5.2 : Çalışma kapsamında oluşturulan senaryolara ilişkin bilgiler.

Ele Alınan Senaryolar	Saydamlık Oranı	Pencere Genişliği	Pencere Yüksekliği	Görünüş
S1 (mevcut durum)	%50	2.20 m	2.00 m	
S2	%40	1.80 m	2.00 m	
S3	%30	1.50 m	2.00 m	
S4	%50	3.10 m	1.40 m	

Çizelge 5.2 (devam): Çalışma kapsamında oluşturulan senaryolara ilişkin bilgiler.

Ele Alınan Senaryolar	Saydırlık Oranı	Pencere Genişliği	Pencere Yüksekliği	Görünüş
S5	%40	2.70 m	1.40 m	
S6	%30	2.20 m	1.40 m	

Günüşliği performansının belirlenmesi amacıyla oluşturulan hesap düzlemi 0.85 m yükseklikte ve yaşama mekanında kullanıcı tercihlerine bağlı olarak esnek bir kullanım görölmesi sebebiyle herhangi bir sınır bölgesi oluşturulmadan duvar bitiminden itibaren mekânın bütünü için düzenlenmiştir. Hesap noktalarının belirlenmesi amacıyla hesap düzleminde oluşturulan grid sistem, uzun kenarı 5 m ve üzeri olan hacimler için belirlenen 0.5 x 0.5 m genişlik ve uzunluğundaki 77 (11x7) adet modülden oluşturulmuştur [25].

Hesaplamaların bütün yılı kapsaması amacıyla kış ayları olan Eylül, Ekim, Kasım, Aralık, Ocak, şubat ayları için Aralık ayı, yaz ayları olan Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos ayları için Haziran ayı hesaplamalarda temsili ay olarak seçilmiştir. Günüşliği performansının belirlenmesine yönelik yapılan bilimsel bir çalışmada, İstanbul'da yer aldığı kabul edilen bir ilkokul dersliği üzerinden yılın on ayı ve ayın her günü için, gün saatleri boyunca 4 ara ve 4 ana yöne baktığı kabul edilen bir hacimde, kurgulanan senaryolara ilişkin bilimsel geçerliliği ispatlanmış bir simölasyon programı ile yapılan doğal aydınlatma hesaplamaları sonucunda elde edilen verilere göre her ayın 15.gününün o ayı temsil eden gün olduğu belirlenmiştir [104]. Bu referans bilgi sonucunda çalışma kapsamında hesaplamalar, temsili olarak belirlenen 15 Aralık ve 15 Haziran tarihleri için yapılmıştır. 1989-2008 yılları arasında İstanbul için ölçülen iklimsel verilenlerin Perez berraklık indisi yöntemi ile saatlik olarak

hesaplandığı ve CIE tarafından kabul edilen açık, kapalı ve ortalama gök modellerinin İstanbul için belirlendiği bilimsel bir çalışmadan elde edilen verilere göre çalışma kapsamında ele alınan ilgili tarih ve saatler için hesaplamalara dahil edilen gök modelleri Çizelge 5.3’de verildiği gibidir [26].

Çizelge 5.3 : İstanbul’da yer alan yaşama mekanına yönelik ele alınan hesap tarihleri ve saatleri için belirlenen gök modelleri [26].

Hesap Tarihi Ve Saati	Gök Modeli
15 Aralık / 10.00	Ortalama Gök Modeli
15 Aralık / 12.00	Ortalama Gök Modeli
15 Aralık / 14.00	Kapalı Gök Modeli
15 Aralık / 17.00	Kapalı Gök Modeli
15 Haziran / 10.00	Açık Gök Modeli
15 Haziran / 12.00	Açık Gök Modeli
15 Haziran / 14.00	Açık Gök Modeli
15 Haziran / 17.00	Ortalama Gök Modeli

Değerlendirmeler simülasyonlar sonucu elde edilen verilere göre mekân içerisinde elde edilen günışığı aydınlık düzeyine ve sağlanan günışığı performansına yönelik olarak yapılmıştır. Bu anlamda değerlendirmeler için iç mekanda günışığı performansına yönelik mevcut durumun detaylı bir şekilde ortaya konulması ve günışığının değişken yapısı göz önünde bulundurularak yıllık bir değerlendirme yapılması amacıyla optimum tasarım seçeneklerinin oluşturulmasına imkan veren iklime dayalı günışığı değerlendirme yöntemi kullanılmıştır.

İklime dayalı günışığı değerlendirme yöntemleri içerisinde hem konsept hem de detay tasarım evresinde hassas bir değerlendirme sunarak, aynı zamanda yapılan çalışmalarla konut yapılarında görsel konforun sağlanmasına yönelik özelleştirilmiş asgari ve azami aydınlık düzey sınırları bulunan ‘Faydalı Günışığı Aydınlanma (UDI)’ yöntemi, bu çalışma için günışığı performansı değerlendirme yöntemi olarak belirlenmiştir. Konut mekanları için belirlenen faydalı günışığı aydınlık düzeyi değer aralıkları diğer tipolojilere göre farklılık göstermektedir. Bu anlamda konut yapıları için belirlenen değer aralıklarına yönelik 100 lx - 300 lx (UDI-supplementary) arası aydınlık düzeyleri yüksek oranda ek bir yapma aydınlatma elemanı gerektirecek durumları ifade ederken, 300 lx - 3000 lx (UDI-autonomous) arası aydınlık düzeyleri ise büyük oranda ek bir yapma aydınlatmaya ihtiyaç duyulmayan durumları ifade etmektedir [46]. Çalışma içerisinde optimum günışığı performansının belirlenmesi

amacıyla günışığı etkin saatlerde ek bir yapma aydınlatma gerektirmeyecek durumları ifade eden UDI-a (300lx-3000lx) değer aralığı değerlendirmelerde baz alınmıştır.

Faydalı günışığı aydınlığı hesaplamalarında etkin günışığı saati 08.00-20.00 (12 sa) aralığı olarak belirlenmiş olup, mekanda sağlanan faydalı günışığı aydınlığı ele alınan saat aralığı için yüzde olarak hesaplanmaktadır [46]. Ele alınan 08.00-20.00 (12 sa) etkin günışığı saat dilimi üzerinden her bir saatin 3 saati temsil ettiği varsayılarak çalışma kapsamında yaşama mekanına dair belirlenen hesap saatleri Çizelge 5.4' te verildiği şekilde olmaktadır .

Çizelge 5.4 : Yaşama mekanına yönelik belirlenen temsili hesap saatleri.

	Etkin Günışığı Saatleri	Belirlenen Temsili Hesap Saatleri
Kış	08.00-20.00 (12 sa)	10.00/12.00/14.00/17.00
Yaz	08.00-20.00 (12 sa)	10.00/12.00/14.00/17.00

Yaz-Kış Toplam Yıllık Günışığı Saati:
365 gün x 12 sa =4380 sa

5.1.1 S1 senaryosuna ilişkin günışığı performansının belirlenmesi

Çalışma kapsamında örnek olarak alınan projenin mevcut durumunu ifade eden S1 senaryosunda, güney cephede yer alan 2.20 (genişlik) x 2.00 (yükseklik) m boyutlarına ve %50 saydamlık oranına sahip düşey pencere ele alınmıştır. Doğramaya ilişkin düzeltme faktörü 0.75 olan düşey pencere için aynı zamanda mevcut projede yer alan metal korkuluklar engelleme projesi oluşturularak simülasyon programına işlenmiş, yapılan hesaplamalara dahil edilmiştir.

Çevresinde herhangi bir engel bulundurmeyen ve güneş kontrol elemanı olmayan cephe sistemine yönelik belirlenen hesap tarihleri ve saatleri için hesap düzleminde günışığı ile elde edilen aydınlık düzeyleri hesaplanmıştır. İlgili hesap tarih ve saatlerine göre hesap düzlemindeki her bir modülde oluşan günışığı aydınlık düzeylerinin Ek A'da verildiği S1 senaryosunda, yaşama mekanında oluşan günışığı performansına yönelik aydınlık düzeyi eğrileri ise Çizelge 5.5'te verildiği gibidir.

Çizelge 5.5 : S1 senaryosuna ilişkin yaşama mekanında meydana gelen günışığı aydınlık düzey eğrileri.



S1 senaryosunda iç mekânda elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri faydalı günışığı aydınlığı değerlendirme yöntemi kapsamında ek bir yapma aydınlatma elemanı gerektirmeyen değer aralığına göre (UDI-a) göre değerlendirilmiştir. Mekanda oluşturulan 77 hesap noktasında 300 - 3000 lx arası günışığı aydınlığının sağlandığı noktaların % değeri UDI oranı olarak belirlenmiş (Çizelge 5.6 A değeri), bu değer ele alınan temsili saatlerin yıllık toplam etkin günışığı saatine karşılık geldiği (Çizelge 5.6 B değeri) süre ile çarpılmıştır (AxB). Her bir temsili saat için aynı işlem gerçekleştirilmiş ve yaşama mekanında S1 senaryosu ile sağlanan yıllık faydalı günışığı aydınlığı (UDI) değeri bulunmuştur. S1 senaryosu ile yaşama mekanında yer alan zeminden 0.85 m yükseklikteki hesap düzleminde meydana gelen yıllık faydalı günışığı aydınlığı değeri Çizelge 5.6'da verildiği gibi olmaktadır

Çizelge 5.6 : S1 senaryosuna göre yaşama mekanı için sağlanan yıllık faydalı günışığı aydınlığı.

Temsili Tarih	Hedef Aydınlık Düzeyi Aralığının Mekanda Sağlanma Oranı (A)	Temsili Hesap Saati (B)	A x B	Sağlanan Yıllık Faydalı Günışığı aydınlığı (UDI-a)
15 Aralık Saat 10.00	%38,96	547,5	213,31	
15 Aralık Saat 12.00	%58,44	547,5	319,96	
15 Aralık Saat 14.00	%0,06	547,5	0,33	
15 Aralık Saat 17.00	%0,00	547,5	0,00	
15 Haziran Saat 10.00	%51,94	547,5	284,37	

Çizelge 5.6 (devam): S1 senaryosuna göre yaşama mekanı için sağlanan yıllık faydalı günışığı aydınlığı.

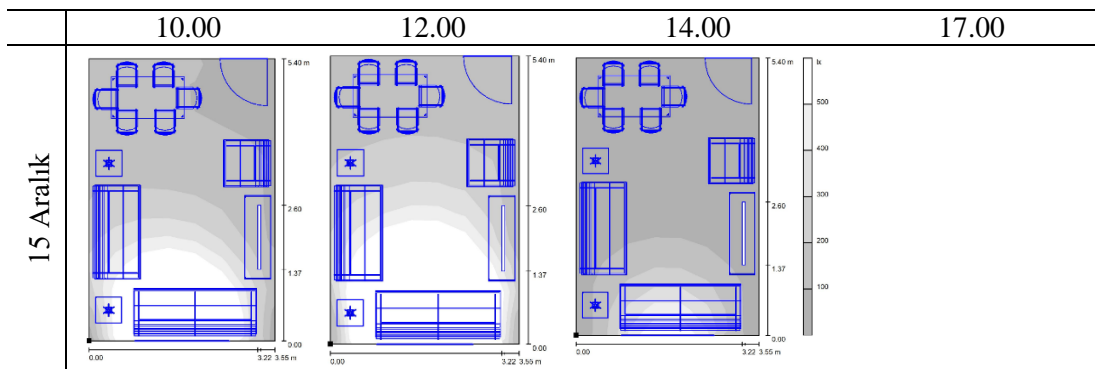
Temsili Tarih	Hedef Aydınlık Düzeyi Aralığının Mekanda Sağlanma Oranı (A)	Temsili Hesap Saati (B)	A x B	Sağlanan Yıllık Faydalı Günışığı aydınlığı (UDI-a)
15 Haziran Saat 12.00	%72,72	547,5	398,14	
15 Haziran Saat 14.00	%80,51	547,5	440,79	%42,86
15 Haziran Saat 17.00	%40,25	547,5	220,37	
Toplam		4380	1877,27	

Mevcut durumda var olan cephe tasarımının temsili tarih ve saatlere göre analiz edilmesi sonucu yaşama mekânında yıllık olarak sağlanan faydalı günışığı aydınlığı oranı %42.86 olarak tespit edilmiştir. Değerlendirmelere göre en düşük günışığı performansı 15 Aralık saat 17.00’de elde edilirken, %80.81 oranında faydalı günışığı aydınlığı sağlanması sonucu günışığı performansının en yüksek olduğu tarih ise 15 Haziran saat 14.00 olmaktadır.

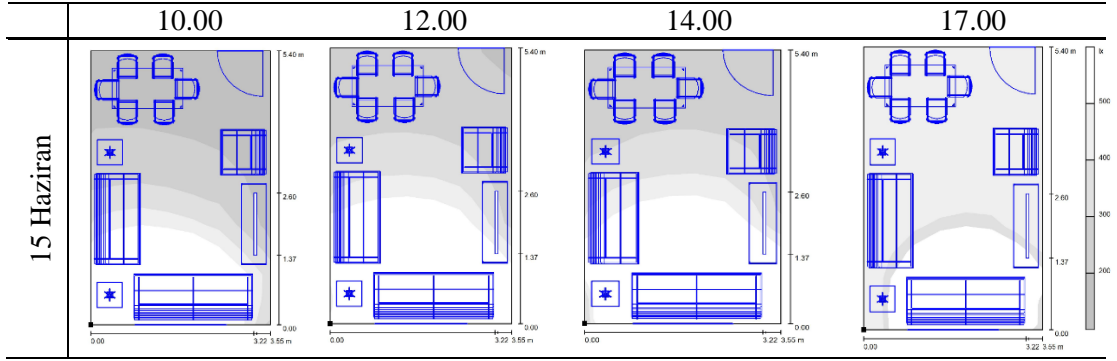
5.1.2 .S2 senaryosuna ilişkin günışığı performansının belirlenmesi

Konut binalarında cephe tasarımlarının iç mekandaki günışığı performansına etkisinin incelendiği çalışma içerisinde, senaryo kapsamında 1.80 (genişlik) x 2.00 (yükseklik) m boyutlarına sahip düşey pencere tipi ele alınmaktadır. S2 senaryosunda ifade edilen bu pencere tipi %40 saydamlık oranına sahip olup, doğramaya ilişkin düzeltme faktörü 0.71’dir. Mevcut projede yer alan metal korkuluklar engelleme projesi oluşturularak simülasyon programına işlenmiş, yapılan hesaplamalara dahil edilmiştir. Çevresinde herhangi bir engel bulundurmeyen ve güneş kontrol elemanı olmayan cephe sistemine ilişkin yapılan simülasyonlar sonucunda yaşama mekanında günışığı aydınlık düzeylerine yönelik elde edilen aydınlık düzeyi eğrileri Çizelge 5.7’de verilmektedir.

Çizelge 5.7 : S2 senaryosuna ilişkin yaşama mekanında meydana gelen günışığı aydınlık düzey eğrileri.



Çizelge 5.7 (devam): S2 senaryosuna ilişkin yaşama mekanında meydana gelen günışığı aydınlık düzey eğrileri.



Çevresinde herhangi bir engel bulundurmayan ve güneş kontrol elemanı olmayan pencere sistemine ilişkin ilgili hesap tarihleri ve saatleri için hesap düzleminde yer alan ve her bir hesap noktasında meydana gelen günışığı aydınlık düzeyleri EK A’da verildiği gibi olmaktadır. S2 senaryosunda iç mekânda elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri faydalı günışığı aydınlığı değerlendirme yöntemi kapsamında ek bir yapma aydınlatma elemanı gerektirmeyen değer aralığına göre (UDI-a) değerlendirilmiştir. Hesap düzleminde grid sistemi ile oluşturulan noktalarda, temsili olarak belirlenen tarih ve saatlerde oluşan aydınlık düzeylerine göre S2 senaryosunda yıllık olarak elde edilen faydalı günışığı aydınlığı Çizelge 5.8’de verildiği gibidir.

Çizelge 5.8 : S2 senaryosuna göre yaşama mekanı için sağlanan yıllık faydalı günışığı aydınlığı.

Temsili Tarih	Hedef Aydınlık Düzeyi Aralığının Mekanda Sağlanma Oranı (A)	Temsili Hesap Saati (B)	A x B	Sağlanan Yıllık Faydalı Günışığı aydınlığı(UDI-a)
15 Aralık Saat 10.00	%28,57	547,5	156,42	
15 Aralık Saat 12.00	%41,55	547,5	227,49	
15 Aralık Saat 14.00	%0,04	547,5	0,22	
15 Aralık Saat 17.00	%0,00	547,5	0,00	
15 Haziran Saat 10.00	%41,55	547,5	227,49	%31,82
15 Haziran Saat 12.00	%53,24	547,5	291,49	
15 Haziran Saat 14.00	%55,84	547,5	305,72	
15 Haziran Saat 17.00	%33,76	547,5	184,84	
Toplam		4380	1393,66	

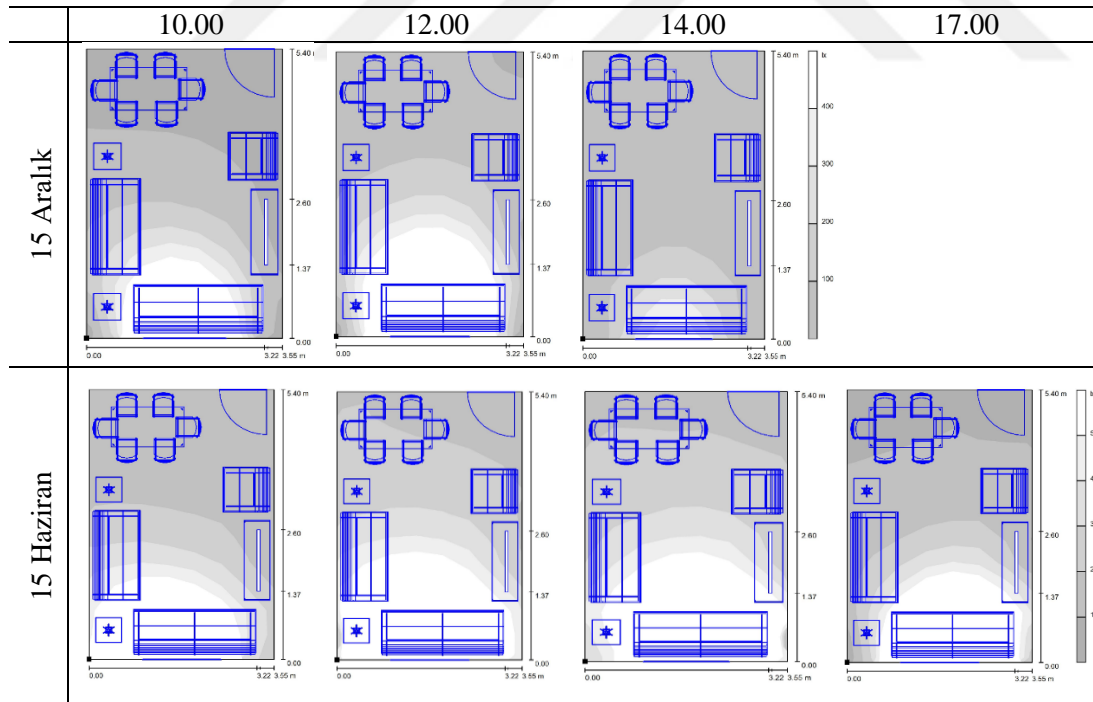
Değerlendirmelere göre en yüksek günışığı performansının 15 Haziran saat 14.00’te elde edildiği senaryo için yaşama mekanında, sağlanan günışığı performansı faydalı günışığı aydınlığı değerlendirme yöntemine göre %31.82 olarak belirlenmiştir.

5.1.3 .S3 senaryosuna ilişkin günışığı performansının belirlenmesi

S3 senaryosu kapsamında, 1.50 (genişlik) x 2.00 (yükseklik) m boyutlarına ve %30 saydamlık oranına sahip düşey pencere tipi iç mekanda günışığı performansına etkisinin irdelenmesi amacıyla ele alınan yaşama mekanı için belirlenen diğer bir cephe tasarım alternatifidir. S3 senaryosunda ele alınan bu pencere tipine yönelik doğramaya ilişkin düzeltme faktörü 0.66 olarak tespit edilmiştir. Mevcut projede yer alan metal korkuluklar engelleme projesi oluşturularak simülasyon programına işlenmiş, yapılan hesaplamalara dahil edilmiştir.

Çevresinde herhangi bir engel buldurmeyen ve güneş kontrol elemanı olmayan pencere sistemine yönelik belirlenen hesap tarih ve saatler için yapılan simülasyonlar sonucunda, hesap düzeleminde oluşturulan her bir hesap noktasında elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri EK A'da verilmiştir. Aynı zamanda ilgili hesap tarih ve saatleri için yaşama mekanında meydana gelen günışığı aydınlık düzey eğrileri Çizelge 5.9'da verildiği gibidir.

Çizelge 5.9 : S3 senaryosuna ilişkin yaşama mekanında meydana gelen günışığı aydınlık düzey eğrileri.



