



**SAĞLIK YAPILARINDAKİ HASTA ODALARINDA DOĞAL
AYDINLATMANIN YETERLİLİĞİNİN İRDELENMESİ: GAZİ
ÜNİVERSİTESİ HASTANESİ ÖRNEĞİ**

Hatice ŞENGEL ÇELİK

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MİMARLIK ANA BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

AĞUSTOS 2022

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Hatice ŞENGEL ÇELİK

15/08/2022

SAĞLIK YAPILARINDAKİ HASTA ODALARINDA DOĞAL AYDINLATMANIN YETERLİLİĞİNİN İRDELENMESİ: GAZİ ÜNİVERSİTESİ HASTANESİ ÖRNEĞİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Hatice ŞENGEL ÇELİK

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ağustos 2022

ÖZET

Teknolojik gelişmelere ve yaşam biçiminin değişmesine bağlı olarak günümüzde enerji tüketimi gün geçtikçe artmaktadır. Bu durum dünya genelinde enerji tüketiminde büyük bir paya sahip olan yapı sektöründe enerji etkin tasarım anlayışını gündeme getirmektedir. Teknolojik gelişmelerle birlikte hesaplama dayalı tasarım araçlarının kullanımı artmakta ve yapıların performans analizleri yapılarak enerji etkin tasarım çözümleri elde edilmektedir. Enerji etkin tasarım anlayışı doğrultusunda gün ışığının tasarımın etkin bir ögesi olarak kullanılması fikri gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır. Yapılarda iç mekân görsel konfor koşullarını sağlayacak şekilde gün ışığından maksimum düzeyde yararlanılarak hem iç mekân ışık kalitesinin artırılması hem de elektrik kaynaklı aydınlatma enerji tüketiminin azaltılması hedeflenmektedir. Yoğun enerji tüketimine sahip olan sağlık yapılarının sayılarının ve kapasitelerinin her geçen gün artış göstermesi bu yapılarda enerji tüketiminde önemli bir paya sahip olan aydınlatma enerji tüketimini azaltmaya yönelik uygulamaları gerekli kılmaktadır. Bu çalışmada, hasta odalarında iç mekân görsel konfor koşullarının sağlanmasında gün ışığı performansını arttırmanın yollarını bulmak ve elde edilen veriler ışığında tasarımcıların erken tasarım aşamasında yol gösterici olmak ve karar vermelerine yardımcı olmak amaçlanmaktadır. Bu amaçla, Gazi Üniversitesi Hastanesi'ne ait bir hasta odası örnek olarak ele alınmış, hasta odasının mevcut pencere boyutu ve konumu üzerinden 29 adet senaryo üretilmiş ve DIALux Evo simülasyon aracı ile doğal aydınlatma yeterlilikleri incelenmiştir. Üretilen her bir senaryo için dört ana yönde de olduğu kabul edilerek 21 Haziran ve 21 Aralık tarihleri için belirlenen saatlerde simülasyon yoluyla aydınlık düzeyleri hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar hem standartları sağlayıp sağlamadığı yönünde hem de mevcut durum ve birbirleri arasında karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre pencere boyutlarının ve konumunun değişimi ile bir yapının gün ışığı aydınlatma performansı %9-56 aralığında değişen oranlarda artırılabilir. Elde edilen sonuçlar ışığında, basit tadilatlarla ve yeni tasarlanacak yapılarda tasarım aşamasındaki kararlar ile yapıların enerji verimliliğinin önemli oranda artırılabilceği ortaya konulmuştur.

Bilim Kodu : 80103

Anahtar Kelimeler : Sağlık yapıları, hasta odaları, gün ışığı, doğal aydınlatma performansı, pencere boyutu, pencere konumu

Sayfa Adedi : 197

Danışman : Prof. Dr. Cüneyt KURTAY

EXAMINING THE ADEQUACY OF NATURAL LIGHTING IN PATIENT ROOMS IN HEALTHCARE FACILITIES: THE CASE OF GAZİ UNIVERSITY HOSPITAL

(M. Sc. Thesis)