İç mekânda elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri faydalı günışığı aydınlığı değerlendirme yöntemi kapsamında ek bir yapma aydınlatma elemanı gerektirmeyen değer aralığına göre (UDI-a) göre değerlendirilmiştir. Hesap düzeleminde temsili olarak belirlenen tarih ve saatlerde oluşan aydınlık düzeylerine göre S3 senaryosunda

yıllık olarak elde edilen faydalı günışığı aydınlığı Çizelge 5.10’da verildiği gibi olmaktadır.

Çizelge 5.10 : S3 senaryosuna göre yaşama mekanı için sağlanan yıllık faydalı günışığı aydınlığı.

Temsili Tarih	Hedef Aydınlık Düzeyi Aralığının Mekanda Sağlanma Oranı (A)	Temsili Hesap Saati (B)	A x B	Sağlanan Yıllık Faydalı Günışığı aydınlığı (UDI-a)
15 Aralık Saat 10.00	%22,07	547,5	120,83	
15 Aralık Saat 12.00	%35,06	547,5	191,95	
15 Aralık Saat 14.00	%0,04	547,5	0,22	
15 Aralık Saat 17.00	%0,00	547,5	0,00	
15 Haziran Saat 10.00	%37,76	547,5	206,74	%25,50
15 Haziran Saat 12.00	%38,96	547,5	213,31	
15 Haziran Saat 14.00	%41,55	547,5	227,49	
15 Haziran Saat 17.00	%28,57	547,5	156,42	
Toplam		4380	1116,95	

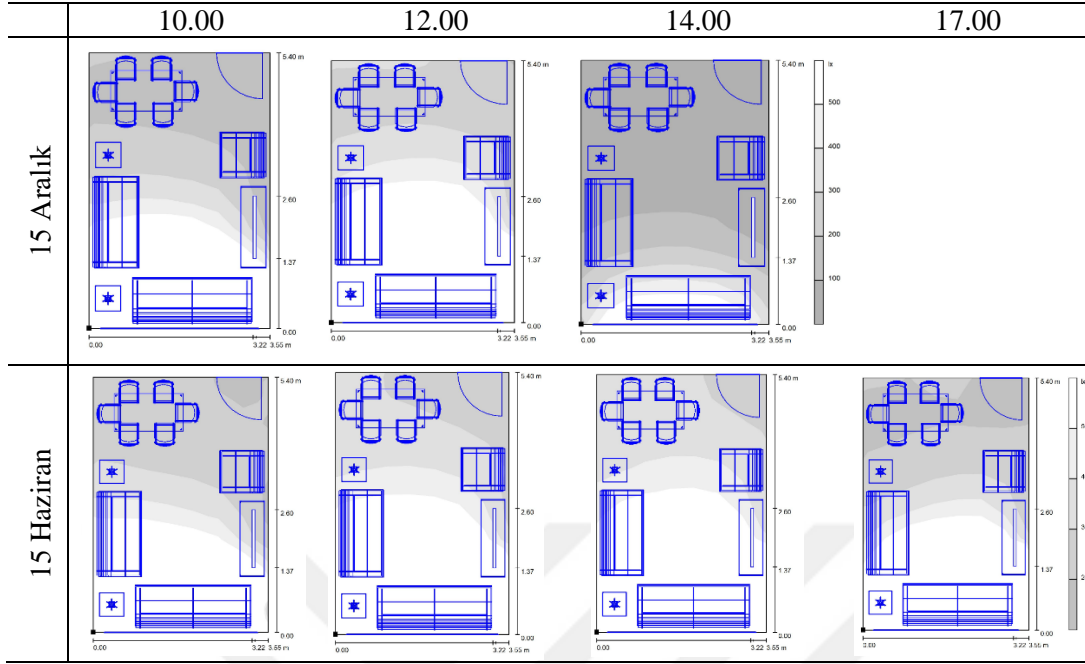
Değerlendirmelere göre en yüksek günışığı performansının 15 Haziran saat 14.00’te elde edildiği senaryo için yaşama mekanında sağlanan yıllık günışığı performansı faydalı günışığı aydınlığı değerlendirme yöntemine göre %25.50 olarak belirlenmiştir.

5.1.4 .S4 senaryosuna ilişkin günışığı performansının belirlenmesi

Pencere boyutu ile birlikte pencere biçiminin de iç mekandaki günışığı performansına etkisinin irdelendiği çalışma kapsamında, düşey pencere biçiminin yanısıra çalışma düzlemi üzerinde yer alan, belirli bir parapet yüksekliğine sahip ve genişliği yüksekliğine oranla daha fazla olan yatay pencere biçimi ele alınmıştır. Bu anlamda S4 senaryosu için %50 saydamlık oranına sahip, 3.10 (genişlik) x 1.40 (yükseklik) m boyutlarında, yerden 0.80 m yükseklikte ve doğramaya ilişkin düzeltme faktörü 0.74 olan yatay pencere biçimi yaşama mekanı için modellenmiştir.

Çevresinde herhangi bir engel bulundurmeyen ve güneş kontrol elemanı olmayan pencere sistemine yönelik belirlenen ilgili tarih ve saatlere göre yaşama mekanında oluşturulan hesap gridinde yer alan her bir hesap modülü için meydana gelen aydınlık düzeyleri Ek A’da verildiği gibi olmaktadır. Yaşama mekanında S4 senaryosu ile meydana gelen günışığı aydınlık düzeyi eğrileri ise Çizelge 5.11’de verildiği gibidir.

Çizelge 5.11 : S4 senaryosuna ilişkin yaşama mekanında oluşan günışığı aydınlık düzey eğrileri.



Yıllık günışığı performansının elde edilmesine yönelik temsili hesap tarih ve saatleri için yapılan hesaplamalar sonucunda, S4 senaryosu kapsamında güney cephede yer alan ve çevresinde herhangi bir engel bulundurmayan pencere sistemi ile faydalı günışığı aydınlığı değerlendirme yöntemine göre yaşama mekanında sağlanan yıllık günışığı performansı %53.89 olmaktadır. Çizelge 5.12’de temsili olarak belirlenen tarih ve saatlere göre elde edilen günışığı performansları verilmektedir. 15 Aralık saat 10.00’da %16.88 ile en düşük günışığı performansı oluşurken, 15 Haziran saat 14.00’te ise yaşama mekanında %92.20 faydalı günışığı aydınlığı oranı ile en yüksek günışığı performansı elde edilmektedir.

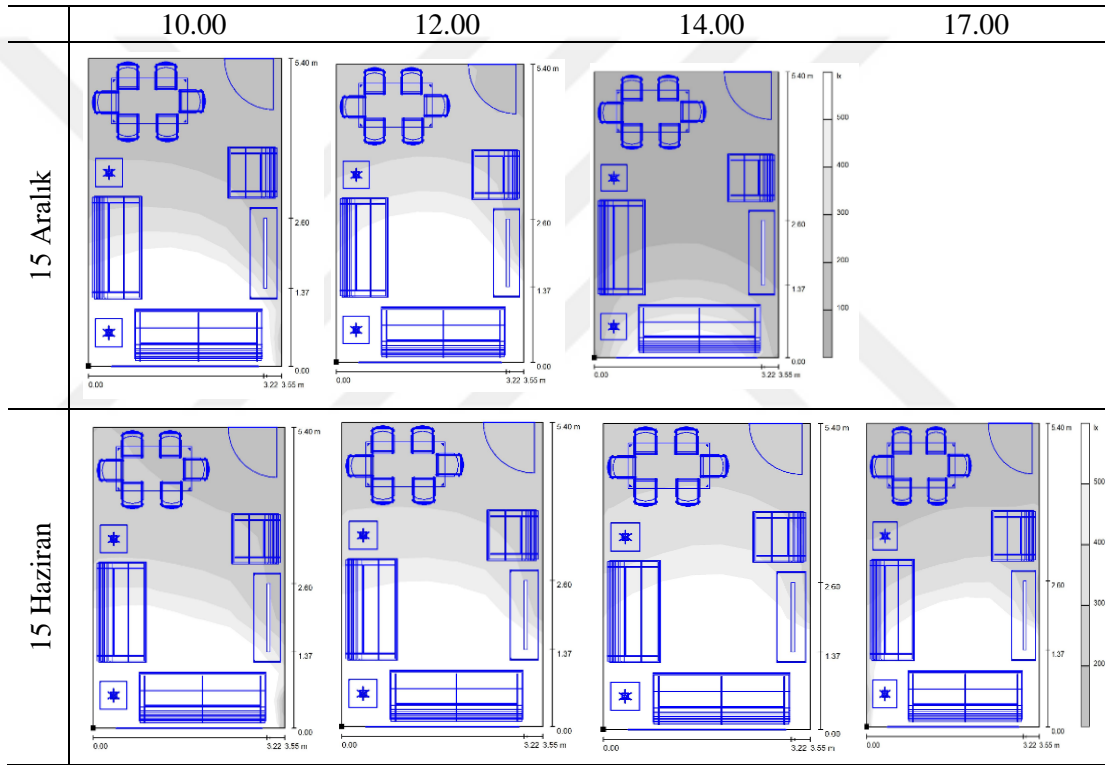
Çizelge 5.12 : S4 senaryosuna göre yaşama mekanı için sağlanan yıllık günışığı performansı.

Temsili Tarih	Hedef Aydınlık Düzeyi Aralığının Mekanda Sağlanma Oranı (A)	Temsili Hesap Saati (B)	A x B	Sağlanan Yıllık Faydalı Günışığı aydınlığı (UDI-a)
15 Aralık Saat 10.00	%42,85	547,5	234,60	
15 Aralık Saat 12.00	%67,53	547,5	369,73	
15 Aralık Saat 14.00	%16,88	547,5	92,42	
15 Aralık Saat 17.00	%0,00	547,5	0,00	
15 Haziran Saat 10.00	%70,12	547,5	383,91	%53,89
15 Haziran Saat 12.00	%90,90	547,5	497,68	
15 Haziran Saat 14.00	%92,20	547,5	504,80	
15 Haziran Saat 17.00	%50,64	547,5	277,25	
Toplam		4380	2360,38	

5.1.5 S5 senaryosuna ilişkin gnığı performansının belirlenmesi

Çalışma içerisinde belirlenen S5 senaryosu için 2.70 (yükseklik) x 1.40 (genişlik) m boyutlarında, %40 saydamlık oranına sahip yatay pencere modeli oluşturulmuştur. Yerden 0.80 m yükseklikte konumlanan ve doğramaya ilişkin düzeltme faktörünün 0.72 olduğu pencere modeli ile yapılan simülasyonlar sonucunda, iç mekanda gerçekleşen gnığı aydınlık düzey eğrileri izelge 5.13'te verildiği gibi olmaktadır. İlgili tarih ve saatlere göre hesap düzleminde oluşturulan hesap gridine ait her bir modülde gerçekleşen gnığı aydınlık düzeyi miktarları ise Ek A'da verilmektedir.

Çizelge 5.13 : S5 senaryosuna ilişkin yaşama mekanında meydana gelen gnığı aydınlık düzey eğrileri.



Ek bir yapma aydınlatma ihtiyacı gerektirmeyen faydalı gnığı aydınlık düzey aralığı ($300 \text{ lx} < E < 3000 \text{ lx}$) için iç mekanda meydana gelen gnığı aydınlık düzeylerinin değerlendirmeye alındığı çalışma kapsamında, S4 senaryosu ile yaşama mekanında sağlanan yıllık gnığı performansı %48.54 olarak belirlenmiştir. Çizelge 5.14'de temsili olarak belirlenen hesap tarih ve saatleri için iç mekanda elde edilen faydalı gnığı aydınlığı yüzdeleri verilmektedir.

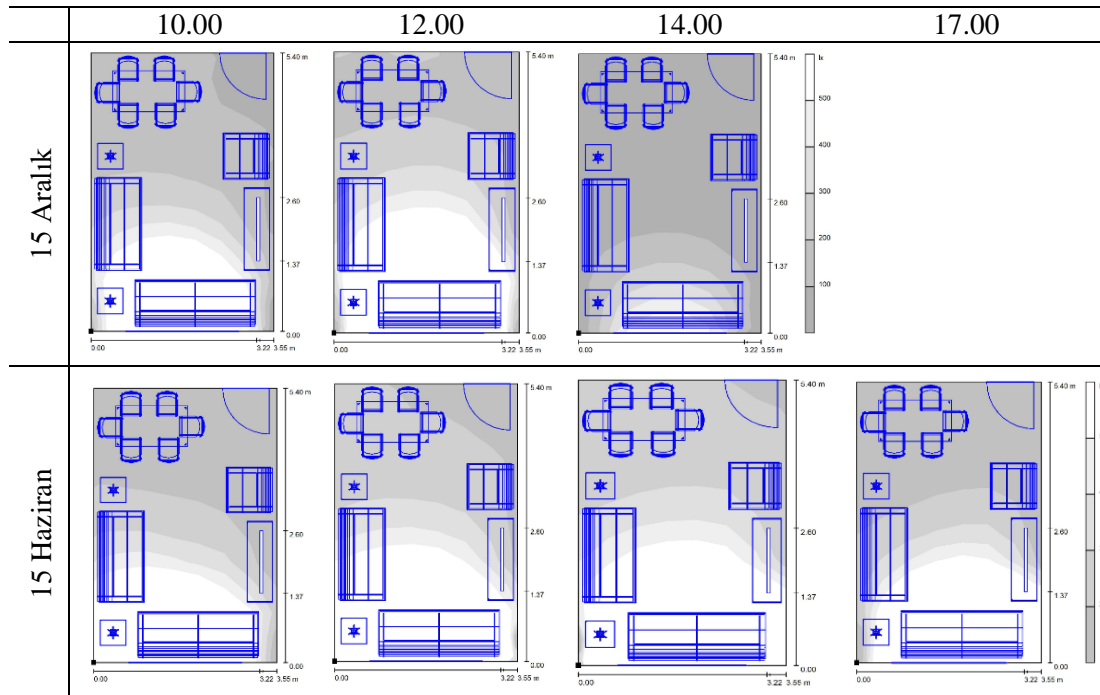
Çizelge 5.14 : S5 senaryosuna göre yaşama mekanı için sağlanan yıllık günışığı performansı.

Temsili Tarih	Hedef Aydınlık Düzeyi Aralığının Mekanda Sağlanma Oranı (A)	Temsili Hesap Saati (B)	A x B	Sağlanan Yıllık Faydalı Günışığı aydınlığı (UDI-a)
15 Aralık Saat 10.00	%41,55	547,5	227,49	
15 Aralık Saat 12.00	%61,03	547,5	334,14	
15 Aralık Saat 14.00	%0,06	547,5	0,33	
15 Aralık Saat 17.00	%0,00	547,5	0,00	
15 Haziran Saat 10.00	%62,33	547,5	341,26	%48,54
15 Haziran Saat 12.00	%83,11	547,5	455,03	
15 Haziran Saat 14.00	%88,31	547,5	483,50	
15 Haziran Saat 17.00	%51,94	547,5	284,37	
Toplam		4380	2126,11	

5.1.6 S6 senaryosuna ilişkin günışığı performansının belirlenmesi

%30 saydamlık oranına sahip yatay pencere modelinin irdelendiği S6 senaryosunda, oluşturulan yatay pencere 2.20 (yükseklik) x 1.40 (genişlik) m boyutlarında ve yerden 0.80 m yüksekliktedir. Doğramaya ilişkin düzeltme faktörü 0.68 olarak tespit edilmiştir. Yapılan simülasyonlar sonucunda ilgili hesap tarih ve saatleri için yaşama mekânında oluşan günışığı aydınlık düzeyi eğrileri Çizelge 5.15'te verildiği gibi olmaktadır.

Çizelge 5.15 : S6 senaryosuna ilişkin yaşama mekânında meydana gelen günışığı aydınlık düzey eğrileri.



S6 senaryosu ile temsili tarih ve saatler için yaşama mekânında gerçekleşen yıllık faydalı günışığı aydınlığı Çizelge 5.16'da verilmektedir. Elde edilen verilere göre 15 Aralık saat 10.00'da %32.46 ile yaşama mekanında en düşük günışığı performansı oluşurken, %67.53 oranı ile en yüksek günışığı performansı 15 Haziran saat 14.00'te elde edilmektedir. İç mekanda sağlanan yıllık günışığı performansını ifade eden yıllık faydalı günışığı aydınlığı değeri ise %37.18 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 5.16 : S6 senaryosuna göre yaşama mekanı için sağlanan yıllık günışığı performansı.

Temsili Tarih	Hedef Aydınlik Düzeyi Aralığının Mekanda Sağlanma Oranı (A)	Temsili Hesap Saati (B)	A x B	Sağlanan Yıllık Faydalı Günışığı aydınlığı (UDI-a)
15 Aralık Saat 10.00	%32,46	547,5	177,72	
15 Aralık Saat 12.00	%53,24	547,5	291,49	
15 Aralık Saat 14.00	%0,06	547,5	0,33	
15 Aralık Saat 17.00	%0,00	547,5	0,00	
15 Haziran Saat 10.00	%41,55	547,5	227,49	%37,18
15 Haziran Saat 12.00	%61,03	547,5	334,14	
15 Haziran Saat 14.00	%67,53	547,5	369,73	
15 Haziran Saat 17.00	%41,55	547,5	227,49	
Toplam		4380	1628,37	

5.2 Ele Alınan Senaryolara Yönelik Oluşturulan Pencere Sistemlerinin Günışığı Performansı Bakımından Karşılaştırılması Ve Değerlendirilmesi

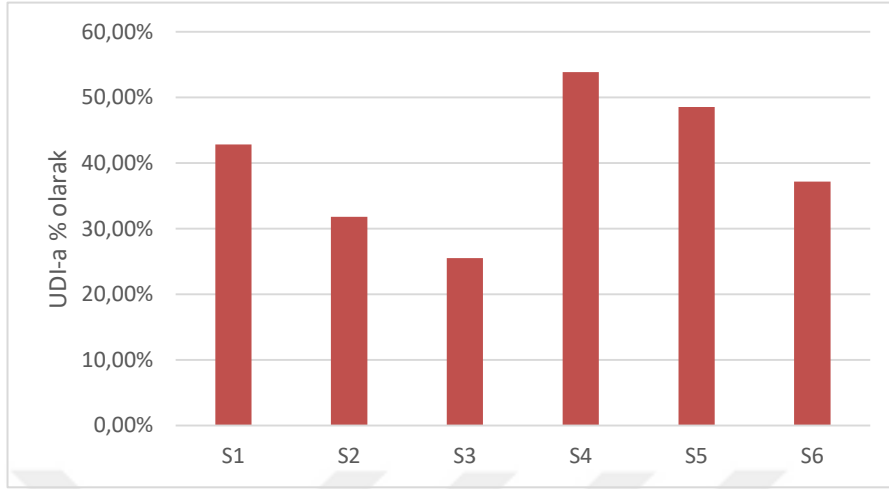
Cephe tasarımının konut binalarına yönelik yaşama mekânlarındaki günışığı performansına etkisinin incelendiği çalışmanın bu bölümünde cepheye ilişkin pencere boyutu ve pencere biçiminin mekân içerisindeki günışığı performansına etkisi irdelenmiştir. Bu anlamda çalışma içerisinde konut binalarına yönelik cephe tasarımlarında yaygın olarak görülen pencere boyutları ve biçimlerine ilişkin çeşitli senaryolar oluşturulmuştur. Bölüm 5.1' de oluşturulan senaryolar ve senaryolara dair yapılan kabuller detaylı olarak belirtilmiştir. Bu senaryolara ilişkin bütün yılı kapsayacak şekilde temsili olarak belirlenen tarih ve saatlerde simülasyonlar yapılmış ve yıllık olarak elde edilen günışığı performansları faydalı günışığı aydınlığı değerlendirme yöntemi ile ortaya konmuştur. Oluşturulan senaryolar için yapılan analizler sonucunda yaşama mekânında sağlanan yıllık faydalı günışığı aydınlığı değerleri Çizelge 5.17'de verildiği gibi olmaktadır.

Çizelge 5.17 : Oluşturulan senaryolar sonucunda yaşama mekanında gerçekleşen yıllık faydalı günışığı aydınlığı (UDI-a).

Senaryolar	Pencere Boyutu	Pencere Biçimi	Sağlanan Yıllık Faydalı Günışığı Aydınlığı (UDI-a)
S1	2.20 x 2.00 m %50 S.O	Düşey Pencere	%42,86
S2	1.80 x 2.00 m %40 S.O	Düşey Pencere	%31,82
S3	1.50 x 2.00 m %30 S.O	Düşey Pencere	%25,50
S4	3.10 x 1.40 m %50 S.O	Yatay Pencere	%53,89
S5	2.70 x 1.40 m %40 S.O	Yatay Pencere	%48,54
S6	2.20 x 1.40 m %30 S.O	Yatay Pencere	%37,18

DIALUX programında yapılan simülasyonlar sonucunda elde edilen veriler incelendiğinde ele alınan yaşama mekânına yönelik yıllık günışığı aydınlığı değerlerinin cephe tasarımına ilişkin parametreler olan ve çalışma kapsamında irdelenen pencere boyutu ve pencere biçimine göre değişiklik gösterdiği görülmektedir. Şekil 5.2’de çalışma kapsamında ele alınan 6 adet senaryoya ilişkin iç

mekânda elde edilen günışığı performanslarının elde edilen faydalı günışığı aydınlığı değeri (UDI-a) bakımından karşılaştırmalı gösterimi verilmektedir.



Şekil 5.2 : Çalışma kapsamında oluşturulan senaryolara göre yaşama mekânında elde edilen faydalı günışığı aydınlığı değerleri (UDI-a).

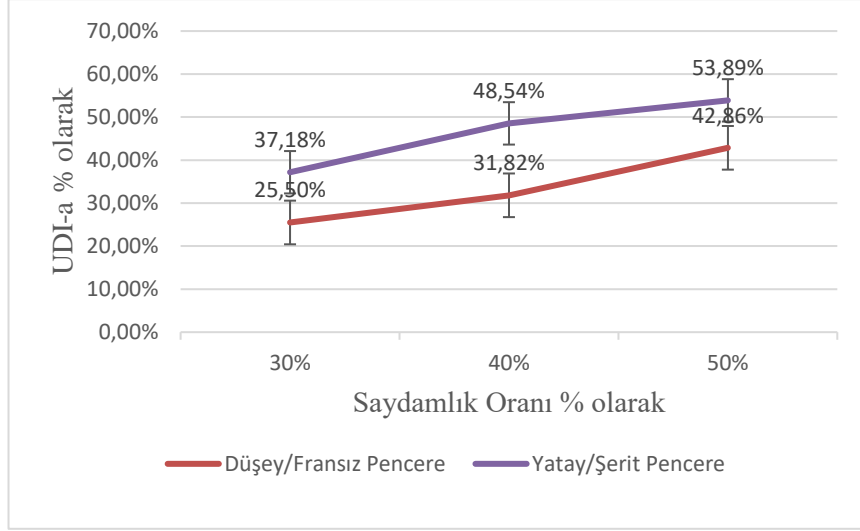
Çalışma kapsamında örnek olarak irdelenen TOKİ Kayabaşı 21.Bölge Konutları projesindeki mevcut pencere sistemini ifade eden S1 senaryosunda, eşik değer olarak tanımlanan hesap düzleminde %50 oranında faydalı günışığı aydınlığı (UDI-a) değerinin sağlanamadığı tespit edilmiştir. Bu durum S1 senaryosu için yaşama mekânında görsel performansın sağlanabilmesi adına yeterli günışığı aydınlığının elde edilemediğini, aynı zamanda gün içerisinde kullanıcılar tarafından ek bir yapma aydınlatma elemanına ihtiyaç duyulacağını göstermektedir.

S2 ve S3 senaryolarında, S1 senaryosu ile pencere konumu ve yüksekliği sabit tutulup, pencere boyutlarına ilişkin uluslararası standart ve tasarım rehberlerinde belirlenen minimum saydamlık oranları göz önünde bulundurularak düşey pencere biçimine yönelik farklı pencere boyutları irdelenmiştir. S2 ve S3 senaryolarında sırası ile oluşturulan %40 ve %30 saydamlık oranlarına sahip pencere tasarımları ile yıllık %31.82 ve %25.50 faydalı günışığı aydınlığı sağlanmış, bu değerler hesap düzleminde sağlanması gereken minimum %50 oranında (UDI-a) faydalı günışığı aydınlık düzeyinin altında kalmıştır. Elde edilen yıllık günışığı performans verilerine göre konut binalarında benzer özelliklere sahip yaşama mekânları için yaygın bir şekilde uygulanan pencere boyutlarının ve sahip oldukları saydamlık oranlarının iç mekânda yeterli günışığı aydınlığını sağlayamayacağı görülmüştür.

Pencere biçiminin iç mekândaki günışığı performansına etkisinin irdelenmesi amacıyla konut binalarına yönelik cephe tasarımlarında yaygın bir şekilde kullanımları görülen düşey pencerelerin yanısıra, çalışma kapsamında aynı zamanda yatay/şerit pencereler ele alınmaktadır. Bu amaçla düşey pencere tipinde ele alınan saydamlık oranları için yatay/şerit pencere tipleri oluşturulmuştur. Bu pencere tiplerine yönelik oluşturulan senaryolarda düşey pencereler gibi yatay pencerelerin de duvarın orta aksında konumlandığı varsayılmıştır.

Yatay pencerelere yönelik oluşturulan senaryolarda; %50 saydamlık oranına sahip yatay/şerit pencere sistemini ifade eden S4 senaryosu ile yaşama mekanında % 53.89 oranında yıllık faydalı günışığı aydınlığı elde edilirken, yaşama mekanında %40 saydamlık oranına sahip S5 senaryosu ile %48.54 ve %30 saydamlık oranına sahip S6 senaryosu ile ise %37.18 oranında yıllık faydalı günışığı aydınlığının sağlandığı belirlenmiştir. İç mekanda günışığı performansının sağlanmasına yönelik çeşitli çalışmalar sonucunda eşik değer olarak belirlenen %50 oranında yıllık faydalı günışığı aydınlığı değerinin (UDI-a), çalışma kapsamında ele alınan yaşama mekanı için sadece S4 senaryosu ile sağlandığı görülmektedir. S5 ve S6 senaryoları ise iç mekânda görsel performansın sağlanabilmesi için hesap düzleminde karşılanması beklenen %50 oranında faydalı günışığı aydınlığı değerini karşılayamamaktadır.

Yapılan değerlendirmeler sonucunda pencere boyutunun (saydamlık oranının) artması ile birlikte iç mekânda gerçekleşen günışığı performansının faydalı günışığı aydınlığı değeri bakımından sağlanma oranının pencere biçimine göre değişmeksizin arttığı görülmektedir. Genel anlamda iç mekanda sağlanan günışığı performansındaki bu artışın görsel ve ısısal konforsuzluğa yönelik gerekli önlemler alındığı takdirde hem fizyolojik hem de psikolojik görsel performans bakımından kullanıcıların duygu durumunu, sağlık ve aktivitesini olumlu yönde etkilediği yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur. Bu anlamda çalışma içerisinde ele alınan senaryolara yönelik düşey pencere ve yatay pencere biçimleri için saydamlık oranlarının artması ile birlikte iç mekânda sağlanan günışığı performansındaki artış Şekil 5.3'de verildiği gibi olmaktadır.

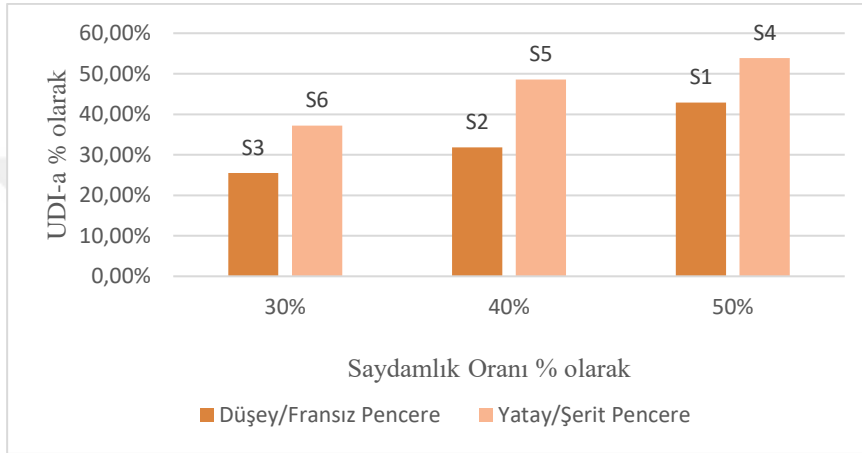


Şekil 5.3 : Saydırlık oranı ile ilişkilili olarak farklı pencere biçimleri ile yaşama mekânında sağlanan yıllık faydalı günışığı aydınlığı değerleri (UDI-a).

Elde edilen faydalı günışığı aydınlığı bakımından toplamda aynı artış oranına (%30 S.O ile %50 S.O arasında) sahip olduğu görülen iki pencere tipinden; yatay/şerit pencere tipinin saydırlık oranına bağlı olarak faydalı günışığı aydınlığı değerinin artışı %30 S.O ile %40 S.O arasında %11,36 olurken, %40 S.O ile %50 S.O arasında bu artış %5,35 oranında olmaktadır. Düşey pencere tipi için ise bu artış oranı, %30 S.O ile %40 S.O arasında %6,32 oranında olurken, %40 S.O ile %50 S.O arasındaki artış ise %11,04 oranında olmaktadır. Bu anlamda %40 saydırlık oranı, saydırlık oranı ile bağımlı olarak yapılacak pencere biçimi seçimine yönelik eşik bir değer olarak değerlendirilebilmektedir. %40 saydırlık oranı üzerindeki saydırlık oranları için düşey pencere biçimi faydalı günışığı aydınlığı bakımından iç mekanda daha yüksek oranlarda artış sağlarken, %40 ve altı saydırlık oranları için yatay pencere biçimi ile iç mekanda daha etkin günışığı performansı elde edilmektedir.

İç mekânda günışığı performansına yönelik hem görsel performans hem de termal performans açısından eşik bir değer olarak kabul edilen %50 saydırlık oranı için yaşama mekânında düşey pencere biçimi ile istenilen günışığı performansının karşılanamadığı görülmektedir. Aynı pencere biçimi ile konut binalarında yaygın bir şekilde uygulanan pencere boyutlarını ifade eden %40 ve %30 saydırlık oranları için de yaşama mekânında yeterli düzeylerde günışığı performansının sağlanamadığı tespit edilmiştir.

Yatay pencerelerin ele alındığı senaryolarda ise aynı saydamlık oranları için yaşama mekanında sağlanan günışığı performansını ifade eden faydalı günışığı aydınlığı düzeyi pencerelerle oluşturulmuş senaryolara göre daha yüksek oranlarda elde edilmektedir. Bu anlamda yatay pencere biçiminin düşey pencere biçimine göre iç mekânda günışığı performansının sağlanması bakımından daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir. Yapılan simülasyonlar sonucunda elde edilen verilere göre aynı saydamlık oranına sahip yatay ve düşey pencerelerin iç mekânda sağladığı günışığı performansları Şekil 5.4'te verildiği gibi olmaktadır.



Şekil 5.4 : Pencere biçimlerinin yaşam mekânında elde edilen günışığı performansına etkisinin karşılaştırılması.

Sonuç olarak mevcut durumu ifade eden S1 senaryosu, çalışma kapsamında eşik değer olarak kabul edilen %50 (UDI-a,%50) faydalı günışığı aydınlığı sağlanma oranının altında kalmakta, ele alınan yaşama mekânında görsel performansın sağlanması için gerekli olan günışığı aydınlığı elde edilememektedir. İç mekanda gerçekleşen günışığı performanslarına göre hesap düzleminde (0.85 m) %50 (UDI-a,%50) faydalı günışığı aydınlığı sağlanma oranı sadece S4 senaryosu ile elde edilmektedir. Bu anlamda oluşturulan senaryolar içerisinde S4 senaryosu, ele alınan yaşama mekanında görsel konforun sağlanması için gerekli günışığı performansını gösteren tek cephe tasarım alternatifi olmaktadır.

5.3 Optimum Günışığı Performansının Elde Edildiği Senaryo İçin Güneş Kontrol Elemanı Tasarlanması

İç mekânlarda görsel performansın sağlanması için gerekli günışığı aydınlığının elde edilmesi gerekmekte, ayrıca mekân içerisinde kamaşmadan kaynaklı görsel konforsuzluğun ve ısınmadan kaynaklı termal konforsuzluğun önlenmesi

beklenmektedir. Özellikle güneye bakan cephelerde güneş ışınlarının dik veya dike yakın açılarda geldiği saatlerdeki etkisinin kontrol altına alınması gerekmektedir. Bu amaçla iç ortamda ve/veya dış ortamda güneş kontrol elemanları uygulanabilmektedir. Çalışma içerisinde ele alınan yaşama mekânı güney cephede yer almakta olup, gün içerisinde dik gelen güneş ışınlarına maruz kalmaktadır. Bu anlamda Bölüm 4.1 ve 4.2’de cephe tasarım bileşenlerinden pencere boyutunun ve biçiminin belirlenmesinin devamı olarak bu bölümde, güneş kontrol elemanı ihtiyacına yönelik yaşama mekânı için dış ortam gölgeleme elemanı tasarlanması amaçlanmaktadır. Konut binalarında çeşitli amaçlarla yaygın bir şekilde kullanımları görülen dış ortam gölgeleme elemanlarından, çalışma içerisinde ele alınan hareketli gölgeleme elemanı (a) ve sabit gölgeleme elemanı (b) Şekil 5.5’te verilmiştir. Bunlardan ilki ayarlanabilir hareketli bir sistem olup, kullanıcı isteğine bağlı olarak kapanıp açılabilirken, aynı zamanda dinamik bir cephe meydana getirmektedir. Diğeri ise sabit yatay dış ortam gölgeleme elemanı olup tasarım aşamasından itibaren cephe karakterini belirlemektedir.



(a)



(b)

Şekil 5.5 : Çalışma kapsamında irdelenen hareketli (a) ve sabit (b) dış ortam güneş kontrol elemanları [105,106].

Ele alınan yaşama mekânı için bölüm 5.1 ve bölüm 5.2’de cephe tasarımına yönelik pencere boyutu ve biçiminin irdelendiği senaryolardan, günışığı performanslarının değerlendirilmesi sonucunda S4 senaryosu yaşama mekânı için optimum durumu sağlayan cephe kompozisyonu olarak belirlenmiştir. Bu anlamda, yaşama mekanında

görsel konforun sağlanması amacıyla güneş kontrol elemanı tasarımına yönelik uygulamalar S4 senaryosu baz alınarak yapılmıştır.

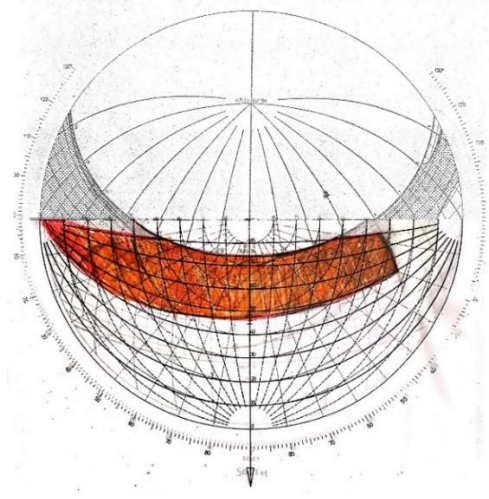
5.3.1 S4 senaryosu için sabit güneş kontrol elemanı tasarlanması

S4 senaryosu için %50 saydımlık oranına sahip, 3.10 m (genişlik) x 1.40 m (yükseklik) boyutlarında, yerden 0.80 m yükseklikte ve doğramaya ilişkin düzeltme faktörü 0.74 olan şerit pencere modellenmiştir. Faydalı günışığı aydınlığının %53.89 oranında sağlandığı yaşama mekanında, Çizelge 5.18’de verildiği gibi özellikle açık gök altında pencereye yakın bölgelerde doğrudan gelen güneş ışınları sebebiyle yüksek aydınlık düzeyleri meydana gelmektedir. İç mekanda kamaşmaya sebep olabilecek direkt güneş ışınlarının ve yüksek aydınlık düzeylerinin engellenmesi amacıyla güneş kontrol elemanı tasarlanması gerekliliği ortaya konmuştur.

Çizelge 5.18 : S4 senaryosu ile yaşama mekanında elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri.

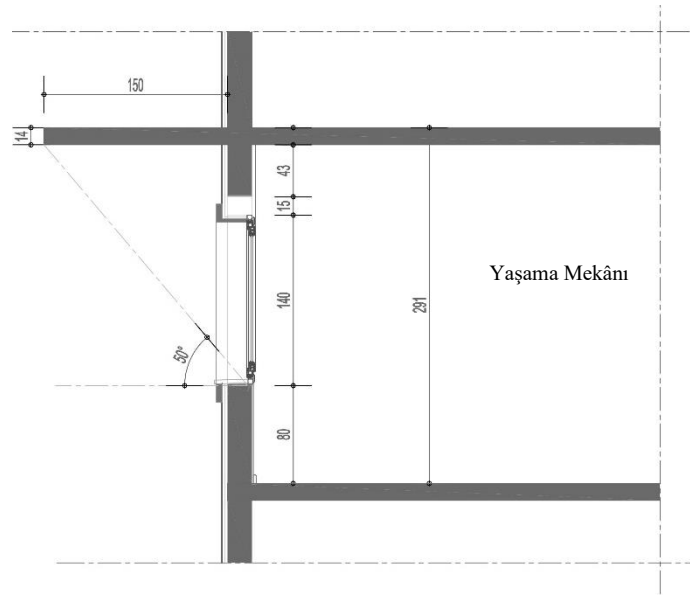
Senaryo	Tarih/Saat	Gök Durumu	Ortalama Aydınlık Düzeyi(lx)	Maksimum Aydınlık Düzeyi (lx)	Minimum Aydınlık Düzeyi (lx)
S4	15 Aralık Saat:10.00	Ortalama Gök	535	1948	116
	15 Aralık Saat:12.00	Ortalama Gök	858	3041	195
	15 Aralık Saat:14.00	Kapalı Gök	143	679	25
	15 Haziran Saat:10.00	Açık Gök	726	2802	223
	15 Haziran Saat:12.00	Açık Gök	3176	31982	291
	15 Haziran Saat:14.00	Açık Gök	3213	32032	322
	15 Haziran Saat:17.00	Ortalama Gök	751	3324	156

Olgay & Olgay grafik yöntemi ile güneş kontrolü elemanı tasarımı gerçekleştirilmiştir [107]. Bu anlamda çalışma kapsamında İstanbul ili, güney yön ve yaşama mekanının kullanım saatleri göz önüne alınarak tasarlanacak yatay gölgeleme elemanı için iç mekanda güneş kontrolünün sağlanmasına yönelik gerekli profil açısı, güneş yörüngesi diyagramı ve maske diyagramı kullanılarak 45° olarak bulunmuştur (Şekil 5.6).



Şekil 5.6 : Yatay gölgeleme elemanı için gerekli profil açısının belirlenmesi.

Oluşturulan S4-a senaryosu ile Deprem ve Tip İmar yönetmelikleri kapsamında izin verilen maksimum konsol çıkma mesafesi baz alınarak tasarlanan sabit yatay gölgeleme elemanı 1.50 m x 3.10 m boyutlarında olup, strüktürün devamı olarak yaşama mekanının cephesi boyunca devam etmektedir. İzin verilen maksimum çıkma mesafesinin 1.50 m olması sebebiyle 50° profil açısının sağlandığı güneş kontrol elemanı tasarlanmıştır. Aynı zamanda tasarlanan bu güneş kontrol elemanı, konut binalarında balkon gibi çıkmaların iç mekândaki günışığı performansına etkisi hakkında bilgi verebilmektedir. Şekil 5.7’de kesiti verilen yatay gölgeleme elemanı brüt beton olup , %47 ışık yansıtıcılık değerine sahiptir.



Şekil 5.7 : S4 senaryosu için tasarlanan sabit yatay güneş kontrol elemanı kesiti.

Tasarlanan güneş kontrol elemanının iç mekandaki günışığı performansına etkisinin irdelenmesi amacıyla cephe sistemi DIALUX simülasyon programında modellenmiş olup, simülasyonlar bütün yılı kapsayacak şekilde yapılmıştır. S4 senaryosu için tasarlanan sabit güneş kontrol elemanına yönelik yapılan simülasyonlar sonucu elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri Çizelge 5.19’da verilmektedir.

Çizelge 5.19 : S4-a senaryosu ile yaşama mekânında elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri.

Senaryo	Tarih/Saat	Gök Durumu	Ortalama Aydınlik Düzeyi(lx)	Maksimum Aydınlik Düzeyi (lx)	Minimum Aydınlik Düzeyi (lx)
S4-a (sabit yatay güneş kontrol elemanı)	15 Aralık Saat:10.00	Ortalama Gök	322	1126	90
	15 Aralık Saat:12.00	Ortalama Gök	510	1736	153
	15 Aralık Saat:14.00	Kapalı Gök	70	284	19
	15 Haziran Saat:10.00	Açık Gök	410	1530	143
	15 Haziran Saat:12.00	Açık Gök	432	1513	153
	15 Haziran Saat:14.00	Açık Gök	428	1497	157
	15 Haziran Saat:17.00	Ortalama Gök	424	1789	122

Elde edilen sonuçlara göre 15 Aralık saat 14.00 için gerçekleşen aydınlık düzeyi haricinde bütün hesap tarih ve saatlerinde ortalama aydınlık düzeyleri yaşama mekânı için istenilen 300 lx - 3000 lx aydınlık düzeyi sınırı içinde kalmaktadır. Güneş kontrol elemanı S4 senaryosu ile yaz aylarını temsilen yapılan simülasyonlarda özellikle 15 Haziran saat 12.00 için pencereye yakın bölgelerde en yüksek aydınlık düzeyi 31982 lx’e, 15 Haziran saat 14.00 için ise en yüksek aydınlık düzeyi 32032 lx’e ulaşmaktadır. Sabit güneş kontrol elemanının uygulanması ile 15 Haziran saat 12.00 için maksimum aydınlık düzeyi 1513 lx, 15 Haziran saat 14.00 için ise maksimum aydınlık düzeyi 1497 lx olarak belirlenmiş, kamaşmaya neden olabilecek direkt güneş ışınları engellenerek yüksek düzeyde meydana gelen aydınlık seviyeleri istenilen düzeylere indirilmiştir.