Hatice ŞENGEL ÇELİK

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

August 2022

ABSTRACT

Today, energy consumption is increasing day by day due to technological developments and changes in lifestyle. This situation brings the concept of energy efficient design to the agenda in the building sector, which has a large share in energy consumption worldwide. With the technological developments, the use of computational design tools is increasing, and energy efficient design solutions are obtained by making performance analyzes of the structures. In line with the energy efficient design approach, the idea of using daylight as an effective element of design is becoming more common day by day. It is aimed to both increase the indoor light quality and reduce the electricity-based lighting energy consumption by making maximum use of daylight in a way to ensure the interior visual comfort conditions in the buildings. The increase in the number and capacity of health buildings, which have intense energy consumption, necessitates applications to reduce lighting energy consumption, which has a significant share in energy consumption in these buildings. In this study, it is aimed to find ways to increase daylight performance in providing interior visual comfort conditions in patient rooms and to guide designers in the early design phase and help them make decisions in the light of the data obtained. For this purpose, a patient room belonging to Gazi University Hospital was taken as an example, 29 scenarios were produced based on the existing window size and location of the patient room, and natural lighting adequacy was examined with the DIALux Evo simulation tool. For each scenario produced, assuming that it is in all four main directions, the illuminance levels were calculated by simulation at the times determined for 21 June and 21 December. The results obtained were analyzed both in terms of meeting the standards and comparatively between the current situation and each other. According to the results obtained from the study, the daylight illumination performance of a building can be increased by 9-56% with the change of window sizes and position. In the light of the results obtained, it has been revealed that the energy efficiency of the buildings can be increased significantly with simple modifications and decisions at the design stage in the newly designed buildings.

Science Code : 80103

Key Words : Health buildings, patient rooms, daylight, natural lighting performance, window size, window position

Page Number : 197

Supervisor : Prof. Dr. Cüneyt KURTAY

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam sırasında danışmanlığımı üstlenerek bana yol gösteren, hiçbir konuda yardımını esirgemeyen, değerli vaktini ayırarak bilgi ve birikimlerini benimle paylaşan, tezimle beraber akademik gelişimime de katkı sağlayan değerli danışmanım Prof. Dr. Cüneyt KURTAY'a göstermiş olduğu sabır ve özveriden dolayı teşekkürü bir borç bilirim. Beraber çalıştığımız süre boyunca olduğu gibi tez sürecim boyunca da desteklerini esirgemeyen ve beni cesaretlendiren mesai arkadaşlarıma teşekkür ederim. Hayatım boyunca her zaman, her konuda en büyük destekçilerim olan ve bana daima cesaret veren sevgili annem Zeynep ŞENGEL, sevgili babam Adem ŞENGEL, sevgili kardeşlerim Halit ŞENGEL ve Gizem ŞENGEL'e sonsuz teşekkür ederim. Son olarak; tez sürecim boyunca her konuda destek olan sevgili eşim Emrah ÇELİK'e verdiği destekler ve gösterdiği sabır için teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xii
RESİMLERİN LİSTESİ	xix
HARİTALARIN LİSTESİ.....	xx
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xxi
1. GİRİŞ.....	1
2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE.....	17
2.1. Binalarda Doğal Aydınlatma Sistemleri	17
2.1.1. Gün ışığı sistemleri	19
2.1.2. Gün ışığı kontrol sistemleri.....	25
2.1.3. Hacim içine giren gün ışığını etkileyen faktörler.....	28
2.2. Sağlık Yapıları ve Hasta Odalarının Tanıtımı	41
2.2.1. Sağlık yapılarının tanımı	42
2.2.2. Hastane tanımı ve hastanelerin sınıflandırılması	43
2.2.3. Hastane bölümleri	44
2.2.4. Hasta odalarının tanımı ve sınıflandırılması	45
2.2.5. Hasta odalarının planlanması	50
2.3. Hasta Odalarında Sağlanması Gerekli Görsel Konfor Koşulları.....	55
2.4. Hasta Odalarında Olması Gereken Aydınlatma Düzenleri.....	61

	Sayfa
2.4.1. Genel aydınlatma	61
2.4.2. Okuma aydınlatması.....	62
2.4.3. Muayene aydınlatması	63
2.4.4. Gece aydınlatması	65
2.4.5. Gözlem aydınlatması.....	66
3. MATERYAL VE METOT.....	69
3.1. G.Ü. Tıp Fakültesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi ve Örnek Hasta Odasının Tanıtımı.....	69
3.2. DIALux Evo Simülasyon Programı	73
3.3. Simülasyonda Kullanılan Girdi Parametrelerinin Belirlenmesi ve DIALux Evo Simülasyon Modelinin Oluşturulması.....	74
3.3.1. Hasta odasının boyutları	75
3.3.2. Hasta odasında kullanılan malzemeler ve yansıtıcılık değerleri.....	77
3.3.3. Pencere boyutu ve dış duvar üzerindeki konumu	78
3.3.4. Cam türü	91
3.3.5. Gölgeleme elemanı	91
3.3.6. Hasta odasının DIALux Evo simülasyon modelinin oluşturulması.....	92
4. BULGULARIN DEĞERLENDİRİLMESİ	97
4.1. CIE Kapalı Gök Modelinde Elde Edilen Verilerin Değerlendirilmesi	97
4.1.1. Aynı boyuttaki pencerelerin duvarın X ve Y eksenlerindeki konumlarına göre değişen aydınlık düzeylerinin değerlendirilmesi.....	99
4.1.2. Aynı konumda, boyutları değişen pencerelerin aydınlık düzeylerinin değerlendirilmesi.....	126
4.1.3. Üretilen tüm senaryoların simülasyonları sonucunda elde edilen aydınlık düzeyleri üzerinden genel değerlendirilmesi.....	137
4.2. CIE Orta Gök Modelinde Elde Edilen Verilerin Değerlendirilmesi	140

Sayfa

4.2.1. Doğu yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin değerlendirilmesi	141
4.2.2. Batı yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin değerlendirilmesi.....	149
4.2.3. Kuzey yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin değerlendirilmesi.....	157
4.2.4. Güney yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin değerlendirilmesi	165
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	173
KAYNAKLAR.....	177
EKLER.....	187
EK-1. Doğu yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE kapalı gök modeli gün ışığı aydınlık düzeyi simülasyon sonuçları	188
EK-2. Batı yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE kapalı gök modeli gün ışığı aydınlık düzeyi simülasyon sonuçları	189
EK-3. Kuzey yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE kapalı gök modeli gün ışığı aydınlık düzeyi simülasyon sonuçları	190
EK-4. Güney yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE kapalı gök modeli gün ışığı aydınlık düzeyi simülasyon sonuçları	191
EK-5. Doğu yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE orta gök modeli gün ışığı aydınlık düzeyi simülasyon sonuçları	192
EK-6. Batı yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE orta gök modeli gün ışığı aydınlık düzeyi simülasyon sonuçları	193
EK-7. Kuzey yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE orta gök modeli gün ışığı aydınlık düzeyi simülasyon sonuçları	194
EK-8. Güney yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE orta gök modeli gün ışığı aydınlık düzeyi simülasyon sonuçları	195
EK-9. CIE kapalı ve orta gök modelinde bütün yönler için yapılan gün ışığı aydınlık düzeyi simülasyonlarının sonuçları.....	196
ÖZGEÇMİŞ	197

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 1.1. Hastanelerde milyar kWh cinsinden nihai enerji tüketimi	2
Çizelge 2.1. Bazı yer örtüsü malzemelerinin ışık yansıtma çarpanları	30
Çizelge 2.2. İç mekân malzemeleri için ışık yansıtma çarpanı önerileri.....	35
Çizelge 2.3. Tek taraflı pencere ile aydınlanan hacimlerde yeterli dış görüş için oda derinliğine bağlı pencere-duvar alanı oranı ilişkisi	37
Çizelge 2.4. Bina türüne göre pencere-duvar oranları.....	37
Çizelge 2.5. Hastane bölümleri ve alt birimler	45
Çizelge 2.6. TS EN 12464-1 standardına göre hasta odalarında sağlanması gerekli görsel koşullar	59
Çizelge 2.7. CIBSE standardına göre hasta odalarında sağlanması gerekli görsel koşullar.....	59
Çizelge 2.8. IESNA tarafından yayınlanan aydınlık kategorileri	60
Çizelge 2.9. Aydınlatma standartlarının karşılaştırılması	60
Çizelge 2.10. TS EN 17037 standardına göre düşey pencereler aracılığıyla hacimlerde gün ışığından yararlanmaya yönelik aydınlık düzeyi değerleri	61
Çizelge 3.1. Hasta odasında kullanılan malzeme yansıtıcılık değerleri	78
Çizelge 3.2. Pencere boyutları ve dış duvar üzerindeki yerleri ile ilgili senaryolar	82
Çizelge 3.3. Oluşturulan alternatif pencerelere ait kodlama sistemi	88
Çizelge 4.1. Hasta odasının mevcut durumunun dört ana yön için yapılan doğal aydınlatma simülasyonlarının sonuçları	98
Çizelge 4.2. Pencere-duvar oranı %22 olan 180cm x 140cm boyutlarındaki pencerenin duvarın X eksenindeki değişen konumlarına göre üretilen senaryoların doğal aydınlık düzeyi simülasyon sonuçları	99
Çizelge 4.3. Pencere-duvar oranı %16 olan 180cm x 100cm boyutlarındaki pencerenin duvarın X eksenindeki değişen konumlarına göre üretilen senaryoların doğal aydınlık düzeyi simülasyon sonuçları	102