İç mekânda günışığı performansının değerlendirilmesine yönelik faydalı günışığı aydınlığı yöntemi ile sabit güneş kontrol elemanının uygulanması sonucu yaşama mekânında sağlanan günışığı performansı belirlenmiştir. Simülasyonlar, tasarlanan

güneş kontrol elemanının sabit olmasına bağlı olarak bütün yılı kapsayacak şekilde yapılmış, ek bir yapma aydınlatma gerektirmeyen durumları ifade eden faydalı günışığı aydınlığı aralığı ($300 \text{ lx} < E < 3000 \text{ lx}$) değerlendirilmede baz alınmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda sabit yatay güneş kontrol elemanı uygulamasını ifade eden S4-a senaryosu ile yaşama mekânında elde edilen faydalı günışığı aydınlığı Çizelge 5.20’ de verildiği gibi olmaktadır.

Çizelge 5.20 : S4-a senaryosu ile yaşama mekânında sağlanan yıllık günışığı performansı.

Temsili Tarih	Hedef Aydınlık Düzeyi Aralığının Mekanda Sağlanma Oranı (A)	Temsili Kullanım Saati (B)	A x B	Sağlanan Yıllık Faydalı Günışığı aydınlığı (UDI-a)
15 Aralık Saat 10.00	%33,76	547,5	184,84	%32,30
15 Aralık Saat 12.00	%55,84	547,5	305,72	
15 Aralık Saat 14.00	%0,00	547,5	0,00	
15 Aralık Saat 17.00	%0,00	547,5	0,00	
15 Haziran Saat 10.00	%41,55	547,5	227,49	
15 Haziran Saat 12.00	%42,85	547,5	234,60	
15 Haziran Saat 14.00	%44,15	547,5	241,72	
15 Haziran Saat 17.00	%40,25	547,5	220,37	
Toplam		4380	1414,74	

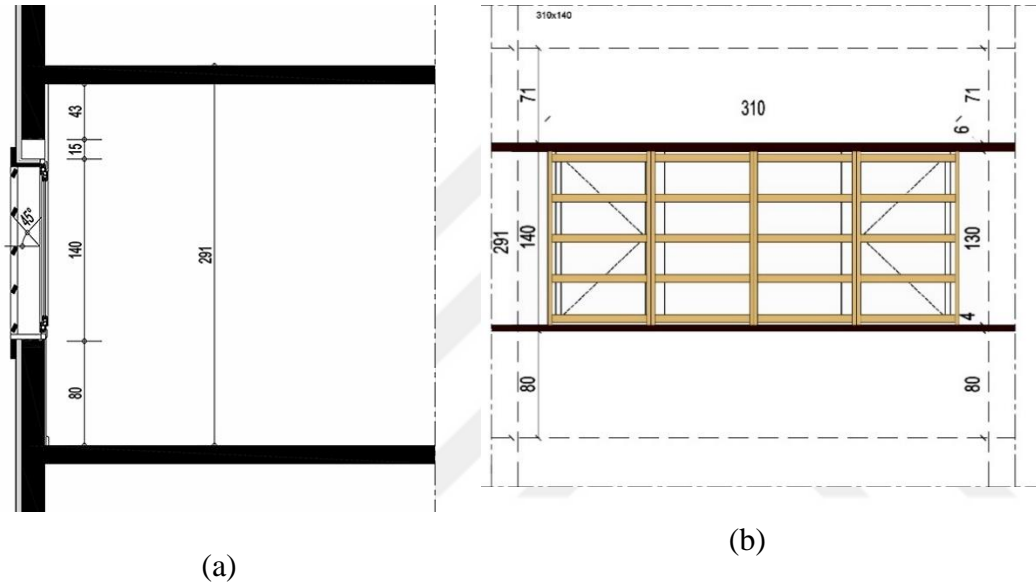
Simülasyonlar sonucunda yaşama mekânında gerçekleşen günışığı performansına yönelik faydalı günışığı aydınlığı %32,30 olarak bulunmuştur. İç mekânlarda minimum %50 oranında faydalı günışığı aydınlığı sağlanmasının beklendiği çalışma kapsamında, S4 senaryosu ve sabit güneş kontrol elemanı ile oluşturulan cephe tasarımı sonucu elde edilen faydalı günışığı aydınlığı istenilen düzeyin altında kaldığı için yaşama mekânında istenilen günışığı performansının sağlanamadığı görülmektedir.

5.3.2 S4 senaryosu için hareketli güneş kontrol elemanı tasarlanması

Direkt güneş ışınlarının engellenmesi ve günışığının mekân içerisinde daha düzgün bir dağılım göstermesi için uygulanabilecek stratejilerden bir diğeri ise hareketli güneş kontrol elemanları olmaktadır.

Hareketli güneş kontrol elemanı tasarımı, sabit güneş kontrol elemanı tasarımı gibi öncelikle gölgeleme için uygun profil açısının belirlenmesi ile başlamaktadır. Bölüm 5.3.1’de Olgyay & Olgyay grafik yöntemi ile ele alınan yaşama mekanı için gerekli profil açısı 45° bulunmuştur. 45° profil açısını sağlayan hareketli güneş kontrol

elemanı, her bir modülde 0.03 m x 0.06 m x 0.715 m boyutlarına sahip, düşeyde 0.30 m aralıklı 5 adet yatay eleman ve 0.03 m x 0.06 m x 1.28 m boyutlarına sahip 2 adet düşey eleman olmak üzere toplamda 4 adet modülden oluşmaktadır. Her bir modülün lineer bir ray üzerinde yerleştirilmesi sonucu, modüller kayar katlanır şekilde hareket ettirilebilmektedir. Modüller içerisinde yer alan çitalar açık renk ahşap malzeme olup, %52 ışık yansıtıcılık değerine sahiptir. Şekil 5.8’de S4 senaryosuna yönelik tasarlanan hareketli güneş kontrol elemanına ait kesit (a) ve görünüş (b) verilmektedir.



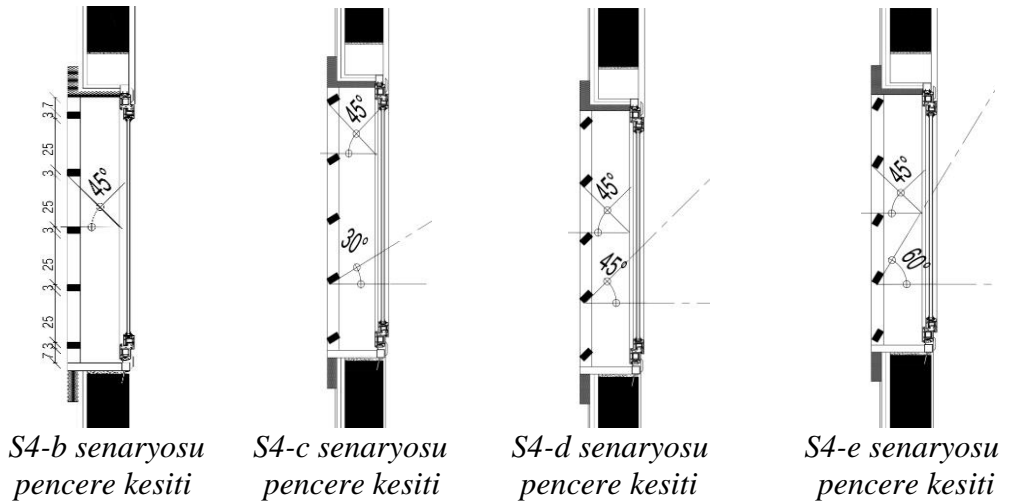
Şekil 5.8 : S4 senaryosu için tasarlanan hareketli güneş kontrol elemanına ait kesit (a) ve görünüş (b).

Ele alınan yaşama mekânı için S4 senaryosunda gerçekleştirilen pencere tasarımı ile özellikle yaz aylarını temsilen belirlenen hesap tarih ve saatleri için yüksek aydınlık düzeyleri meydana gelmekte, direkt güneş ışınları görsel ve ısısız konforsuzluğa sebep olmaktadır. Hareketli güneş kontrol elemanının bu anlamda yaz aylarını temsilen belirlenen ve açık gök koşullarının geçerli olduğu hesap tarih ve saatlerinde kapalı, kış aylarını temsilen belirlenen hesap tarih ve saatlerde ise iç mekanda gerekli günışığı aydınlığının engellenmemesi için açık olacak (kenarlara kayar-katlanır şekilde toplanacak) şekilde kullanımı ön görülmektedir. Bu anlamda S4 senaryosu için tasarlanan hareketli güneş kontrol elemanı Çizelge 5.21’de verilen sarı renkle işaretlenmiş tarih ve saatlerde kapalı, diğer tarih ve saatlerde ise açık olacak şekilde hesaplamalara dahil edilmektedir.

Çizelge 5.21 : Hareketli güneş kontrol elemanının hesaplamalar için belirlenen temsili kullanım tarih ve saatleri.

Senaryo	Tarih/Saat	Gök Durumu	Ortalama Aydınlık Düzeyi(lx)	Maksimum Aydınlık Düzeyi (lx)	Minimum Aydınlık Düzeyi (lx)
S4 senaryosu	15 Aralık Saat:10.00	Ortalama Gök	535	1948	116
	15 Aralık Saat:12.00	Ortalama Gök	858	3041	195
	15 Aralık Saat:14.00	Kapalı Gök	143	679	25
	15 Haziran Saat:10.00	Açık Gök	726	2802	223
	15 Haziran Saat:12.00	Açık Gök	3176	31982	291
	15 Haziran Saat:14.00	Açık Gök	3213	32032	322
	15 Haziran Saat:17.00	Ortalama Gök	751	3324	156

Hareketli güneş kontrol elemanı tasarımında, aynı zamanda her bir modül içerisindeki yatay çıtaların eğimlerinin yaşama mekanındaki günışığı performansına etkisinin irdelenmesi hedeflenmiştir. Bu anlamda kesitleri Şekil 5.12’de verilen yatay çıtaların her birinin yatayla yaptığı açı 0° , 30° , 45° ve 60° olacak şekilde 4 adet senaryo oluşturulmuştur. Gerekli gölgelemenin gerçekleştirilebilmesi için yaşama mekanına yönelik sağlanması gereken 45° profil açısı, her bir eğim açısı için aranmıştır. Bu anlamda 45° profil açısının sağlanabilmesi için yatay çıtalar düşeyde uygun aralıklara göre yerleştirilmiştir.



Şekil 5.12: Hareketli güneş kontrol elemanına yönelik yatay çıtalar için belirlenen eğim açıları ve oluşturulan senaryolara ilişkin pencere kesitleri.

Oluşturulan senaryolarda hareketli güneş kontrol elemanının, kapalı olduğu varsayılan temsili tarih ve saatler için yaşama mekânında gerçekleşen günışığı performansına etkisini incelemeye yönelik simülasyonlar yapılmıştır. Yapılan simülasyonlar sonucunda yaşama mekânında 45° profil açısına ve çeşitli eğim açılarına sahip yatay çıtalardan oluşan hareketli güneş kontrol elemanları ile elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri Çizelge 5.22’de verildiği gibi olmaktadır.

Çizelge 5.22 : Farklı eğim açılarına sahip hareketli güneş kontrol elemanları ile yaşama mekânında elde edilen aydınlık düzeyleri.

Senaryo	Hesap Tarihi ve Saati	Ortalama Aydınlık Düzeyi (lx)	Maksimum Aydınlık Düzeyi (lx)	Minimum Aydınlık Düzeyi (lx)
S4-b (eğim açısı 0°)	15 Haziran/Saat 10.00	449	1456	156
	15 Haziran/Saat 12.00	595	1908	210
	15 Haziran/Saat 14.00	589	1895	214
S4-c (eğim açısı 30°)	15 Haziran/Saat 10.00	378	1320	128
	15 Haziran/Saat 12.00	582	1940	207
	15 Haziran/Saat 14.00	578	1938	210
S4-d (eğim açısı 45°)	15 Haziran/Saat 10.00	350	1230	124
	15 Haziran/Saat 12.00	551	1816	205
	15 Haziran/Saat 14.00	522	1740	203
S4-e (eğim açısı 60°)	15 Haziran/Saat 10.00	360	1248	129
	15 Haziran/Saat 12.00	535	1738	203
	15 Haziran/Saat 14.00	532	1735	206

S4 senaryosu için yapılan simülasyonlarda, yaşama mekânında yer alan pencereye yakın bölgelerde özellikle yaz ayları için yüksek aydınlık düzeyleri meydana geldiği görülmektedir. Elde edilen yüksek aydınlık düzeylerinin neden olduğu konforsuzluğu ortadan kaldırmak adına S4 senaryosuna yönelik farklı eğim açılarında hareketli güneş kontrol elemanları uygulanması sonucunda; 15 Haziran saat 10.00 için S4-b senaryosu ile yaşama mekânında elde edilen en yüksek günışığı aydınlık düzeyi 1456 lx olurken, S4-c, S4-d ve S4-e senaryolarına yönelik elde edilen en yüksek aydınlık düzeyleri sırasıyla 1320 lx, 1230 lx ve 1248 lx olmaktadır. Güneş ışınlarının gün içerisinde mekana yoğun ve dik bir açı ile geldiği tarih ve saat olan 15 Haziran saat 12.00 için yaşama mekânında S4 senaryosu ile elde edilen 1938 lx aydınlık düzeyi, S4-b senaryosu ile 1908 lx, S4-c senaryosu ile 1940 lx, S4-d senaryosu ile 1816 lx ve S4-e senaryosu ile 1738 lx aydınlık düzeyi seviyelerine indirilmiştir. 15 Haziran saat 14.00 için yapılan simülasyonlar sonucunda ise S4-b senaryosu ile 1895 lx, S4-c

senaryosu ile 1938 lx, S4-d senaryosu ile 1740 lx ve S4-e senaryosu ile 1735 lx maksimum aydınlık düzeyi değerleri elde edilmiştir (Çizelge 5.22). Diğer yandan yüksek aydınlık düzeylerinin kabul edilebilir seviyelere indirildiği senaryolara yönelik yapılan simülasyonlar sonucunda, yaşama mekânında elde edilen ortalama aydınlık düzeyleri ile çalışma kapsamında istenilen 300 lx aydınlık düzeyinin sağlandığı görülmektedir.

Diğer yandan, S4 senaryosu için tasarlanan hareketli güneş kontrol elemanlarının iç mekanda günışığı performansına etkisinin değerlendirilmesine yönelik faydalı günışığı aydınlığı yöntemi ile yaşama mekânında sağlanan yıllık günışığı performansları belirlenmiştir. Yıllık olarak yapılan hesaplamalarda ek bir yapma aydınlatma gerektirmeyen durumları ifade eden faydalı günışığı aydınlığı aralığı (300 lx < E < 3000 lx, UDI-a) değerlendirme için baz alınmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda 45° profil açısına sahip hareketli güneş kontrol elemanının farklı eğim açılarında uygulanması sonucu oluşturulan senaryolara yönelik yaşama mekânında elde edilen faydalı günışığı aydınlığı değerleri Çizelge 5.23’ de verildiği gibidir.

Çizelge 5.23 : S4 senaryosuna yönelik tasarlanan farklı eğim açılara sahip hareketli güneş kontrol elemanları ile yaşama mekânında sağlanan yıllık faydalı günışığı aydınlığı (UDI-a).

Senaryolar	Yatayda Yapılan Açısı	Temsili Hesap Tarih ve Saat	Hedef Aydınlik Düzeyi Aralığının Mekânda Sağlanma Oranı (A)	Temsili Hesap Saati (B)	A x B	Sağlanan Yıllık Faydalı Günışığı Aydınllığı (UDI-a)
S4-b, S4-c, S4-d, S4-e Senaryoları	0 derece eğim açısı	15 Aralık Saat 10.00	%42,85	547,5	234,60	%44,64
		15 Aralık Saat 12.00	%67,53	547,5	369,73	
		15 Aralık Saat 14.00	%16,88	547,5	92,42	
		15 Aralık Saat 17.00	%0,00	547,5	0,00	
		15 Haziran Saat 10.00	%44,15	547,5	241,72	
		15 Haziran Saat 12.00	%70,12	547,5	383,91	
		15 Haziran Saat 14.00	%64,93	547,5	355,49	
		15 Haziran Saat 17.00	%50,64	547,5	277,25	
		Toplam				

Çizelge 5.23 (devam): S4 senaryosuna yönelik tasarlanan farklı eğim açlarına sahip hareketli güneş kontrol elemanları ile yaşama mekânında sağlanan yıllık faydalı günışığı aydınlığı (UDI-a).

Senaryolar	Yatayda Yapılan Aç	Temsili Hesap Tarih ve Saat	Hedef Aydınlik Düzeyi Aralığının Mekânda Sağlanma Oranı (A)	Temsili Hesap Saati (B)	A x B	Sağlanan Yıllık Faydalı Günışığı Aydınlığı (UDI-a)
S4-b, S4-c, S4-d, S4-e Senaryoları	30 derece eğim açısı	15 Aralık Saat 10.00	%42,85	547,5	234,60	%41,55
		15 Aralık Saat 12.00	%67,53	547,5	369,73	
		15 Aralık Saat 14.00	%16,88	547,5	92,42	
		15 Aralık Saat 17.00	%0,00	547,5	0,00	
		15 Haziran Saat 10.00	%40,25	547,5	220,37	
		15 Haziran Saat 12.00	%58,44	547,5	319,96	
		15 Haziran Saat 14.00	%55,84	547,5	305,72	
		15 Haziran Saat 17.00	%50,64	547,5	277,25	
		Toplam				
	45 derece eğim açısı	15 Aralık Saat 10.00	%42,85	547,5	234,60	%40,42
		15 Aralık Saat 12.00	%67,53	547,5	369,73	
		15 Aralık Saat 14.00	%16,88	547,5	92,42	
		15 Aralık Saat 17.00	%0,00	547,5	0,00	
		15 Haziran Saat 10.00	%41,55	547,5	227,49	
		15 Haziran Saat 12.00	%58,44	547,5	319,96	
		15 Haziran Saat 14.00	%45,45	547,5	248,84	
		15 Haziran Saat 17.00	%50,64	547,5	277,25	
		Toplam				
	60 derece eğim açısı	15 Aralık Saat 10.00	%42,85	547,5	234,60	%41,23
		15 Aralık Saat 12.00	%67,53	547,5	369,73	
		15 Aralık Saat 14.00	%16,88	547,5	92,42	
		15 Aralık Saat 17.00	%0,00	547,5	0,00	
		15 Haziran Saat 10.00	%37,66	547,5	206,19	
		15 Haziran Saat 12.00	%58,44	547,5	319,96	
		15 Haziran Saat 14.00	%55,84	547,5	305,72	
		15 Haziran Saat 17.00	%50,64	547,5	277,25	
		Toplam				

Simülasyonlar sonucunda S4 senaryosunda oluşturulan pencere sistemi ile birlikte her bir modüldeki yatay elemanlara çeşitli eğim açıları verilmiş hareketli güneş kontrol elemanlarının uygulanması sonucu, yaşama mekânında gerçekleşen günışığı performansına yönelik faydalı günışığı aydınlığı değerleri belirlenmiştir. Yıllık olarak ek bir yapma aydınlatma gerektirmeyen durumları ifade eden faydalı günışığı aydınlığının ($300 \text{ lx} < E < 3000 \text{ lx}$, UDI-a) baz alındığı hesaplamalarda; 0° eğim açısına sahip yatay çıtalarla oluşturulan hareketli güneş kontrol elemanı ile %44.64 faydalı

günişığı aydınlığı elde edilirken, 30°,45° ve 60° eğim açısına sahip yatay çıtalarla oluşturulan hareketli güneş kontrol elemanları ile iç mekanda sırasıyla %41.55, %40.42, %41.23 faydalı günüşığı aydınlığı elde edilmiştir.

5.4 S4 Senaryosuna Yönelik Oluşturulan Güneş Kontrol Elemanı Tasarım Alternatiflerinin Karşılaştırılması Ve Değerlendirilmesi

Cephe tasarımının önemli bir bileşeni olan dış ortam güneş kontrol elemanının günüşığı performansına etkisinin irdelendiği çalışma kapsamında, sabit ve hareketli olmak üzere iki tip güneş kontrol elemanı tasarlanmıştır. Tasarlanan güneş kontrol elemanları, bölüm 5.1 ve bölüm 5.2’de pencere sistemine yönelik yapılan değerlendirmeler sonucunda, faydalı günüşığı aydınlığının en üst düzeyde sağlandığı S4 senaryosu ile entegre olacak şekilde analiz edilmiştir. Bu anlamda sabit güneş kontrol elemanı bütün bir yıl boyunca yaşama mekânındaki günüşığı performansına etki edecek şekilde yapı strüktürünün devamı olarak tasarlanırken, hareketli güneş kontrol elemanı ise açık gök koşullarının hâkim olduğu durumlarda kullanılmak üzere kayar-katlanır modüllerden oluşturulmuştur. Toplamda 4 modül bulunan hareketli güneş kontrol elemanında, her bir modülde yer alan yatay çıtalara çeşitli eğim açıları verilerek yaşama mekanında en iyi günüşığı performansının elde edilmesi amaçlanmıştır.