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.4. Pencere-duvar oranı %11 olan 180cm x 70cm boyutlarındaki pencerenin duvarın X eksenini üzerindeki değişen konumlarına göre üretilen senaryoların doğal aydınlık düzeyi simülasyon sonuçları	105
Çizelge 4.5. Pencere-duvar oranı %8 olan 180cm x 50cm boyutlarındaki pencerenin duvarın X eksenini üzerindeki değişen konumlarına göre üretilen senaryoların doğal aydınlık düzeyi simülasyon sonuçları	107
Çizelge 4.6. Pencere-duvar oranı %30 olan 180cm x 185cm boyutlarındaki pencerenin duvarın X eksenini üzerindeki değişen konumlarına göre üretilen senaryoların doğal aydınlık düzeyi simülasyon sonuçları	109
Çizelge 4.7. Pencere-duvar oranı %35 olan 180cm x 220cm boyutlarındaki pencerenin duvarın X eksenini üzerindeki değişen konumlarına göre üretilen senaryoların doğal aydınlık düzeyi simülasyon sonuçları	111
Çizelge 4.8. Pencere-duvar oranı %22 olan 180cm x 140cm boyutlarındaki pencerenin duvarın Y eksenini üzerindeki değişen konumlarına göre üretilen senaryoların doğal aydınlık düzeyi simülasyon sonuçları	114
Çizelge 4.9. Pencere-duvar oranı %16 olan 130cm x 140cm boyutlarındaki pencerenin duvarın Y eksenini üzerindeki değişen konumlarına göre üretilen senaryoların doğal aydınlık düzeyi simülasyon sonuçları	116
Çizelge 4.10. Pencere-duvar oranı %11 olan 90cm x 140cm boyutlarındaki pencerenin duvarın Y eksenini üzerindeki değişen konumlarına göre üretilen senaryoların doğal aydınlık düzeyi simülasyon sonuçları	118
Çizelge 4.11. Pencere-duvar oranı %8 olan 60cm x 140cm boyutlarındaki pencerenin duvarın Y eksenini üzerindeki değişen konumlarına göre üretilen senaryoların doğal aydınlık düzeyi simülasyon sonuçları	120
Çizelge 4.12. Pencere-duvar oranı %26 olan 210cm x 140cm boyutlarındaki pencerenin duvarın Y eksenini üzerindeki değişen konumlarına göre üretilen senaryoların doğal aydınlık düzeyi simülasyon sonuçları	122
Çizelge 4.13. Pencere-duvar oranı %30 olan 240cm x 140cm boyutlarındaki pencerenin duvarın Y eksenini üzerindeki değişen konumlarına göre üretilen senaryoların doğal aydınlık düzeyi simülasyon sonuçları	124
Çizelge 4.14. Duvarın X ve Y eksenlerinin merkezinde olan ve boyutları değişen pencerelerin doğal aydınlatma simülasyon sonuçları	127
Çizelge 4.15. Duvarın X ekseninin üzerinde olan ve boyutları değişen pencerelerin doğal aydınlatma simülasyon sonuçları	130
Çizelge 4.16. Duvarın X ekseninin altında olan ve boyutları değişen pencerelerin doğal aydınlatma simülasyon sonuçları	132

Çizelge 4.17. Duvarın Y ekseninde yana kaydırılan ve boyutları değişen pencerelerin doğal aydınlatma simülasyon sonuçları	135
---	-----



ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. Hastanelerde kullanım türüne göre nihai enerji tüketimi	3
Şekil 1.2. Yıllara ve sektörlerle göre hastane yatağı sayısı.....	3
Şekil 1.3. Tez akış şeması	10
Şekil 2.1. Gün ışığı penetrasyonunun izo-kontur eğrileri	20
Şekil 2.2. Çatı pencerelerinin gün ışığı dağılımına etkisi	21
Şekil 2.3. Işık rafı çalışma prensibi.....	22
Şekil 2.4. Gelen güneş ışığını yeniden yönlendiren bir yan pencereye yerleştirilmiş prizmatik panel.....	23
Şekil 2.5. Holografik optik eleman sistemi ile gün ışığının yönlendirilmesi.....	23
Şekil 2.6. İki anidolik kolektör elemanı, bir ışık kanalı ve bir distribütör elemanından oluşan anidolik tavan sistemi	24
Şekil 2.7. Lazer kesim panel uygulaması.....	25
Şekil 2.8. Çeşitli tiplerdeki gölgeleme elemanlarının 2D ve 3D şematik gösterimleri...	27
Şekil 2.9. Engel açısının, engel uzaklığı ve engel yüksekliğine göre değişimi	31
Şekil 2.10. Bina formunun gün ışığı üzerindeki etkisi.....	33
Şekil 2.11. Gün ışığı aydınlık düzeyinde pencere yüksekliği ve hacim derinliğinin etkisi	34
Şekil 2.12. Gün ışığı çarpanının pencerenin yüksekliği ve odanın derinliğine göre değişimi.....	38
Şekil 2.13. Farklı pencere konumlarına göre değişen gün ışığı dağılımları	38
Şekil 2.14. Yan yüzeylerin yansıtıcılığının etkisiyle mekân içerisinde gün ışığı dağılımının artırılması.....	39
Şekil 2.15. Pencerenin konumlandırıldığı yere bağlı olarak yan duvarlardan yansıyan ışık nedeniyle yan duvarlarda meydana gelen parıltı miktarı	39
Şekil 2.16. Spektral camların çeşitlerine göre ışık geçirgenlikleri	41
Şekil 2.17. Hastane hizmet dağılım şeması ve yüzdelik payları.....	46

Şekil	Sayfa
Şekil 2.18. Hasta odası bölümleri	51
Şekil 2.19. Tek kişilik hasta odasının yapılandırılma diyagramı.....	52
Şekil 2.20. Yatak odası, klinik destek ve WC/duş alanı ile tek kişilik hasta odası.....	52
Şekil 2.21. Tek ve iki kişilik hasta yatak odası örneği.....	53
Şekil 2.22. Bilkent Şehir Hastanesi tek kişilik hasta odası ölçüleri ve bölümleri	54
Şekil 2.23. Yatan hastanın aktivite ve okuma alanı	63
Şekil 2.24. Hasta yatak başı ünitesi okuma ve muayene aydınlatması.....	64
Şekil 2.25. Gece aydınlatması için gerekli aydınlık düzeylerinin şematik gösterimi.....	66
Şekil 3.1. D1 blok 9.kata ait kat planı.....	72
Şekil 3.2. Hasta odasının plan ve ölçüleri.....	76
Şekil 3.3. Hasta odasının kesiti	77
Şekil 3.4. Hasta odasına ait mevcut pencere boyutları ve dış duvar üzerindeki yeri.....	80
Şekil 3.5. Hasta odasına ait mevcut pencerenin boyutları	81
Şekil 3.6. Alan çalışmasında kullanılan hasta odasının mevcut durumunun DIALux Evo programında modellenmesi / dış cephe tarafından bakış	92
Şekil 3.7. Alan çalışmasında kullanılan hasta odasının mevcut durumunun DIALux Evo programında modellenmesi / koridor tarafından bakış.....	93
Şekil 3.8. Hasta odasında simülasyonlarda hesaplamaların yapıldığı çalışma düzlemi .	96
Şekil 4.1. CIE kapalı gök modelinde 180cm x 140cm boyutlarındaki pencerenin 21 Haziran 12.00'de duvarın X eksenini üzerindeki konumuna göre değişen doğal aydınlık düzeyleri.....	100
Şekil 4.2. CIE kapalı gök modelinde 180cm x 140cm boyutlarındaki pencerenin 21 Aralık 12.00'de duvarın X eksenini üzerindeki konumuna göre değişen doğal aydınlık düzeyleri.....	101
Şekil 4.3. W180xH140-XcYc-SH90 için 21 Haziran 12.00'de hacim içerisinde oluşan doğal aydınlık düzeyinin renksel dağılımı	101
Şekil 4.4. CIE kapalı gök modelinde 180cm x 100cm boyutlarındaki pencerenin 21 Haziran 12.00'de duvarın X eksenini üzerindeki konumuna göre değişen doğal aydınlık düzeyleri.....	103