Her iki güneş kontrol elemanı için ele alınan yaşama mekanının yeri, yönelimi ve kullanım zamanı göz önünde bulundurularak gölgeleme için gerekli profil açısı 45° olarak bulunmuştur. Çeşitli yasal sınırlamalar (Tip İmar Yönetmeliği, Deprem Yönetmeliği) sonucu 45° profil açısının sağlanması için gerekli olan yatay uzunluk elde edilememesi sebebiyle sabit yatay gölgeleme elemanı için en yakın değer olabilecek 50° profil açısı sağlanmıştır. Hareketli güneş kontrol elemanında ise her bir yatay çıta için belirlenen profil açısı aranmış ve 45° profil açısının sağlanabilmesi için yatay çıtalar düşeyde çeşitli aralıklarla yerleştirilmiştir.

Tasarlanan güneş kontrol elemanlarının günüşığı performansına etkisi; iç mekânda gerçekleşen maksimum aydınlık düzeyi, ortalama aydınlık düzeyi ve yaşama mekânında sağlanan faydalı günüşığı aydınlığı bakımından analiz edilmiştir. Analiz sonucu elde edilen değerler Çizelge 5.24’de verildiği gibi olmaktadır.

Çizelge 5.24 : Tasarlanan güneş kontrol elemanlarına yönelik yaşama mekânında sağlanan çeşitli değerler.

Güneş Kontrol Elemanı Tipi	Senaryolar	Güneş Kontrol Elemanının Yatayla Yaptığı Açı	Maksimum Aydınlik Düzeyi(lx)	Ortalama Aydınlik Düzeyi(lx)	Sağlanan Yıllık Faydalı Günışığı aydınlığı (UDI-a)
Sabit Güneş Kontrol Elemanı	S4-a	0°	1789 lx	370 lx	%32,30
Hareketli Güneş Kontrol Elemanı	S4-b	0°	1908 lx	544 lx	%44,64
	S4-c	30°	1940 lx	513 lx	%41,55
	S4-d	45°	1816 lx	474 lx	%40,52
	S4-e	60°	1738 lx	476 lx	%41,23

Yapılan değerlendirmeler sonucunda sabit güneş kontrol elemanı ile iç mekânda elde edilen maksimum günışığı aydınlığı 32.032 lx'ten 1.789 lx aydınlık düzeyine indirilerek, yaşama mekanında kamaşmaya neden olmayacak seviyelerde günışığı aydınlık düzeyleri sağlanmıştır. Aynı zamanda sabit güneş kontrol elemanı ile çalışma kapsamında yaşama mekanı için sağlanması beklenen 300 lx ortalama aydınlık düzeyi elde edilmektedir. Ancak hareketli güneş kontrol elemanlarıyla oluşturulan senaryolar ile karşılaştırıldığında, yaşama mekanında %32.30 oranında faydalı günışığı aydınlığı elde edilerek en düşük günışığı performansının sağlandığı görülmektedir.

Hareketli güneş kontrol elemanları ile oluşturulan senaryolarda ise, güneş kontrol elemansız S4 senaryosuna göre yaşama mekânında maksimum günışığı aydınlık düzeyleri kabul edilebilir seviyelere indirilmiş, aynı zamanda bütün senaryolar için çalışma kapsamında beklenen 300 lx ortalama aydınlık düzeyi yaşama mekanında sağlanmıştır. Hareketli güneş kontrol elemanlarına yönelik oluşturulan senaryolardan faydalı günışığı aydınlığı değerlendirme yöntemine göre S4-b senaryosu ile yaşama mekanında %44.64 oranında faydalı günışığı aydınlığı elde edilirken, S4-c senaryosu ile %41.55, S4-d senaryosu ile %40.42, S4-e senaryosu ile %41.33 oranında faydalı günışığı aydınlığı sağlanmaktadır. Bu anlamda hareketli güneş kontrol elemanlarının yatayla yaptığı açı arttıkça yaşama mekanında elde edilen maksimum günışığı aydınlık düzeyi düşerken, aynı zamanda günışığı performansına yönelik iç mekânda elde edilen faydalı günışığı aydınlığı miktarının azaldığı görülmektedir. Günışığı performansına yönelik faydalı günışığı aydınlığının, hem hareketli güneş kontrol elemanlarının

birbiriyle hem de sabit güneş kontrol elemanı ile karşılaştırılması sonucunda en yüksek oranda S4-b senaryosu ile elde edildiği görülmektedir.

Sonuç olarak iç mekânlarda minimum %50 oranında faydalı günışığı aydınlığı sağlanmasının beklendiği çalışma kapsamında, S4 senaryosu ve hareketli güneş kontrol elemanı ile oluşturulan cephe tasarımı alternatiflerinin faydalı günışığı aydınlığı sağlama oranları bakımından sabit güneş kontrol elemanı ile oluşturulan cephe tasarımı alternatifinden daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir. Güneş kontrol elemanı tasarım alternatifleri içerisinde S4-b senaryosu ile yaşam mekanında beklenen 300 lx ortalama aydınlık düzeyinin sağlanması, maksimum günışığı aydınlık düzeylerinin kamaşmaya neden olmayacak seviyelere düşürülmesi ve yaşama mekanında elde edilen faydalı günışığı aydınlığı bakımından istenilen değere en yakın sonucun sağlandığı göz önünde bulundurulduğunda, cephe tasarımına yönelik optimum doğal aydınlatma performansı S4-b senaryosu -S4 senaryosu kapsamında tasarlanan pencere tasarımı ile birlikte yatay elemanları 0° eğim açısına sahip hareketli gölgeleme elemanı birleşimi olan cephe tasarımı- ile elde edilmektedir.



6. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Gök ve güneş olmak üzere iki farklı ışık kaynağının kombinasyonu ile meydana gelen günışığı, gün içerisinde farklı özellikler gösteren dinamik, doğal bir ışıktır. Mekânlarda günışığı kullanımı, iyi bir görsel çevrenin oluşturulması ve görsel konforun sağlanması bakımından tasarımlarda temel bileşen konumundadır. İnsan biyolojisi için gerekli ve önemli olan günışığını, mekânların aydınlatılmasında temel ışık kaynağı olarak ele almak, insan sağlığı ve aktivitesini destekleyici, konforlu mekânların oluşturulması için önemlidir. Günışığının doğal bir ışık kaynağı olması ve mekân aydınlatması için öncelikli kullanımı, aynı zamanda günümüzde meydana gelen enerji ihtiyacına karşı sürdürülebilir ve yenilenebilir bir enerji kullanımını da beraberinde getirmektedir. Bu anlamda günışığı ile aydınlatılan mekânlarda yapma aydınlatmaya yönelik enerji tüketimi azaltılarak fosil enerji kaynağı kullanımının önüne geçilmekte, bu sayede çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlanmaktadır.

İnsanoğlunun temel ihtiyaçlarından biri barınma ihtiyacıdır. Tarihsel süreç içinde ilk mimari oluşumların kişilerin barınma ihtiyacını karşılamaya yönelik yapılan mekân ve mekân grupları olduğu görülmektedir. Daha sonraki süreçlerde kültürel, toplumsal, ekonomik ve teknolojik gelişmelerle birlikte barınma ihtiyacının yanısıra bu mekânlar için farklı gereksinimler ortaya çıkmakta, barınma temelli yapılan bu mekânlar farklı ihtiyaçlara cevap veren konut mekânları haline gelmektedir. Konut kavramının ortaya çıkması ile birlikte bu mekânlar barınma ihtiyacının yanında kişilerin özel yaşamlarını gerçekleştirdiği, konfor ve dinlenme gereksinimlerini karşıladığı, vaktinin büyük bir kısmını geçirdiği mekânlara dönüşmüştür. Bu anlamda konut mekânları, kullanıcı ihtiyaçlarına cevap veren, mekânsal konfor koşullarının sağlanmasının temel gereklilik olduğu yaşam alanları olarak tanımlanmaktadır. Konut mekânları içerisinde kişilerin vaktinin büyük bir kısmını geçirdiği, dinlenme ve konfor kavramının en çok arandığı mekânların başında ise yaşama mekânları gelmektedir. Yaşama mekânlarında konfor gereksinimlerinden algılamayı sağlayan, fizyolojik ve psikolojik olarak kullanıcılar üzerinde en büyük uyaran olan görsel konforun sağlanması için çeşitli kriterlerin karşılanması gerekmektedir.

Doğal aydınlatma ile aydınlatılan mekânlarda görsel konforun sağlanmasına yönelik en önemli parametrelerden biri günışığının mekân içerisine doğru bir şekilde alınmasıdır. Mimari anlamda bu durum dış ortam ile iç ortam arasında bir arayüz görevi görerek iç ortam konfor koşullarının oluşturulmasına olanak sağlayan bina cepheleri ile gerçekleştirilmektedir. Doğal tasarım parametreleri göz önünde bulundurularak erken tasarım evresinden itibaren iç mekânda görsel performansın sağlanmasına yönelik tasarlanan cephe açıklıkları ile cepheye gelen günışığının iç mekândaki etkinliğini arttırmak ve görsel konfor koşullarını sağlamak mümkündür. Bu anlamda cephe açıklıklarına yönelik erken tasarım evresinden itibaren dikkate alınması gereken tasarım parametreleri; pencerelerin baktığı yön, pencere boyutu, pencere biçimi, pencerelerin yerleştirme düzeni (konumu), pencerelerin ışık geçirme özellikleri ve güneş kontrol elemanları olmaktadır.

Bu çalışma kapsamında günümüzde artan konut ihtiyacı ile birlikte ihtiyacı karşılamaya yönelik yapılan standartlaştırılmış tip plan şemasına sahip sosyal konut birimi ve konut mekânları içerisinde kullanım süresi ve gereksinimleri bakımından konfor kavramının en çok arandığı yaşama mekânı ele alınmaktadır. Bu anlamda Türkiye'deki 5 farklı iklim bölgesi için uygulanan tip projelerden, ılımlı-nemli iklim bölgesinde (İstanbul) bulunan B2 plan tipine sahip 21.Bölge Kayaşehir konutları örnek proje olarak seçilmiştir. İç mekanlarda görsel konforun sağlanmasına yönelik doğal aydınlatma sisteminin bir bileşeni olan cephe açıklıklarına dair tasarım kararları örnek konut biriminde yer alan yaşama mekanı üzerinden irdelenmektedir.

Örnek çalışmada yaşama mekânlarının açıklıklarına ait yönelim güney yön olarak belirlenmiş olup, yaşama mekanının bulunduğu binaya dair herhangi bir bina dışı engel olmadığı kabul edilmiştir. Mevcut durumda yaşama mekanına ait açıklık ile iç mekanda gerçekleşen günışığı performansı ortaya konmuş, aynı yaşama mekanı için görsel performansın sağlanmasına yönelik cepheye ilişkin tasarım parametrelerinden pencere boyutu ve pencere biçimi irdelenmiştir. Bu anlamda pencere boyutuna yönelik %30, %40 ve %50 saydamlık oranlarının değerlendirildiği çalışma içerisinde pencere biçimine yönelik olarak ise çalışma düzlemi üzerinde yer alan ve belirli bir parapet yüksekliğinden başlayan, genişliği yüksekliğine oranla daha fazla olan yatay pencere biçimi ve bir bölümü çalışma düzlemi altında kalan, genişliği yüksekliğine oranla daha az olan düşey (boy) pencere biçimi ele alınmıştır.

Günümüzde teknolojinin gelişmesi ile birlikte simülasyon programlarının ortaya çıkması; iklim, gök durumu ve mekana dair çeşitli fiziksel verilerin hesaplara katılmasını sağlayarak analizlerin daha detaylı ve hassas bir şekilde yapılmasına, değerlendirmelere dair daha doğru sonuçların alınmasına imkan vermektedir. Bu anlamda çalışma içerisinde yaşama mekanında gerçekleşen günışığı performansına ilişkin analizler simülasyon programı ile yapılmış, elde edilen veriler günışığının yıl ve gün içerisindeki dinamik durumunu iklim verilerine göre ele alan iklime dayalı günışığı değerlendirme yöntemi ile değerlendirilmiştir.

İklime dayalı günışığı değerlendirme yöntemlerinden faydalı günışığı aydınlığı değerlendirme yöntemi ile günışığı performansının ortaya konduğu çalışmada, kullanıcılar tarafından konut mekanları için tanımlanan faydalı günışığı aralıkları üzerinden yaşama mekanı ele alınmıştır. Yenilenebilir ve sürdürülebilir olan günışığının iç mekandaki etkinliği, yaşama mekanında görsel konforun sağlanmasının yanısıra günümüzde aydınlatmaya yönelik enerji tüketiminin artması sebebiyle, enerji etkinlik bakımından da değerlendirilmiştir. Buna yönelik çalışma kapsamında yapılan hesaplamalarda faydalı günışığı aydınlığı değer aralığı, ek bir yapma aydınlatma ihtiyacına gerek duyulmayacak yeterli günışığı etkinliğini ifade eden aralık UDI-a ($300 \text{ lx} < E < 3000 \text{ lx}$) olarak alınmıştır. Hesaplamalar 15 Aralık ve 15 Haziran tarihlerinde, 10.00, 12.00, 14.00 ve 17.00 saatleri için yapılmıştır. Ele alınan yaşama mekanı üzerinden pencere boyutu ve pencere biçimine yönelik oluşturulan senaryolar temsili hesap tarih ve saatleri için DIALUX simülasyon programı ile simüle edilmiş, simülasyonlar sonucunda her bir hesap saati için hesap düzleminde yer alan 77 (7x11) hesap noktasında meydana gelen saatlik günışığı aydınlığı değerleri EK A'da verilmiştir. Oluşturulan bütün senaryolar için hesap düzleminde gerçekleşen faydalı günışığı aydınlığı değer aralığının (UDI-a) etkin günışığı saatlerinin en az %50'sinde sağlanmasının beklendiği çalışma içerisinde, elde edilen sonuçlara göre sadece %50 saydamlık oranına sahip (3.10 m x 1.40 m) yatay pencere biçimi (S4 senaryosu) ile yaşam mekânında istenilen günışığı performansının sağlandığı belirlenmiştir.

Çalışma kapsamında sağlanması beklenen günışığı performansının, %50 saydamlık oranına sahip yatay pencere biçimini temsil eden S4 senaryosu ile elde edildiği çalışmada, aynı zamanda yaşama mekânında görsel konforsuzluğa neden olabilecek yüksek günışığı aydınlık düzeyleri meydana geldiği tespit edilmiştir. Bu anlamda görsel konfora yönelik ele alınan yaşama mekanı için optimum performansı sağlayan

cephe alternatifinin arandığı çalışma içerisinde S4 senaryosuna ilişkin güneş kontrol elemanı tasarlanmıştır. Konut binalarında kullanımları yaygın olarak görülen sabit ve hareketli güneş kontrol elemanlarının yaşama mekanı için irdelendiği çalışmada, sabit güneş kontrol elemanı bina strüktürünün devamı şeklinde tasarlanmış olup, yaz ve kış koşulları için değerlendirilmiştir. Hareketli güneş kontrol elemanı ise ilgili tarih ve saatlerde meydana gelen gök durumuna göre açık veya kapalı olacak şekilde hesaplamalara katılmış, hareketli güneş kontrol elemanında yer alan her bir modüldeki yatay çıtaların farklı eğim açıları (0°, 30°, 45°, 60°) da dikkate alınarak yaşama mekanı için optimum günışığı performansının elde edildiği durumlar irdelenmiştir. Güneş kontrol elemanına ilişkin oluşturulan senaryolar arasından, yaşama mekanında elde edilen faydalı günışığı aydınlığı değerine ve maksimum günışığı aydınlık düzeyine göre optimum performans gösteren alternatif, S4 senaryosu ile oluşturulan pencere sistemine ek olarak her bir modülde yer alan yatay çıtaları 0° eğim açısına sahip hareketli güneş kontrol elemanı olmuştur.

Standartlaştırılmış plan şemasına sahip sosyal konut birimi örneğinden yola çıkarak yaşama mekanlarında görsel performansın sağlanmasına yönelik iklime dayalı günışığı performansı değerlendirme yöntemi ile cephe tasarım değişkenlerinin irdelendiği çalışmada, iç mekandaki günışığı performansını etkileyen cephe tasarım parametrelerine yönelik aşağıdaki sonuçlara varılmıştır;

- Çalışma kapsamında ele alınan yaşama mekânı ile benzer özelliklere sahip konut mekânları için çeşitli çalışmalar sonucunda eşik değer olarak belirlenen %30 saydamlık oranı, günışığı performansı bakımından faydalı günışığı değerlendirme yöntemine göre (UDI-a) yetersiz kalmakta, %30 saydamlık oranına sahip benzer yaşama mekanlarında yılın büyük bir bölümü için yapma aydınlatmaya ihtiyaç duyulacağı görülmektedir.
- Ele alınan yaşama mekânına yönelik cephedeki saydamlık oranları arttıkça elde edilen faydalı günışığı aydınlığı değeri artmakta, ısısal konforsuzluğa ve yüksek aydınlık düzeylerine bağlı olarak meydana gelebilecek görsel konforsuzluğa ilişkin gerekli önlemler alındığı takdirde, yaşama mekânlarına yönelik cephe tasarımlarında yüksek saydamlık oranlarının tercih edilmesi kullanıcıların görsel konforu bakımından olumlu olarak değerlendirilmektedir.

- Konut mekânı üzerinden çalışma düzlemi üzerinde yer alan ve belirli bir parapet yüksekliğinden başlayan, genişliği yüksekliğine oranla daha fazla olan yatay ve bir bölümü çalışma düzlemi altında kalan, genişliği yüksekliğine oranla daha az olan düşey (boy) pencere biçimlerinin irdelendiği çalışma içerisinde, aynı saydamlık oranına sahip pencere biçimlerinden yatay pencere biçimi ile düşey pencere biçimine göre yaşama mekânında daha yüksek oranlarda faydalı günışığı aydınlığının sağlandığı görülmektedir. Genel olarak iç mekânda gerçekleşen günışığı performansı bakımından yatay pencereler düşey pencerelerden daha iyi sonuçlar vermektedirler.
- Saydamlık oranları ile bağlantılı olarak yatay pencere biçimi ile düşey pencere biçiminin yaşama mekanında meydana gelen günışığı performansına etkisi aynı oranda olurken, %40 ve altı saydamlık oranları için yatay pencere biçimi ile düşey pencereye göre iç mekânda faydalı günışığı aydınlığı bakımından daha etkin günışığı performansı elde edilmektedir. %40 saydamlık oranı üzerindeki saydamlık oranları için ise düşey pencere biçimi ile günışığı performansına yönelik faydalı günışığı aydınlığı bakımından daha yüksek oranda artış sağlanmaktadır.
- Güneş kontrol elemanı, yüksek aydınlık düzeylerine bağlı olarak iç mekânda meydana gelebilecek görsel konforsuzluğu engellemeye yönelik etkili bir yöntemdir. Güneş kontrol elemanının ele alınan mekanın günışığı performansına yönelik belirlenen kriterlere göre tasarlanması önemlidir. Bu anlamda çalışma kapsamında 3000 lx ve üzeri aydınlık düzeyleri için ortaya çıkan güneş kontrol elemanı ihtiyacına yönelik tasarlanan güneş kontrol elemanları içerisinde, ele alınan yaşama mekanı için faydalı günışığı aydınlığı bakımından hareketli güneş kontrol elemanlarının sabit güneş kontrol elemanına göre yaşama mekanında daha iyi günışığı performansı sağladığı belirlenmiştir.
- Konut mekanlarında sadece fizyolojik olarak değil, dış görüş, günışığını görme isteği ve mahremiyet gibi psikolojik görsel konfor parametrelerinin sağlanmasına yönelik hareketli güneş kontrol elemanları kullanıcıya esnek bir kullanım sunmaktadır. Bu anlamda mekanın gerekliliklerine göre fizyolojik olarak görsel konfor kriterlerini karşılayan hareketli bir güneş kontrol

elemanının yaşama mekanlarında görsel performansın sağlanması bakımından optimum durumu oluşturacağı ön görülmektedir.

Sonuç olarak yapılan bu çalışma ile cephe tasarımlarının, erken tasarım evresinden itibaren iç mekânda görsel konfor koşullarının sağlanması ile birlikte yapma aydınlatmaya yönelik enerji tüketimini dikkate alarak yapılması gerektiği belirtilmektedir. Aynı zamanda ele alınan tipolojiye ve gerçekleştirilen eylem türüne göre mekânlardaki görsel konfor parametreleri farklılaşmakta, cephe açıklıklarına ilişkin değişkenlerin özelleşen görsel konfor parametrelerine göre şekillenmesi gerektiğine dikkat çekilmektedir. Özellikle çalışma kapsamında örnek olarak ele alınan ve Türkiye'deki 5 iklim bölgesi için uygulanan tip projelerin bu bakımdan ele alınması, hem yaşama mekanlarında görsel konfor koşullarının sağlanması hem de aydınlatmaya yönelik enerji tüketimlerinin azaltılması bakımından önemli olmaktadır. Diğer yandan çalışmada, gelişen teknoloji ve simülasyon programları ile iklim, güneşin konumu, gök durumu gibi iç mekandaki günışığı performansını etkileyen dinamik verilerin zaman kavramı ile birlikte hesaba katıldığı iklime dayalı günışığı performansı değerlendirme yöntemlerinin, günışığı performansına ilişkin değerlendirmelerde daha sağlıklı ve doğru sonuçlar vereceği ortaya konmaktadır. Günümüzde yaygın bir şekilde görülen konut üretimindeki standardizasyona karşın her bir tipolojinin ve mekanın ayrı ayrı değerlendirilmesi gerektiğinin belirtilmesi ile birlikte, konut üretimindeki standardizasyona yönelik olarak çalışma kapsamında ele alınan yaşama mekanı üzerinden gerçekleştirilen değerlendirmelerin bu anlamda hazırlanan standart ve tasarım rehberlerine bir kaynak olması beklenmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] **Lam W.** (1986). *Sunlighting as Formgiver for Architecture*, New York: Van Nostrand Reinhold Company.
- [2] **Sümengen, Ö.** (2015). *Türkiye İçin Konut Binalarının Aydınlatma Enerjisi Gereksinimi Açısından Değerlendirilmesine İlişkin Bir Yaklaşım*. (Doktora Tezi). İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [3] **Cooper C.C.** (1975). *Easter Hill Village: some design implications*. Free Press, New York.
- [4] **Lehner, N.** (2015). *Heating, Cooling, Lighting*. John Wiley & Sons, New Jersey.
- [5] **Ander, G.D.** (2003). *Daylighting Performance and Design*, 2nd Edition. John Wiley & Sons.
- [6] **Lam, W.** (1977). *Perception and lighting as formgiver for architecture*, McGraw – Hill.
- [7] **IEA**, (2000). *Daylight In Building*, Lawrence Berkeley National Laboratory.
- [8] **Küçükdoğu, M. Ş. & diğer.** (1995). Enerji Etkin Konut ve Yerleşme Tasarımı, Proje No: İNTAG 201, TÜBİTAK İnşaat Teknolojileri Araştırma Grubu, Araştırma Projesi Raporu.
- [9] **Yener, K., A.** (2005). Binaların enerji etkin aydınlatma sistemleri olarak tasarlanması. Retrieved April 4, 2017, from <http://www.emo.org.tr/ekler/d77279f7d325eec_ek.pdf>
- [10] **Türk Dil Kurumu (TDK)**. Online Sözlük, Retrieved April 14, 2017, from <http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_bts&view=bts&kategori=veritbn&kelimesec=203457>, erişim tarihi: 14.04.2017
- [11] **Şirel, Ş.** (1997). *Aydınlatma Sözlüğü*, Yem Yayınları.
- [12] **Şener, F.Y., Yener, A.K.** (2013). Aydınlatma Tasarımında Görsel Konfor, Enerji Performansı Ve Çevresel Etki Değerlendirmesi, 7. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu, Kasım 21-24, İzmir, Türkiye.
- [13] **P. Xue, C.M. Mak, H.D. Cheung.** (2014). *The effects of daylighting and human behavior on luminous comfort in residential buildings: a questionnaire survey*. Building And Environment, Vol:81, Page:51–59.
- [14] **Küçükdoğu, M.** (1980). *Güneşten Yararlanmada En Etkili Olan Hacim Derinliğinin Belirlenmesi* (Doçentlik Tezi). İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Baskı Atölyesi
- [15] **IESNA** (2011). *The IESNA Lighting Handbook: Reference & Application*, 10th Edition, New York: Illuminating Engineering Society of North America, ABD.

- [16] **Sümengen,Ö.,Yener,A.K.** (2013).Konutlarda Aydınlatma Enerjisi Performansı Ve Görsel Konfor Koşulları,*VII.Ulusal Aydınlatma Sempozyumu*, Ksım 21-24, İzmir.
- [17] **CIBSE** (2012). *Chartered Institute of Building Services Engineers, The SLL Code for Lighting*,2012.
- [18] **IESNA** (2000). *The IESNA Lighting Handbook: Reference & Application*, New York: Illuminating Engineering Society of North America, ABD.
- [19] **P. Xue, C.M. Mak, Y.Huang.** (2016). *Quantification of luminous comfort with dynamic metrics in residential buildings*, Energy And Buildings,Vol:117,Page:99-108.
- [20] **Acosta,I.,Campano,M.,A.,Molina,J.,F.**(2016).*Window design in architecture: Analysis of energy savings for lighting and visual comfort in residential spaces*,Applied Energy,Vol:168,493-506.
- [21] **Vanhoutteghem,L., Skarning,G.,C.,J., Hviid,C.,A., Svendsen,S.**(2015).*Impact of facade window design on energy, daylighting and thermal comfort in nearly zero-energy houses*,Energy And Buildings,Vol:102,Page:149-156.
- [22] **Şahin, D.** (2012). *Aydınlatma Tasarımının Kullanıcı Üzerindeki Fizyolojik Ve Psikolojik Etkileri Açısından İncelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [23] **Yener, A.K.** (2010). Bina Tipolojisine Bağlı Aydınlatma Sorunları Ders Notları, İ.T.Ü Mimarlık Fakültesi
- [24] **Boyce, P. R., Hunter, C., & Howlett, O.** (2003). *The Benefits of Daylight through Windows*, Lighting Research Center of the Rensselaer Polytechnic Institute; New York, ABD.
- [25] **EN 12464.** (2011). Light and Lighting of Workplaces: Part1-Indoor Workplaces. CEN/TC 169, European Committee for Standardisation.
- [26] **Şener,F.Y.**(2014). *Sürdürülebilir Çevre İçin Mimari Aydınlatma Sistemi Tasarımında Kullanılabilecek Bir Yaklaşım* (Doktora Tezi). İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü,İstanbul.
- [27] **Wienold, J., & Christoffersen, J.** (2006). *Evaluation Methods and Development of a new Glare Prediction Model for Daylight Environments with the use of CCD Cameras*, Energy and Buildings, Vol:38, page:743–75.
- [28] **Jakubiec, A., & Reinhart, C.** (2010). The Use of Glare Metrics in the Design of Daylit Spaces: Recommendations for Practice, *9th International Radiance Workshop*, Eylül 20-21.
- [29] **Jakubiec, A., & Reinhart, C.** (2012). *The 'adaptive zone' – A concept for assessing discomfort glare throughout daylit spaces*. Lighting Research & Technology, Vol: 44, Issue:2, page:149-170.
- [30] **Jakubiec,A.,Reinhart,C.F.** (2016). *A Concept for Predicting Occupants' Long-Term Visual Comfort within Daylit Spaces*. LEUKOS, Vol:12 (4), Page:185-202.

- [31] **BREEAM Technical Manual SD 233.** (2017). BREEAM International New Constuction 2016 version 2.0. Retrieved March 10, 2018, from <http://www.breeam.com/BREEAMInt2016SchemeDocument/content/05_health/hea_01_nc.htm>
- [32] **Özkaya, M.** (2012). Aydınlatma Tekniği, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- [33] **Tragenza, P., Wilson, M.** (2011). *Daylighting Architecture and Lighting Design*, Routledge.
- [34] **Morghen, I., Turola, M. C., Forini, E., Di Pasquale, P., Zanatta, P. ve Matarazzo, T.** (2009). "III-Lighting Syndrome: Prevalence in Shift-Work Personnel in the 86 Anaesthesiology and Intensive Care Department of Three Italian Hospitals", *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*, Vol:4(6).
- [35] **Jung, C. M., Khalsa, S. B. S., Scheer, F. A. J. L., Cajochen, C., Lockley, S.W., Czeisler, C. A. ve diğ.** (2010). Acute effects of bright light exposure on cortisol levels. *Journal of Biological Rhythms*, Vol:25, page: 208–216.
- [36] **CIBSE LG10: Daylighting and Window Design (Lighting Guide).** (1999). The Chartered Institution of Building Services Engineers, London.
- [37] **Carmody, J., et al.** (2000). *Residential Windows: a guide to new technologies and energy performance*. W.W.Norton & Company, 2nd edition.
- [38] **BS 8206-2:2008.** (2008). Lighting for buildings- Part 2: Code of practice for Daylighting.
- [39] **Url-1** <<http://www.usgbc.org/>>, erişim tarihi: 20.10.2017.
- [40] **Url-2** <<http://www.leeduser.com/>>, erişim tarihi: 11.04.2017.
- [41] **BREEAM Scheme Document SD 5075.** (2014). BREEAM International New Constuction 2013 version 1.0.
- [42] **Reinhart, C. F., Mardaljevic, J., & Rogers, Z.** (2006). *Dynamic Daylight Performance Metrics for Sustainable Building Design*. Leukos, 3 (1), 7-31.
- [43] **Littlefair, P. J.** (2011). *BRE Report Site Layout Planning for daylight and sunlight: A good practice*. 2nd Edition, Building Research Establishment, Watford, U.K
- [44] **Leslie, R.P., Radetsky, L.C., Smith, A.M.** (2012). *Conceptual desing metrics for daylighting*, *Lighting Research And Technology*, Vol:44, Page:277-290.
- [45] **Url-3** <https://energydesignresources.com/media/1702/EDR_DesignBriefs_daylight_metrics.pdf>, erişim tarihi: 15.05.2016
- [46] **Mardaljevic, J., Andersen, M., Roy, N.** (2011). Christoffersen, J., Daylighting Metrics For Residential Buildings, 4th *VELUX Daylight Syposium*, May 4-5.
- [47] **Nabil, A., Mardaljevic, J.** (2005). *Useful daylight illuminance: a new paradigm for assessing daylight in buildings*. *Lighting Research and Technology*, Vol:37(1), page:41-59

- [48] **IEA Technical Report Task 50.** (2016). *Advanced Lighting Solution For Retrofitting Buildings / Daylight Assessment Methods*, International Energy Agency.
- [49] **LM-83-12 : Approved Method.** (2013). *IES Spatial Daylight Autonomy (sDA) and Annual Sunlight Exposure (ASE)*, Illumination Engineering Society.
- [50] **Korsavi,S.S.,Zomorodian,Z.S.,Tahsildoost,M.** (2016). *Visual comfort assessment of daylit and sunlit areas: A longitudinal field survey in classrooms in Kashan-Iran*, Energy And Building, Volume:128, Page:305-318.
- [51] **Galatioto,A.,Beccali,M.** (2016). *Aspect and issues of daylighting assesment:A Review Study*, Renewable and Sustainable Energy Reviews,Vol:66, page:852-860.
- [52] **Rivard,H.,Bedard,C.,Fazio,P.,Ha,K.,H.** (1995). *Functional Analysis of the preliminary building envelope design process*. Building and Environment,Vol:30,Page:391-401.
- [53] **Aksamija,A.** (2013). *Sustainable Facade:Design Method for High-Performance Building Envelopes*,Willey.
- [54] **K., Gowri.** (1990). *Knowledge-based system approach to building envelope design*. (Ph.D. dissertation). Centre for Building Studies, Concordia University, Montreal, Canada.
- [55] **Hasol,D.** (2012). *Ansiklopedik Yapı Sözlüğü*,YEM Yayınları.
- [56] **Kim,J.** (2015). *Adaptive façade design for the daylighting performance in an office building: the investigation of an opening design strategy with cellular automata*. International Journal of Low-Carbon Technologies,Vol:10, Page:313-320.
- [57] **Aksamija,A.,** (2015). *High-Performance Building Envelopes: Design Methods for Energy Efficient Facades*, *BEST4 Conference*, Kansas City, Missouri, April 13-15.
- [58] **Husin,S.,Harith,Z.**(2012). *Performance of daylight through various type of fenestration in residential building*. Procedia-Social and Behavioral Sciences,Vol:36, Page:196-203.
- [59] **Url 4** <<https://buildcivil.wordpress.com/2013/11/04/passive-cooling-techniques/>>, erişim tarihi: 28.01.2018.
- [60] **Behringer,E.** (2011). *The daylight imperative* (Thesis Project) Clemson University,School of architecture,ABD.
- [61] **Hopkings,R.,G.,Petherbridge,P.,Longmore,J.** (1966). *Daylighting*, London : Heinemann.
- [62] **Baker,N.,Stemers,K.** (2002). *Daylight Design Of Building*, London: James & James.
- [63] **Al-Ashwal,N.,T.** (2008). *Energy Efficient Window Design Through The Integration Of Daylighting And Artificial Lighting In Office Buildings*. (Master Of Science In Architectural Engineering). King Fahd University Of Petroleum & Minerals, Dhahran, Saudi Arabia

- [64] **Hastings,S.,R.,Wall,M.** (2007). *Sustainable Solar Housing-1: Strategies and solution*, London ; Sterling, VA : Earthscan.
- [65] **Ochoa,C.,E.,Aries,M.,B.,C.,Loenen,E.,J.,V.,Hensen,J.,L.M.** (2012). *Consideration on design optimization criteria for Windows providing low energy consumption and high visual comfort*. Applied Energy, Vol:95, page: 238-245.
- [66] **Li,D.H.W.,Lo,S.M.,Lam,J.C.,Yuen,R.K.K.** (1999). *Daylighting Performance in Residential Buildings*,Architectural Science Review,Vol:42,213-219
- [67] **Persson,M.L.,Roos,A.,Wall,M.** (2006). *Influence of window size on the energy balance of low energy houses*, Energy and Buildings,Vol:38,page: 181-188
- [68] **Ghisi,E.,Tinker,J.A.** (2005). *An Ideal Window Area concept for energy efficient integration of daylight and artificial light in buildings*, Building and Environment,Vol:40, page:51-61.
- [69] **Dabe,T.J.,Dongre,A.R.** (2016). *Analysis of performance of the daylight into critical liveable area of 'type design' dwelling unit on the basis of daylight metrics fo hot and dry climate*, Indoor and Built Environment, Vol:27/1, page:129-142.
- [70] **Afroz, R., Rahman, M., Islam, K.T., Ahmed, M.** (2014). *Daylight performance in South facing rooms of residential apartments in respect of current Building Code (2008): relation between obstruction distance and opening size*, European Scientific Journal, Vol:10(6), page:456-469.
- [71] **Url-5** <<https://www.houzz.com/photo/104834-port-hadlock-cabin-modern-bed-room-seattle>> , erişim tarihi: 19.09.2017.
- [72] **Url-6** <[https://architectuur.bouwformatie.nl/projecten/Wenslauerstraat %20huisjes %2067-69/? type=Projecten](https://architectuur.bouwformatie.nl/projecten/Wenslauerstraat%20huisjes%2067-69/?type=Projecten)> , erişim tarihi: 19.09.2017.
- [73] **Url-7** <<http://bravadablinds.com/blinds/vertical-blinds/3-1-2-bravada-vertical-blind.html>> , erişim tarihi: 19.09.2017.
- [74] **Chowdhury,S.,Alam,Md.R.,Paul,S.** (2011). *Daylight Performance and energy consumption in a simple room of residential building in Dhaka city, Bangladesh. Retrieved October 1, 2016, from <http://www.iaarc.org/publications/fulltext/S07-3.pdf>*
- [75] **Dogrusoy,I.Y.,Tureyen,M.** (2007). *A field study on determination of preferences for Windows in office environments*. Building and Environment,Vol:42, page:3660-3668
- [76] **Lau,S.S.Y.,Gou,Z.,Li,F.M.** (2010). *Users' perceptions of domestic Windows in Hong-Hong:Challenging daylighting-based design regulations*. Journal of Building Appraisal,Vol:6, page:81-93
- [77] **Yener.,A.K.** (2007). *Binalarda Günışığından Yararlanma Yöntemleri: Çağdaş Teknikler, VIII.Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, Ekim 25-28, İzmir.*

- [78] W.J.Hee, M.A.Alghoul, B.Bakhtyar, OmKalthum El., M.A.Shameri, M.S.Alrubaih, K.Sopian. (2015). *The Role Of Window Glazing On Daylighting And Energy Saving In Buildings*. Renewable And Sustainable Energy Reviews, Vol:42, Page:323-343.
- [79] Sev,A.,Gür,V.,Özgen,A. (2006). Cepenin Vazgeçilmez Saydam Malzemesi Cam, Retrieved January 20, 2017, from <<http://www.yapkat.com/images/Malzeme/Dosya/58967226743697247997522354.pdf>>
- [80] Eşsiz, Ö. (2004). Teknolojinin Cam Cephe Panellerine Getirdiği Yenilikler, *1.Ulusal Çatı ve Cephe Kaplamalarında Çağdaş Malzeme ve Teknolojiler Sempozyumu*, Nisan 2-3, İstanbul.
- [81] İlgürel, N. (2002). *Yapı Kabuğunun Saydam Alanları İçin Uygun Cam Türlerinin Belirlenmesi*. Yapı Fiziği Programı Seminer Çalışması. Y.T.Ü FBE Mimarlık Anabilim Dalı, İstanbul.
- [82] Baker, N., A., Fanchiotti and K. Steemers, Eds. (1993). *Daylighting in Architecture: A European Reference Book*. London, James & James for the European Commission.
- [83] Köknel,A.Y., Güvenkaya, R. (2005). Binalarda Günışığının Etkin Kullanımı, *Tasarım Dergisi*, vol:157,p:80-84.
- [84] Manav,B.,Kutlu,R.,Küçükdoğan,M.,Ş. (2009). Mimaride Kullanılan Cam Türlerinin Aydınlatma Açısından İncelenmesi, *V.Ulusal Aydınlatma Sempozyumu*, Mayıs 7-10, İzmir.
- [85] Şerefhanoglu,M. (1972) *Konutlarda Aydınlatma*, İstanbul.
- [86] Wong,N.,H.,Istiadji,A.,D. (2004). Effect Of External Shading Devices On Daylighting Penetration In Residential Building, *Lighting Research And Technology*, Vol:36-4, Page:317-333.
- [87] G. Cellai, C. Carletti, F. Sciurpi ,S. Secchi. (2014). Transparent Building Envelope: Windows and Shading Devices Typologies for Energy Efficiency Refurbishments, Retrieved November 5, 2017, from <www.springer.com/cda/.../9783319030739-c2.pdf>
- [88] Yener,A.,K. (1999). *A method of obtaining visual comfort using fixed shading devices In Rooms*, Built And Environment, Vol:34, Page:285-291.
- [89] Kim,J.,T.,Kim,G. (2010). *Advanced External Shading Device To Maximize Visual And View Performance*, Indoor And Built Environmet, Vol:19(1), Page:65-72.
- [90] Kalemci,B. (2005). *Türkiye’de Değişik Yönlere Bakan Pencereleere Yatay Ve Düşey Gölgeleme Elemanı Tasarımı İçin Bir Yaklaşım*.(Yüksek Lisans).Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [91] Url-8 <<https://mimarihaber.net/2018/02/11/mimaride-sagir-cephe>>, erişim tarihi:12.10.2017.
- [92] Url-9 <<https://www.forbes.com/sites/kerryadolan/2011/10/14/largest-u-s-zero-net-energy-community-opens-in-california-at-uc-davis/#382c914a7079>> , erişim tarihi:12.10.2017.

- [93] **Url-10** <<http://chris-smith.me/ae-systems-awnings/>> , erişim tarihi:12.10.2017.
- [94] **Xue,P.,Mak,C.,M.,Cheung,H.,D.,Chao,J.** (2016). *Post-occupancy evaluation of sunshades and balconies' effects on luminous comfort through a questionnaire survey.* Building Serv. Eng. Res. Technol., Vol: 37(1), page: 51–65.
- [95] **Soo,L.,H.,Kim,G.** (2010). *Predicted Performans Of Shading Devices For Healthy Visual Environment.* Indoor And Built Environment, Vol:19(4), Page:486-496.
- [96] **Url-11** <<https://www.architonic.com/en/project/niklaus-graber-christoph-steiger-architekten-villa-m-on-lake-lucerne/5100612>>, erişim tarihi: 12.10.2017
- [97] **Url-12** <<https://www.enteresan.com/ch2-avustralyanin-en-cevreci-ve-doga-dostu-binasi>>, erişim tarihi: 12.10.2017.
- [98] **Url-13** <<https://www.detail-online.com/blog-article/living-as-a-state-of-mind-housing-tower-for-the-kripalu-centre-for-yoga-health-by-peter-rose-partners-25197/>> , erişim tarihi: 12.10.2017.
- [99] **Url-14** <<https://www.golgestor.com/blackaut-karartma-perde/>>, erişim tarihi: 12.06.2017.
- [100] **Url-15** <<https://www.albo.co.uk/services/venitian-blinds/>>, erişim tarihi: 12.06.2017.
- [101] **Şahinoğlu, S.** (2012). *Gölge Elemanlarının Pencerenin Isıtma/Soğutma Enerjisi Ve Görsel Konfor performansına Etkisinin Değerlendirilmesi.* (Yüksek Lisans Tezi) ,İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [102] **TOKİ** (2017). *Toplu Konut İdaresi Başkanlığı Kişisel görüşme*, 6 Ekim.
- [103] **MATPUM.** (2010). *Toplu Konut Alanlarında Kentsel Çevresel Standartlar İçin Bir Değerler Sistemi Önerisi (TOKİ).* Ankara. Filmsan-Matsa Basımevi.Ekim 2010.
- [104] **Kutlu, R.** (2008). *İlköğretim Dersliklerinde Aydınlatma Enerjisi Yönetimi Açısından Yönlere Göre Uygun Cephe Seçeneklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Yaklaşım.* (Doktora Tezi). İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [105] **Url-16** <<https://images.adsttc.com/media/images/5602/1636/e58e/ce38/c100/00ad/slideshow/8.jpg?1442977326>>, erişim tarihi: 18.01.2018
- [106] **Url-17** <https://www.constructionspecifier.com/sustainability-in-the-desert-medical-education-facility-showcases-copper-design/09_co_az-abc2hseb_timmerman_199/>, erişim tarihi: 18.01.2018.
- [107] **Olgyay, A., & Olgyay, V.** (1957). *Solar Control and Shading Devices.* Princeton University Press.