Şekil	Sayfa
Şekil 4.5. CIE kapalı gök modelinde 180cm x 100cm boyutlarındaki pencerenin 21 Aralık 12.00'de duvarın X eksenini üzerindeki konumuna göre değişen doğal aydınlık düzeyleri.....	104
Şekil 4.6. CIE kapalı gök modelinde 180cm x 70cm boyutlarındaki pencerenin 21 Haziran 12.00'de duvarın X eksenini üzerindeki konumuna göre değişen doğal aydınlık düzeyleri.....	106
Şekil 4.7. CIE kapalı gök modelinde 180cm x 70cm boyutlarındaki pencerenin 21 Aralık 12.00'de duvarın X eksenini üzerindeki konumuna göre değişen doğal aydınlık düzeyleri.....	106
Şekil 4.8. CIE kapalı gök modelinde 180cm x 50cm boyutlarındaki pencerenin 21 Haziran 12.00'de duvarın X eksenini üzerindeki konumuna göre değişen doğal aydınlık düzeyleri.....	108
Şekil 4.9. CIE kapalı gök modelinde 180cm x 50cm boyutlarındaki pencerenin 21 Aralık 12.00'de duvarın X eksenini üzerindeki konumuna göre değişen doğal aydınlık düzeyleri.....	108
Şekil 4.10. CIE kapalı gök modelinde 180cm x 185cm boyutlarındaki pencerenin 21 Haziran 12.00'de duvarın X eksenini üzerindeki konumuna göre değişen doğal aydınlık düzeyleri.....	110
Şekil 4.11. CIE kapalı gök modelinde 180cm x 185cm boyutlarındaki pencerenin 21 Aralık 12.00'de duvarın X eksenini üzerindeki konumuna göre değişen doğal aydınlık düzeyleri.....	110
Şekil 4.12. CIE kapalı gök modelinde 180cm x 220cm boyutlarındaki pencerenin 21 Haziran 12.00'de duvarın X eksenini üzerindeki konumuna göre değişen doğal aydınlık düzeyleri.....	112
Şekil 4.13. CIE kapalı gök modelinde 180cm x 220cm boyutlarındaki pencerenin 21 Aralık 12.00'de duvarın X eksenini üzerindeki konumuna göre değişen doğal aydınlık düzeyleri.....	112
Şekil 4.14. CIE kapalı gök modelinde 180cm x 140cm boyutlarındaki pencerenin 21 Haziran 12.00'de duvarın Y eksenini üzerindeki konumuna göre değişen doğal aydınlık düzeyleri.....	115
Şekil 4.15. CIE kapalı gök modelinde 180cm x 140cm boyutlarındaki pencerenin 21 Aralık 12.00'de duvarın Y eksenini üzerindeki konumuna göre değişen doğal aydınlık düzeyleri.....	115
Şekil 4.16. CIE kapalı gök modelinde 130cm x 140cm boyutlarındaki pencerenin 21 Haziran 12.00'de duvarın Y eksenini üzerindeki konumuna göre değişen doğal aydınlık düzeyleri.....	117

Şekil	Sayfa
Şekil 4.17. CIE kapalı gök modelinde 130cm x 140cm boyutlarındaki pencerenin 21 Haziran 12.00’de duvarın Y eksenini üzerindeki konumuna göre değişen doğal aydınlık düzeyleri.....	117
Şekil 4.18. CIE kapalı gök modelinde 90cm x 140cm boyutlarındaki pencerenin 21 Haziran 12.00’de duvarın Y eksenini üzerindeki konumuna göre değişen doğal aydınlık düzeyleri.....	119
Şekil 4.19. CIE kapalı gök modelinde 90cm x 140cm boyutlarındaki pencerenin 21 Aralık 12.00’de duvarın Y eksenini üzerindeki konumuna göre değişen doğal aydınlık düzeyleri.....	119
Şekil 4.20. CIE kapalı gök modelinde 60cm x 140cm boyutlarındaki pencerenin 21 Haziran 12.00’de duvarın Y eksenini üzerindeki konumuna göre değişen doğal aydınlık düzeyleri.....	121
Şekil 4.21. CIE kapalı gök modelinde 60cm x 140cm boyutlarındaki pencerenin 21 Aralık 12.00’de duvarın Y eksenini üzerindeki konumuna göre değişen doğal aydınlık düzeyleri.....	121
Şekil 4.22. CIE kapalı gök modelinde 210cm x 140cm boyutlarındaki pencerenin 21 Haziran 12.00’de duvarın Y eksenini üzerindeki konumuna göre değişen doğal aydınlık düzeyleri.....	123
Şekil 4.23. CIE kapalı gök modelinde 210cm x 140cm boyutlarındaki pencerenin 21 Aralık 12.00’de duvarın Y eksenini üzerindeki konumuna göre değişen doğal aydınlık düzeyleri.....	123
Şekil 4.24. CIE kapalı gök modelinde 240cm x 140cm boyutlarındaki pencerenin 21 Haziran 12.00’de duvarın Y eksenini üzerindeki konumuna göre değişen doğal aydınlık düzeyleri.....	125
Şekil 4.25. CIE kapalı gök modelinde 240cm x 140cm boyutlarındaki pencerenin 21 Aralık 12.00’de duvarın Y eksenini üzerindeki konumuna göre değişen doğal aydınlık düzeyleri.....	125
Şekil 4.26. CIE kapalı gök modelinde X ve Y eksenlerinin merkezinde olan pencerelerin 21 Haziran 12.00’de boyutlarının değişmesine bağlı olarak değişen doğal aydınlık düzeyleri	128
Şekil 4.27. CIE kapalı gök modelinde X ve Y eksenlerinin merkezinde olan pencerelerin 21 Aralık 12.00’de boyutlarının değişmesine bağlı olarak değişen doğal aydınlık düzeyleri	129
Şekil 4.28. CIE kapalı gök modelinde X ekseninin üzerinde olan pencerelerin 21 Haziran 12.00’de boyutlarının değişmesine bağlı olarak değişen doğal aydınlık düzeyleri.....	131