EKLER

EK A: Ele alınan yaşama mekânı için oluşturulan senaryolara göre belirlenen hesap düzleminde DIALUX programı ile elde edilen saatlik günışığı aydınlık düzeyleri (lux)

EK B: Ele alınan yaşama mekânında yer alan hesap düzleminde güneş kontrol elemanı tasarımı için oluşturulan senaryolara göre DIALUX programı ile elde edilen saatlik günışığı aydınlık düzeyleri (lux)





EK A**Çizelge A.1 :** S1 senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Aralık saat 10:00)

220X200 /15 ARALIK SAAT:10.00						
164	152	160	151	130	88	89
128	128	127	119	112	105	100
129	128	127	119	112	105	101
162	169	173	159	148	139	120
215	223	232	207	196	173	128
222	223	232	207	196	173	128
308	332	332	306	272	226	200
436	535	577	558	469	335	199
605	855	1033	1029	847	583	365
610	855	1033	1029	847	583	372
440	1150	1792	1837	1661	884	296

Çizelge A.2 : S1 senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Aralık saat 12:00)

220X200 /15 ARALIK SAAT:12.00						
243	237	252	257	225	152	152
185	191	200	198	190	182	175
186	191	200	198	190	182	176
228	248	270	271	260	248	212
291	321	361	359	353	319	228
293	321	361	359	353	319	227
395	460	505	536	501	428	373
534	732	876	976	878	657	365
722	1157	1553	1745	1550	1135	717
725	1157	1553	1745	1550	1137	722
530	1592	2727	2930	2749	1594	540

Çizelge A.3 : S1 senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Aralık saat 14:00)

220X200 /15 ARALIK SAAT:14.00						
28	27	27	27	25	21	22
26	25	26	25	25	23	24
26	25	26	25	25	23	24
32	33	35	35	33	32	29
39	41	44	43	43	40	31
39	41	44	43	43	40	31
56	61	65	67	63	56	48
83	104	119	131	119	92	56
126	194	249	278	246	187	122
129	194	249	278	246	187	125
114	352	608	654	611	350	113

Çizelge A.4 : S1 senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Haziran saat 10:00)

220X200 /15 HAZİRAN SAAT:10.00						
220	208	199	202	188	173	181
221	222	211	201	199	183	180
221	222	211	201	199	183	180
246	263	269	258	249	228	210
301	313	312	292	283	262	217
301	313	312	292	283	262	217
451	465	458	422	396	341	287
641	699	694	641	570	440	334
980	1162	1220	1096	905	721	568
977	1162	1220	1096	905	721	569
1127	1875	2506	2328	1996	1077	556

Çizelge A.5 : S1 senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Haziran saat 12:00)

220X200 /15 HAZİRAN SAAT:12.00						
290	290	284	291	275	243	254
303	305	298	290	288	256	252
303	305	298	290	288	256	252
345	372	395	385	376	339	305
405	431	445	429	420	386	316
405	431	445	429	420	386	316
565	623	641	629	600	505	432
773	909	940	941	859	652	499
1069	1385	1587	1594	1398	1103	851
1070	1385	1587	1594	1398	1103	852
1067	31200	32154	32181	31931	1712	875

Çizelge A.6 : S1 senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Haziran saat 14:00)

220X200 /15 HAZİRAN SAAT:14.00						
297	298	294	306	291	259	271
307	310	307	305	306	274	272
307	310	307	305	306	274	272
345	374	405	409	403	370	334
395	426	450	454	454	425	348
395	426	450	454	454	425	348
534	597	641	672	659	573	492
715	833	905	1001	964	775	576
895	1171	1451	1701	1625	1398	1082
896	1171	1451	1701	1625	1398	1078
847	1736	31943	32264	32189	31284	1223

Çizelge A.7 : S1 senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Haziran saat 17:00)

180X200 /15 HAZİRAN SAAT:17.00						
178	149	153	185	173	124	134
141	140	144	146	150	148	152
141	140	144	146	150	148	152
163	171	190	206	202	202	195
198	214	239	260	269	262	210
198	214	239	260	269	262	208
259	295	330	393	402	387	374
344	450	557	725	737	644	392
456	725	1043	1468	1460	1299	1026
454	725	1043	1468	1460	1303	1071
385	1240	2557	3144	3126	2159	1003

Çizelge A.8 : S2 senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Aralık Saat 10:00)

180X200 /15 ARALIK SAAT:10.00						
124	118	104	116	99	72	70
102	104	99	92	87	82	77
103	104	99	92	87	82	78
124	132	132	123	114	105	99
170	176	183	170	149	138	103
172	176	183	170	149	138	102
234	265	268	233	214	173	155
337	415	480	438	361	251	155
418	630	858	856	650	406	253
414	630	858	856	650	406	251
262	650	1505	1648	1298	452	193

Çizelge A.9 : S2 senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Aralık Saat 12:00)

180X200 /15 ARALIK SAAT:12.00						
182	180	163	195	166	122	118
147	155	155	153	149	141	131
148	155	155	153	149	141	132
172	193	205	208	199	185	171
225	251	279	298	273	252	184
227	251	279	298	273	252	183
291	358	405	413	397	328	287
403	543	713	794	692	494	283
477	799	1256	1487	1235	795	481
475	799	1256	1487	1235	795	477
318	810	2217	2653	2248	860	342

Çizelge A.10 : S2 senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Aralık Saat 14:00)

180X200 /15 ARALIK SAAT:14.00						
21	22	19	21	18	17	17
20	21	20	20	20	18	18
20	21	20	20	20	18	18
25	26	27	27	26	25	24
32	33	34	35	33	33	24
32	33	34	35	33	33	24
43	48	52	52	51	42	35
63	79	96	104	93	71	45
87	137	200	234	196	135	87
86	137	200	234	196	135	86
69	180	493	590	496	184	72

Çizelge A.11 : S2 senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Haziran Saat 10:00)

180X200 /15 HAZİRAN SAAT:10.00						
168	171	158	157	155	147	140
180	182	169	165	165	152	146
180	182	169	165	165	152	146
201	208	207	196	190	178	172
242	237	240	228	214	201	171
242	237	240	228	214	201	171
346	367	365	330	314	265	223
509	543	554	495	432	338	251
737	872	1003	886	696	528	432
739	872	1003	886	696	528	432
704	1198	2181	2012	1462	598	405

Çizelge A.12 : S2 senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Haziran Saat 12.00)

180X200 /15 HAZİRAN SAAT:12.00						
233	238	227	222	219	206	198
247	251	239	232	232	212	205
247	251	239	232	232	212	205
289	299	308	303	296	268	260
320	330	346	344	327	298	260
320	330	346	344	327	298	260
460	502	523	497	481	407	349
625	707	774	750	677	516	388
777	1028	1307	1323	1094	815	645
777	1028	1307	1323	1094	815	645
714	23615	30128	30282	29714	1075	680

Çizelge A.13 : S2 senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Haziran Saat 14.00)

180X200 /15 HAZİRAN SAAT:14.00						
238	243	234	230	229	215	220
249	253	245	241	244	221	216
249	253	245	241	244	221	216
284	295	311	317	314	289	283
307	320	345	362	351	328	283
307	320	345	362	351	328	283
429	483	515	525	526	459	395
543	638	726	804	766	614	465
659	847	1140	1424	1310	1052	819
660	847	1140	1424	1310	1052	820
574	937	29736	30381	30143	23796	829

Çizelge A.14 : S2 senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Haziran Saat 17.00)

180X200 /15 HAZİRAN SAAT:17.00						
122	119	118	128	117	102	101
108	112	113	112	117	116	118
108	112	113	112	117	116	118
126	135	145	157	158	153	156
156	167	179	209	202	211	171
156	167	179	209	202	211	171
197	226	261	295	317	298	290
264	332	435	581	584	498	327
309	491	798	1228	1199	998	736
308	491	798	1228	1199	998	755
241	550	1885	2837	2698	1357	647

Çizelge A.15 : S3 senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Aralık saat 10.00)

150X200 /15 ARALIK SAAT:10.00						
97	93	81	93	80	56	54
80	83	77	71	71	64	62
80	83	77	71	71	64	62
102	105	100	94	92	78	83
135	138	140	131	115	104	81
136	138	140	131	115	104	81
184	205	210	182	167	131	120
256	323	376	360	290	196	117
304	471	677	679	488	298	176
301	471	677	679	488	298	181
181	379	1123	1442	901	243	135

Çizelge A.16 : S3 senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Aralık saat 12.00)

150X200 /15 ARALIK SAAT:12.00						
141	140	127	158	137	93	91
115	123	121	120	122	111	110
115	123	121	120	122	111	110
141	152	156	160	160	140	148
175	194	214	235	210	190	142
176	194	214	235	210	190	141
223	269	310	330	316	249	221
299	416	547	662	563	388	219
352	576	960	1217	956	584	335
350	576	960	1217	956	584	333
225	453	1603	2354	1610	479	247

Çizelge A.17 : S3 senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Aralık saat 14.00)

150X200 /15 ARALIK SAAT:14.00						
16	16	15	17	15	13	13
17	17	16	16	16	15	15
17	17	16	16	16	15	15
19	20	20	20	20	18	19
24	24	26	27	25	24	18
24	24	26	27	25	24	18
34	38	40	41	40	33	26
49	62	74	86	75	57	33
66	101	154	189	153	102	62
65	101	154	189	153	102	61
47	101	355	523	355	99	52

Çizelge A.18 : S3 senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Haziran saat 10.00)

150X200 /15 HAZİRAN SAAT:10.00						
136	139	123	124	123	114	109
145	149	130	129	131	119	116
145	149	130	129	131	119	116
164	168	154	152	151	137	139
188	191	182	179	168	156	134
188	191	182	179	168	156	134
279	293	284	253	241	202	171
393	423	432	393	339	263	187
572	678	778	691	527	411	333
573	678	778	691	527	411	333
475	778	1661	1732	990	400	310

Çizelge A.19 : S3 senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Haziran saat 12.00)

150X200 /15 HAZİRAN SAAT:12.00						
198	202	183	185	183	169	163
208	213	192	191	193	175	172
208	213	192	191	193	175	172
237	244	240	237	236	214	210
260	268	272	272	258	238	210
260	268	272	272	258	238	210
371	412	423	402	387	314	270
474	570	608	610	537	405	293
612	811	1034	1066	853	635	505
612	811	1034	1066	853	635	511
501	2411	27556	28005	12769	741	524

Çizelge A.20 : S3 senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Haziran saat 14.00)

150X200 /15 HAZİRAN SAAT:14.00						
192	197	185	190	188	177	171
200	206	193	196	200	185	182
200	206	193	196	200	185	182
228	236	242	244	248	228	232
244	254	269	282	272	259	226
244	254	269	282	272	259	226
312	360	402	422	420	359	903
386	480	551	649	607	489	351
510	638	860	1158	1046	809	616
510	638	860	1158	1046	809	617
423	592	14364	28110	27572	2554	632

Çizelge A.21 : S3 senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Haziran saat 17.00)

150X200 /15 HAZİRAN SAAT:17.00						
92	91	89	105	93	81	86
88	91	89	91	96	90	95
88	91	89	91	96	90	95
107	111	111	121	128	121	132
122	128	138	164	157	170	132
122	128	138	164	157	170	132
154	177	201	243	258	232	204
197	257	329	484	477	405	258
237	355	590	982	963	788	546
237	355	590	982	963	788	547
170	310	1280	2519	2054	816	457

Çizelge A.22 : S4 senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Aralık Saat 10.00)

310X140 /15 ARALIK SAAT:10.00						
213	208	212	199	179	116	119
166	171	170	154	145	137	129
168	171	170	154	145	137	130
211	218	215	202	199	181	161
273	297	289	277	258	234	179
284	297	289	277	258	234	180
418	419	430	401	370	306	277
628	672	716	682	626	485	290
982	1134	1222	1189	1100	906	665
1006	1141	1222	1189	1100	910	687
1292	1875	1948	1931	1880	1735	993

Çizelge A.23 : S4 senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Aralık Saat 12.00)

310X140 /15 ARALIK SAAT:12.00						
314	319	336	332	304	195	198
242	256	264	253	246	237	224
244	256	264	253	246	237	226
301	327	331	337	341	318	285
385	437	447	468	451	421	319
388	437	447	468	451	421	320
548	608	657	671	652	567	499
838	987	1106	1144	1101	908	543
1290	1673	1893	1950	1877	1662	1304
1324	1680	1893	1950	1877	1669	1321
1768	2838	3012	3041	3007	2865	1780

Çizelge A.24 : S4 senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Aralık Saat 14.00)

310X140 /15 ARALIK SAAT:14.00						
40	35	35	38	37	25	27
32	33	33	32	31	30	31
32	33	33	32	31	30	31
40	41	43	43	44	40	38
52	56	56	58	56	53	44
52	56	56	58	56	53	43
73	79	85	86	84	73	71
120	137	152	157	151	123	80
213	273	306	319	303	269	209
218	273	306	319	303	269	215
381	626	667	679	665	632	384

Çizelge A.25 : S4 senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Haziran Saat 10.00)

310X140 /15 HAZİRAN SAAT:10.00						
302	304	287	278	250	223	236
279	284	269	262	257	238	230
279	284	269	262	257	238	230
346	343	341	332	330	298	271
416	419	392	385	369	346	286
416	419	392	385	369	346	286
581	576	595	552	526	437	380
837	864	884	809	753	595	453
1361	1481	1473	1345	1218	1036	830
1399	1481	1473	1345	1218	1036	827
2572	2802	2705	2579	2419	2159	1263

Çizelge A.26 : S4 senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Haziran Saat 12.00)

310X140 /15 HAZİRAN SAAT:12.00						
383	388	367	372	337	291	317
353	362	359	351	345	309	310
353	362	359	351	345	309	310
451	455	471	458	457	407	371
524	552	544	537	522	484	407
524	552	544	537	522	484	407
699	745	780	766	742	620	546
1001	1096	1132	1114	1063	843	647
1508	1752	1833	1816	1724	1530	1227
1503	1752	1833	1816	1724	1530	1223
31110	31921	31982	31974	31912	31712	1914

Çizelge A.27 : S4 senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Haziran Saat 14.00)

310X140 /15 HAZİRAN SAAT:14.00						
393	384	389	398	362	322	341
360	371	378	378	375	343	335
360	371	378	378	375	343	335
408	443	481	483	489	445	405
504	547	573	590	582	548	457
504	547	573	590	582	548	457
691	744	793	813	807	700	637
910	1054	1126	1193	1174	966	743
1285	1613	1802	1916	1890	1821	1578
1280	1613	1802	1916	1890	1821	1574
1929	31702	31935	32030	32032	32021	31186

**Çizelge A.28 : S4 senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Haziran Saat 17.00)**

310X140 /15 HAZİRAN SAAT:17.00						
222	217	205	239	224	156	169
174	183	191	192	190	193	195
174	183	191	192	190	193	195
216	227	238	253	269	255	249
262	290	307	347	350	343	290
262	290	307	347	350	343	289
345	394	443	499	525	488	483
516	634	753	882	909	818	526
805	1136	1418	1683	1720	1664	1550
806	1136	1418	1683	1720	1676	1631
1366	2652	3039	3282	3324	3307	2467

**Çizelge A.29 : S5 senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Aralık Saat 10.00)**

270X140 /15 ARALIK SAAT:10.00						
184	171	181	173	150	97	102
146	146	148	134	122	113	112
147	146	148	134	122	113	112
185	187	190	176	171	156	141
245	255	248	233	224	196	155
248	255	248	233	224	196	155
355	369	378	339	317	264	234
525	593	633	596	522	401	236
777	989	1096	1098	967	738	505
793	993	1096	1098	967	739	517
772	1632	1829	1835	1740	1406	526

**Çizelge A.30 : S5 senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Aralık Saat 12.00)**

270X140 /15 ARALIK SAAT:12.00						
272	259	283	283	260	163	173
214	220	229	223	207	196	196
215	220	229	223	207	196	197
261	278	295	297	292	274	248
335	370	383	401	395	356	276
346	370	383	401	395	356	275
469	529	577	582	568	493	429
666	852	969	1021	949	775	439
973	1418	1688	1815	1696	1390	989
994	1418	1688	1815	1696	1395	1000
961	2394	2810	2900	2814	2421	991

Çizelge A.31 : S5 senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Aralık Saat 14.00)

270X140 /15 ARALIK SAAT:14.00						
34	29	30	33	32	22	24
30	29	29	28	27	26	27
30	29	29	28	27	26	27
36	36	38	38	38	35	34
45	47	47	49	48	45	38
45	47	47	49	48	45	38
65	69	74	74	72	63	55
99	118	133	138	129	105	66
166	231	270	293	270	226	164
166	231	270	293	270	226	168
207	527	626	649	624	531	211

Çizelge A.32 : S5 senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Haziran Saat 10.00)

270X140/15 HAZİRAN SAAT:10.00						
262	242	238	239	216	190	202
246	240	236	227	220	200	206
246	240	236	227	220	200	206
310	304	302	288	282	258	236
362	367	342	330	321	296	246
362	367	342	330	321	296	246
496	500	516	468	451	379	318
733	762	757	694	630	499	385
1136	1279	1287	1199	1034	843	681
1133	1279	1287	1199	1034	843	682
1741	2479	2541	2402	2160	1632	751

Çizelge A.33 : S5 senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Haziran Saat 12.00)

270X140 /15 HAZİRAN SAAT:12.00						
340	316	305	324	294	259	275
316	311	325	308	300	271	271
316	311	325	308	300	271	271
370	393	416	409	402	362	332
436	465	462	460	452	413	347
436	465	462	460	452	413	347
609	656	687	661	644	541	462
838	963	992	976	908	717	560
1226	1508	1612	1653	1502	1268	994
1227	1508	1612	1653	1502	1268	996
24120	30747	31002	31019	30880	21643	1139

Çizelge A.34 : S5 senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Haziran Saat 14.00)

270X140 /15 HAZİRAN SAAT:14.00						
336	338	331	353	323	282	301
328	336	348	335	329	297	307
328	336	348	335	329	297	307
373	400	440	441	438	399	367
444	479	496	509	510	475	403
444	479	496	509	510	475	403
598	660	710	727	725	625	546
785	927	992	1059	1026	849	646
1053	1362	1571	1754	1704	1572	1301
1054	1362	1571	1754	1704	1572	1297
1161	25161	30931	31095	31063	30851	24267

Çizelge A.35 : S5 senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Haziran Saat 17.00)

270X140 /15 HAZİRAN SAAT:17.00						
197	166	176	207	195	135	147
156	158	165	167	163	161	167
157	158	165	167	163	161	167
185	195	208	225	227	222	222
231	244	261	294	305	297	252
231	244	261	294	305	297	250
303	340	384	433	455	432	416
418	526	637	778	786	711	450
596	917	1208	1547	1565	1462	1287
609	917	1208	1547	1565	1476	1347
656	2051	2752	3131	3130	2956	1634

Çizelge A.36 : S6 senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Aralık Saat 10.00)

220X140 /15 ARALIK SAAT:10.00						
139	130	119	132	115	78	80
113	113	112	104	98	92	89
114	113	112	104	98	92	89
141	146	151	139	130	123	109
188	195	205	184	173	153	112
190	195	205	184	173	153	112
273	293	294	268	241	201	176
387	481	514	493	411	291	172
536	760	921	919	756	520	318
537	760	921	919	756	520	325
387	1038	1615	1656	1501	794	254

Çizelge A.37 : S6 senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Aralık Saat 12.00)

220X140 /15 ARALIK SAAT:12.00						
206	198	214	219	198	135	136
163	169	176	173	166	158	151
165	169	176	173	166	158	152
198	215	235	238	226	217	186
252	279	318	319	311	281	200
254	279	318	319	311	281	200
347	406	446	474	445	381	327
477	651	778	861	770	573	317
631	1027	1387	1561	1386	1015	633
629	1027	1387	1561	1386	1015	637
453	1429	2459	2641	2481	1429	470

Çizelge A.38 : S6 senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Aralık Saat 14.00)

220X140 /15 ARALIK SAAT:14.00						
25	24	23	24	21	18	20
22	23	22	22	22	20	21
22	23	22	22	22	20	21
28	28	30	30	29	28	26
35	36	38	38	37	36	28
36	36	38	38	37	36	28
49	53	57	59	56	50	42
73	92	105	115	103	80	49
111	170	222	249	219	167	109
111	170	222	249	219	167	109
101	315	547	588	550	313	101