Şekil	Sayfa
Şekil 4.29. CIE kapalı gök modelinde X ekseninin üzerinde olan pencerelerin 21 Aralık 12.00’de boyutlarının değişmesine bağlı olarak değişen doğal aydınlık düzeyleri.....	131
Şekil 4.30. CIE kapalı gök modelinde X ekseninin altında olan pencerelerin 21 Haziran 12.00’de boyutlarının değişmesine bağlı olarak değişen doğal aydınlık düzeyleri.....	133
Şekil 4.31. CIE kapalı gök modelinde X ekseninin altında olan pencerelerin 21 Aralık 12.00’de boyutlarının değişmesine bağlı olarak değişen doğal aydınlık düzeyleri.....	134
Şekil 4.32. CIE kapalı gök modelinde Y ekseninde yana kaydırılan pencerelerin 21 Haziran 12.00’de boyutlarının değişmesine bağlı olarak değişen doğal aydınlık düzeyleri.....	136
Şekil 4.33. CIE kapalı gök modelinde Y ekseninde yana kaydırılan pencerelerin 21 Aralık 12.00’de boyutlarının değişmesine bağlı olarak değişen doğal aydınlık düzeyleri.....	136
Şekil 4.34. Doğu yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin 21 Haziran 12.00 için CIE kapalı gök modelinde elde edilen aydınlık düzeylerinin oda derinliğine göre değişimi	138
Şekil 4.35. Doğu yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin 21 Aralık 12.00 için CIE kapalı gök modelinde elde edilen aydınlık düzeylerinin oda derinliğine göre değişimi	139
Şekil 4.36. Doğu yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE orta gök modelinde 21 Haziran 9.00’da oda derinliğine göre değişen doğal aydınlık düzeyleri.....	142
Şekil 4.37. Doğu yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE orta gök modelinde 21 Haziran 12.00’de oda derinliğine göre değişen doğal aydınlık düzeyleri.....	143
Şekil 4.38. Doğu yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE orta gök modelinde 21 Haziran 16.00’da oda derinliğine göre değişen doğal aydınlık düzeyleri.....	144
Şekil 4.39. Doğu yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE orta gök modelinde 21 Aralık 9.00’da oda derinliğine göre değişen doğal aydınlık düzeyleri....	146
Şekil 4.40. Doğu yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE orta gök modelinde 21 Aralık 12.00’de oda derinliğine göre değişen doğal aydınlık düzeyleri..	147

Şekil	Sayfa
Şekil 4.41. Doğu yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE orta gök modelinde 21 Aralık 16.00’da oda derinliğine göre değişen doğal aydınlık düzeyleri..	148
Şekil 4.42. Batı yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE orta gök modelinde 21 Haziran 9.00’da oda derinliğine göre değişen doğal aydınlık düzeyleri .	150
Şekil 4.43. Batı yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE orta gök modelinde 21 Haziran 12.00’de oda derinliğine göre değişen doğal aydınlık düzeyleri.....	151
Şekil 4.44. Batı yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE orta gök modelinde 21 Haziran 16.00’da oda derinliğine göre değişen doğal aydınlık düzeyleri.....	152
Şekil 4.45. Batı yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE orta gök modelinde 21 Aralık 9.00’da oda derinliğine göre değişen doğal aydınlık düzeyleri....	154
Şekil 4.46. Batı yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE orta gök modelinde 21 Aralık 12.00’de oda derinliğine göre değişen doğal aydınlık düzeyleri..	155
Şekil 4.47. Batı yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE orta gök modelinde 21 Aralık 16.00’da oda derinliğine göre değişen doğal aydınlık düzeyleri..	156
Şekil 4.48. Kuzey yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE orta gök modelinde 21 Haziran 9.00’da oda derinliğine göre değişen doğal aydınlık düzeyleri.....	158
Şekil 4.49. Kuzey yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE orta gök modelinde 21 Haziran 12.00’de oda derinliğine göre değişen doğal aydınlık düzeyleri.....	159
Şekil 4.50. Kuzey yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE orta gök modelinde 21 Haziran 16.00’da oda derinliğine göre değişen doğal aydınlık düzeyleri.....	160
Şekil 4.51. Kuzey yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE orta gök modelinde 21 Aralık 9.00’da oda derinliğine göre değişen doğal aydınlık düzeyleri.....	162
Şekil 4.52. Kuzey yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE orta gök modelinde 21 Aralık 12.00’de oda derinliğine göre değişen doğal aydınlık düzeyleri.....	163
Şekil 4.53. Kuzey yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE orta gök modelinde 21 Aralık 16.00’da oda derinliğine göre değişen doğal aydınlık düzeyleri.....	164