Çizelge A.39 : S6 senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Haziran Saat 10.00)

220X140 /15 HAZİRAN SAAT:10.00						
185	185	175	169	167	151	156
198	198	187	178	177	158	155
198	198	187	178	177	158	155
216	225	230	223	216	201	188
264	269	268	254	246	223	188
264	269	268	254	246	223	188
391	407	397	363	341	293	244
554	616	605	554	489	376	284
858	1016	1070	970	800	624	499
855	1016	1070	970	800	624	499
945	1647	2240	2085	1791	966	489

Çizelge A.40 : S6 senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Haziran Saat 12.00)

220X140 /15 HAZİRAN SAAT:12.00						
250	250	241	237	235	207	216
262	264	255	248	247	217	213
262	264	255	248	247	217	213
295	309	329	326	318	289	272
347	361	373	365	357	317	272
347	361	373	365	357	317	272
488	525	546	532	507	436	369
666	768	809	804	728	559	410
914	1201	1364	1393	1205	952	731
914	1201	1364	1393	1205	952	732
881	28243	29104	29149	28917	1532	775

Çizelge A.41 : S6 senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Haziran Saat 14.00)

220X140 /15 HAZİRAN SAAT:14.00						
262	263	260	259	259	230	241
271	275	272	271	272	241	239
271	275	272	271	272	241	239
308	324	358	360	355	326	304
352	370	397	400	400	375	316
352	370	397	400	400	375	316
482	526	565	589	587	512	436
625	726	798	876	849	682	511
781	1035	1275	1498	1428	1236	965
781	1035	1275	1498	1428	1236	966
743	1562	28951	29243	29185	28342	1079

Çizelge A.42 : S6 senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Haziran Saat 17.00)

220X140 /15 HAZİRAN SAAT:17.00						
139	131	136	159	153	110	119
123	123	128	128	132	130	135
123	123	128	128	132	130	136
146	150	166	181	179	181	170
170	185	206	227	234	233	185
170	185	206	227	234	233	183
229	256	290	347	355	344	329
303	396	488	637	643	559	347
396	637	932	1310	1303	1163	915
395	637	932	1310	1303	1163	949
335	1108	2308	2828	2813	1944	891

EK B

Çizelge B.1 : S4-b senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Aralık 10.00)

310X140 - 0° eğim açılı güneş kontrol elemanı 15 ARALIK SAAT:10.00						
213	208	212	199	179	116	119
166	171	170	154	145	137	129
168	171	170	154	145	137	130
211	218	215	202	199	181	161
273	297	289	277	258	234	179
284	297	289	277	258	234	180
418	419	430	401	370	306	277
628	672	716	682	626	485	290
982	1134	1222	1189	1100	906	665
1006	1141	1222	1189	1100	910	687
1292	1875	1948	1931	1880	1735	993

Çizelge B.2 : S4-b senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Aralık 12.00)

310X140 - 0° eğim açılı güneş kontrol elemanı 15 ARALIK SAAT:12.00						
314	319	336	332	304	195	198
242	256	264	253	246	237	224
244	256	264	253	246	237	226
301	327	331	337	341	318	285
385	437	447	468	451	421	319
388	437	447	468	451	421	320
548	608	657	671	652	567	499
838	987	1106	1144	1101	908	543
1290	1673	1893	1950	1877	1662	1304
1324	1680	1893	1950	1877	1669	1321
1768	2838	3012	3041	3007	2865	1780

Çizelge B.3 : S4-b senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Aralık 14.00)

310X140 - 0° Eğim Açılı Güneş Kontrol Elemanı 15 ARALIK SAAT:14.00						
40	35	35	38	37	25	27
32	33	33	32	31	30	31
32	33	33	32	31	30	31
40	41	43	43	44	40	38
52	56	56	58	56	53	44
52	56	56	58	56	53	43
73	79	85	86	84	73	71
120	137	152	157	151	123	80
213	273	306	319	303	269	209
218	273	306	319	303	269	215
381	626	667	679	665	632	384

Çizelge B.4 : S4-b senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Haziran 10.00)

310X140 - 0° Eğim Açılı Güneş Kontrol Elemanı 15 HAZİRAN SAAT:10.00						
198	201	190	191	177	156	162
204	205	195	182	181	161	161
204	205	195	182	181	161	161
233	232	229	229	230	201	196
263	268	259	253	250	216	193
263	268	259	253	250	216	193
390	390	410	386	369	329	275
516	553	530	511	485	381	306
800	872	914	863	813	708	588
801	872	914	863	813	708	588
1041	1398	1456	1426	1363	1203	937

Çizelge B.5 : S4-b senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Haziran 12.00)

310X140 - 0° Eğim Açılı Güneş Kontrol Elemanı 15 HAZİRAN SAAT:12.00						
249	253	246	244	240	210	218
255	258	252	246	245	216	216
255	258	252	246	245	216	216
308	310	322	315	317	277	271
339	348	355	346	343	296	268
339	348	355	346	343	296	268
496	515	554	531	507	446	367
655	722	726	721	686	549	426
952	1106	1186	1163	1106	990	783
966	1120	1213	1190	1121	990	783
1251	1825	1893	1908	1828	1656	1107

Çizelge B.6 : S4-b senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Haziran 14.00)

310X140 - 0° Eğim Açılı Güneş Kontrol Elemanı 15 HAZİRAN SAAT:14.00						
246	250	246	244	241	214	226
250	255	252	247	247	223	223
250	255	252	247	247	223	223
294	298	310	310	316	281	276
311	329	340	342	345	304	273
311	329	340	342	345	304	273
460	502	539	532	512	463	377
583	686	699	725	703	577	445
820	1034	1143	1165	1129	1047	876
839	1034	1169	1191	1143	1060	889
1159	1743	1842	1895	1860	1737	1162

Çizelge B.7 : S4-b senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Haziran 17.00)

310X140 - 0° Eğim Açılı Güneş Kontrol Elemanı 15 HAZİRAN SAAT:17.00						
222	217	205	239	224	156	169
174	183	191	192	190	193	195
174	183	191	192	190	193	195
216	227	238	253	269	255	249
262	290	307	347	350	343	290
262	290	307	347	350	343	289
345	394	443	499	525	488	483
516	634	753	882	909	818	526
805	1136	1418	1683	1720	1664	1550
806	1136	1418	1683	1720	1676	1631
1366	2652	3039	3282	3324	3307	2467

Çizelge B.8 : S4-c senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Aralık 10.00)

310X140 - 30° eğim açılı güneş kontrol elemanı 15 ARALIK SAAT:10.00						
213	208	212	199	179	116	119
166	171	170	154	145	137	129
168	171	170	154	145	137	130
211	218	215	202	199	181	161
273	297	289	277	258	234	179
284	297	289	277	258	234	180
418	419	430	401	370	306	277
628	672	716	682	626	485	290
982	1134	1222	1189	1100	906	665
1006	1141	1222	1189	1100	910	687
1292	1875	1948	1931	1880	1735	993

Çizelge B.9 : S4-c senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Aralık 12.00)

310X140 - 30° eğim açılı güneş kontrol elemanı 15 ARALIK SAAT:12.00						
314	319	336	332	304	195	198
242	256	264	253	246	237	224
244	256	264	253	246	237	226
301	327	331	337	341	318	285
385	437	447	468	451	421	319
388	437	447	468	451	421	320
548	608	657	671	652	567	499
838	987	1106	1144	1101	908	543
1290	1673	1893	1950	1877	1662	1304
1324	1680	1893	1950	1877	1669	1321
1768	2838	3012	3041	3007	2865	1780

Çizelge B.10 : S4-c senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Aralık 14.00)

310X140 - 30° Eğim Açılı Güneş Kontrol Elemanı 15 ARALIK SAAT:14.00						
40	35	35	38	37	25	27
32	33	33	32	31	30	31
32	33	33	32	31	30	31
40	41	43	43	44	40	38
52	56	56	58	56	53	44
52	56	56	58	56	53	43
73	79	85	86	84	73	71
120	137	152	157	151	123	80
213	273	306	319	303	269	209
218	273	306	319	303	269	215
381	626	667	679	665	632	384

Çizelge B.11 : S4-c senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Haziran 10.00)

310X140 - 30° Eğim Açılı Güneş Kontrol Elemanı 15 HAZİRAN SAAT:10.00						
163	166	148	146	144	131	128
166	165	149	144	143	132	131
166	165	149	144	143	132	131
183	180	168	168	169	154	147
212	217	196	192	191	170	149
212	217	196	192	191	170	149
313	306	320	302	285	261	219
424	448	416	395	366	304	241
703	757	789	753	706	609	487
704	757	789	753	706	609	492
973	1275	1320	1280	1235	1077	810

Çizelge B.12 : S4-c senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Haziran 12.00)

310X140 - 30° Eğim Açılı Güneş Kontrol Elemanı 15 HAZİRAN SAAT:12.00						
247	251	242	249	233	207	215
250	251	243	234	232	209	208
250	251	243	234	232	209	208
294	294	302	297	298	264	256
316	333	334	326	327	285	258
316	333	334	326	327	285	258
472	485	523	503	487	429	358
622	674	672	661	638	518	405
937	1079	1170	1153	1095	952	785
938	1079	1170	1153	1095	952	785
1264	1867	1940	1930	1878	1687	1166

Çizelge B.13 : S4-c senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Haziran 14.00)

310X140 - 30° Eğim Açılı Güneş Kontrol Elemanı 15 HAZİRAN SAAT:14.00						
247	251	243	238	236	210	221
249	251	243	237	235	213	213
249	251	243	237	235	213	213
279	282	289	295	299	267	260
296	314	317	325	332	292	264
296	314	317	325	332	292	264
440	475	511	498	486	441	367
563	640	649	658	647	540	419
826	1000	1130	1159	1121	1033	864
827	1000	1130	1159	1121	1033	864
1155	1763	1878	1935	1938	1817	1223

Çizelge B.14 : S4-c senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Haziran 17.00)

310X140 - 30° Eğim Açılı Güneş Kontrol Elemanı 15 HAZİRAN SAAT:17.00						
222	217	205	239	224	156	169
174	183	191	192	190	193	195
174	183	191	192	190	193	195
216	227	238	253	269	255	249
262	290	307	347	350	343	290
262	290	307	347	350	343	289
345	394	443	499	525	488	483
516	634	753	882	909	818	526
805	1136	1418	1683	1720	1664	1550
806	1136	1418	1683	1720	1676	1631
1366	2652	3039	3282	3324	3307	2467

Çizelge B.15 : S4-d senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Aralık 10.00)

310X140 - 45° eğim açılı güneş kontrol elemanı 15 ARALIK SAAT:10.00						
213	208	212	199	179	116	119
166	171	170	154	145	137	129
168	171	170	154	145	137	130
211	218	215	202	199	181	161
273	297	289	277	258	234	179
284	297	289	277	258	234	180
418	419	430	401	370	306	277
628	672	716	682	626	485	290
982	1134	1222	1189	1100	906	665
1006	1141	1222	1189	1100	910	687
1292	1875	1948	1931	1880	1735	993

Çizelge B.16 : S4-d senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Aralık 12.00)

310X140 - 45° eğim açılı güneş kontrol elemanı 15 ARALIK SAAT:12.00						
314	319	336	332	304	195	198
242	256	264	253	246	237	224
244	256	264	253	246	237	226
301	327	331	337	341	318	285
385	437	447	468	451	421	319
388	437	447	468	451	421	320
548	608	657	671	652	567	499
838	987	1106	1144	1101	908	543
1290	1673	1893	1950	1877	1662	1304
1324	1680	1893	1950	1877	1669	1321
1768	2838	3012	3041	3007	2865	1780

Çizelge B.17 : S4-d senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Aralık 14.00)

310X140 - 45° Eğim Açılı Güneş Kontrol Elemanı 15 ARALIK SAAT:14.00						
40	35	35	38	37	25	27
32	33	33	32	31	30	31
32	33	33	32	31	30	31
40	41	43	43	44	40	38
52	56	56	58	56	53	44
52	56	56	58	56	53	43
73	79	85	86	84	73	71
120	137	152	157	151	123	80
213	273	306	319	303	269	209
218	273	306	319	303	269	215
381	626	667	679	665	632	384

Çizelge B.18 : S4-d senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Haziran 10.00)

310X140 - 45° Eğim Açılı Güneş Kontrol Elemanı 15 HAZİRAN SAAT:10.00						
156	159	141	139	137	126	124
159	158	142	137	136	127	127
159	158	142	137	136	127	127
163	162	145	146	148	136	131
193	198	175	171	169	154	133
193	198	175	171	169	154	133
294	286	303	279	265	236	194
383	400	368	347	324	279	209
656	705	736	703	656	569	453
657	705	736	703	656	569	457
900	1192	1230	1201	1145	1011	755

Çizelge B.19 : S4-d senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Haziran 12.00)

310X140 - 45° Eğim Açılı Güneş Kontrol Elemanı 15 HAZİRAN SAAT:12.00						
242	246	238	236	233	205	214
246	245	239	234	232	207	206
246	245	239	234	232	207	206
283	284	287	280	283	254	247
306	322	321	311	311	276	250
306	322	321	311	311	276	250
444	457	493	476	461	408	338
581	627	624	620	598	495	383
883	1009	1102	1083	1039	899	733
884	1009	1102	1083	1039	899	734
1169	1735	1805	1816	1775	1583	1093

Çizelge B.20 : S4-d senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Haziran 14.00)

310X140 - 45° Eğim Açılı Güneş Kontrol Elemanı 15 HAZİRAN SAAT:14.00						
228	233	226	222	220	204	203
230	231	226	220	219	207	208
230	231	226	220	219	207	208
252	255	259	258	264	244	238
270	286	290	291	296	270	242
270	286	290	291	296	270	242
392	426	452	443	431	400	328
488	566	568	584	574	495	375
740	884	1019	1045	1020	942	797
747	884	1019	1045	1020	942	797
1034	1566	1677	1740	1737	1622	1104

Çizelge B.21 : S4-d senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Haziran 17.00)

310X140 - 45° Eğim Açılı Güneş Kontrol Elemanı 15 HAZİRAN SAAT:17.00						
222	217	205	239	224	156	169
174	183	191	192	190	193	195
174	183	191	192	190	193	195
216	227	238	253	269	255	249
262	290	307	347	350	343	290
262	290	307	347	350	343	289
345	394	443	499	525	488	483
516	634	753	882	909	818	526
805	1136	1418	1683	1720	1664	1550
806	1136	1418	1683	1720	1676	1631
1366	2652	3039	3282	3324	3307	2467

Çizelge B.22 : S4-e senaryosu için elde edilen gümüşüğü aydınlık düzeyleri
(15 Aralık 10.00)

310X140 - 60° eğim açılı güneş kontrol elemanı 15 ARALIK SAAT:10.00						
213	208	212	199	179	116	119
166	171	170	154	145	137	129
168	171	170	154	145	137	130
211	218	215	202	199	181	161
273	297	289	277	258	234	179
284	297	289	277	258	234	180
418	419	430	401	370	306	277
628	672	716	682	626	485	290
982	1134	1222	1189	1100	906	665
1006	1141	1222	1189	1100	910	687
1292	1875	1948	1931	1880	1735	993

Çizelge B.23 : S4-e senaryosu için elde edilen gümüşüğü aydınlık düzeyleri
(15 Aralık 12.00)

310X140 - 60° eğim açılı güneş kontrol elemanı 15 ARALIK SAAT:12.00						
314	319	336	332	304	195	198
242	256	264	253	246	237	224
244	256	264	253	246	237	226
301	327	331	337	341	318	285
385	437	447	468	451	421	319
388	437	447	468	451	421	320
548	608	657	671	652	567	499
838	987	1106	1144	1101	908	543
1290	1673	1893	1950	1877	1662	1304
1324	1680	1893	1950	1877	1669	1321
1768	2838	3012	3041	3007	2865	1780

Çizelge B.24 : S4-e senaryosu için elde edilen gümüşüğü aydınlık düzeyleri
(15 Aralık 14.00)

310X140 - 60° Eğim Açılı Güneş Kontrol Elemanı 15 ARALIK SAAT:14.00						
40	35	35	38	37	25	27
32	33	33	32	31	30	31
32	33	33	32	31	30	31
40	41	43	43	44	40	38
52	56	56	58	56	53	44
52	56	56	58	56	53	43
73	79	85	86	84	73	71
120	137	152	157	151	123	80
213	273	306	319	303	269	209
218	273	306	319	303	269	215
381	626	667	679	665	632	384

Çizelge B.25 : S4-e senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Haziran 10.00)

310X140 - 60° Eğim Açılı Güneş Kontrol Elemanı 15 HAZİRAN SAAT:10.00						
162	165	146	145	142	131	129
165	165	148	145	143	132	133
165	165	148	145	143	132	133
175	171	157	156	157	144	138
203	209	187	183	181	161	140
203	209	187	183	181	161	140
310	300	318	293	280	249	209
402	418	386	365	342	292	223
670	719	746	711	663	578	460
671	719	746	711	663	578	464
926	1205	1248	1216	1168	1033	766

Çizelge B.26 : S4-e senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Haziran 12.00)

310X140 - 60° Eğim Açılı Güneş Kontrol Elemanı 15 HAZİRAN SAAT:12.00						
241	245	233	229	226	206	203
244	245	236	230	227	207	208
244	245	236	230	227	207	208
282	281	283	276	279	251	243
304	320	317	310	309	272	246
304	320	317	310	309	272	246
446	456	483	461	447	393	325
561	616	614	605	583	483	362
862	978	1068	1047	1000	870	702
863	978	1068	1047	1000	870	708
1143	1668	1716	1738	1678	1522	1044

Çizelge B.27 : S4-e senaryosu için elde edilen günışığı aydınlık düzeyleri
(15 Haziran 14.00)

310X140 - 60° Eğim Açılı Güneş Kontrol Elemanı 15 HAZİRAN SAAT:14.00						
238	241	232	227	226	206	215
239	241	234	230	227	207	210
239	241	234	230	227	207	210
267	269	276	274	279	255	248
284	301	305	308	314	280	253
284	301	305	308	314	280	253
406	440	471	463	453	412	342
514	582	588	606	595	515	392
770	886	1024	1055	1026	949	801
776	886	1024	1055	1026	949	802
1040	1555	1661	1735	1727	1637	1102

Çizelge B.28 : S4-e senaryosu için elde edilen gümüşüğü aydınlık düzeyleri
(15 Haziran 17.00)

310X140 - 60° Eğim Açılı Güneş Kontrol Elemanı 15 HAZİRAN SAAT:17.00						
222	217	205	239	224	156	169
174	183	191	192	190	193	195
174	183	191	192	190	193	195
216	227	238	253	269	255	249
262	290	307	347	350	343	290
262	290	307	347	350	343	289
345	394	443	499	525	488	483
516	634	753	882	909	818	526
805	1136	1418	1683	1720	1664	1550
806	1136	1418	1683	1720	1676	1631
1366	2652	3039	3282	3324	3307	2467

ÖZGEÇMİŞ



Ad-Soyad : Zehra Aybike KILIÇ
Doğum Tarihi ve Yeri : 21.08.1992 / Kayseri
E-posta : aybike.klc@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

Lisans : 2014, İstanbul Arel Üniversitesi, Mimarlık-Mühendislik Fakültesi, Mimarlık Bölümü (%100 ÖSYM Burslu), Bölüm Birincisi
Yüksek Lisans : 2018, İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Anabilim Dalı, Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Yüksek Lisans Programı

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- 2012 yılında ENKA İnşaat Ve Sanayi A.Ş.'de ofis mimarı olarak 2 ay süre ile çalıştı.
- 2013 yılında ALCEN İnşaat Müh. LTD.Ş.'de şantiye mimarı olarak 2 ay süre ile çalıştı.
- 2016 yılında CODO Mimarlık'ta 6 ay süre ile ofis mimarı olarak çalıştı.
- 2017 yılında AYTAR Mimarlık'ta 8 ay süre ile ofis mimarı olarak çalıştı.
- 2017 yılından itibaren İstanbul Teknik Üniversitesi'nde araştırma görevlisi olarak çalışmalarına devam etmektedir.

YÜKSEK LİSANS TEZİNDEN TÜRETİLEN YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER:

- **Kılıç,Z.A., Yener, A.K.,** 2017. İç Mekanda Günışığı Performansının Değerlendirilmesine Yönelik Metotların Ofis Yapısı Örneği Üzerinden İrdelenmesi. *ATMK 11. Ulusal Aydınlatma Kongresi*, syf: 68-75, Eylül 21-22, İstanbul, Türkiye.
- **Kılıç,Z.A., Yener, A.K.,** 2018. Cephe Tasarımının İç Mekan Günışığı Performansına Etkisinin Belirlenmesi. *9.Ulusal Çatı ve Cephe Konferansı*, syf: 119-126, Nisan 12-13, İstanbul, Türkiye.
- **Kılıç,Z.A., Yener, A.K.,** 2018. Konut Mekanlarında Cephe Açıklıklarına Bağlı Günışığı Performansının Değerlendirilmesine İlişkin Bir Çalışma. *3.Yapı Fiziği Ve Çevre Kontrolü Kongresi*, syf: 93-102, Mayıs 10-11, İstanbul, Türkiye.