Şekil	Sayfa
Şekil 4.54. Güney yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE orta gök modelinde 21 Haziran 9.00’da oda derinliğine göre değişen doğal aydınlık düzeyleri.....	166
Şekil 4.55. Güney yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE orta gök modelinde 21 Haziran 12.00’de oda derinliğine göre değişen doğal aydınlık düzeyleri.....	167
Şekil 4.56. Güney yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE orta gök modelinde 21 Haziran 16.00’da oda derinliğine göre değişen doğal aydınlık düzeyleri.....	168
Şekil 4.57. Güney yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE orta gök modelinde 21 Aralık 9.00’da oda derinliğine göre değişen doğal aydınlık düzeyleri.....	170
Şekil 4.58. Güney yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE orta gök modelinde 21 Aralık 12.00’de oda derinliğine göre değişen doğal aydınlık düzeyleri.....	171
Şekil 4.59. Güney yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE orta gök modelinde 21 Aralık 16.00’da oda derinliğine göre değişen doğal aydınlık düzeyleri.....	172

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 2.1. Mekân içerisinde kullanılan gölgeleme elemanları örnekleri (a-klasik perde, b-stor perde, c-jaluzi, d-dikey perde)	26
Resim 2.2. Kayseri Şehir Hastanesi tek kişilik hasta odası.....	49
Resim 2.3. Bilkent Şehir Hastanesi iki kişilik hasta odası ve perde paravan kullanımı .	50
Resim 2.4. Hasta odası yatak başı ünitesinde bulunan muayene aydınlatması	65
Resim 3.1. Çalışılacak sağlık yapısının konumu	69
Resim 3.2. Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi	70
Resim 3.3. G.Ü. Tıp Fakültesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi D1 ve D2 blokları .	71
Resim 3.4. Hasta odasının enlem, boylam, saat dilimi ve kuzey yönü bilgilerinin DIALux Evo programına girilmesi.....	93
Resim 3.5. Hasta odasına ait malzeme verilerinin DIALux Evo programına girilmesi .	94
Resim 3.6. Gün ışığı aydınlık düzeyi hesaplamaları yapılırken gök modeli, tarih ve saat bilgilerinin DIALux Evo programına girilmesi.....	95

HARİTALARIN LİSTESİ

Harita	Sayfa
Harita 2.1. Türkiye'nin yıllık güneşlenme süresi haritası	29



SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

Açıklamalar

°	Derece
'	Dakika
%	Yüzde
<	Küçüktür
≤	Küçük eşittir
≥	Büyük eşittir
mm	Milimetre
cm	Santimetre
m	Metre
m ²	Metrekare
cd/m ²	Metrekare başına düşen kandela değeri
kWh	Kilowatt saat
lx	Lux
vb.	Ve benzeri
yy.	Yüzyıl

Kısaltmalar

Açıklamalar

3D	Üç boyutlu
AIA	American Institute of Architects
ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
CAD	Computer Aided Design
CEN	European Committee for Standardization
CIBSE	Chartered Institution of Building Services Engineers
CIE	International Commission on Illumination
CRI	Color Rendering Index

Kısaltmalar**Açıklamalar**

DF	Daylight Factor
EIA	Energy Information Administration
IESNA	Illuminating Engineering Society of North America
NHS	National Health Service
T.C.	Türkiye Cumhuriyeti
TDK	Türk Dil Kurumu
TS	Türk Standardı
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
UGR	Unified Glare Rating
VT	Visible Transmittance
W	Window
WFR	Window to Floor Ratio
WHO	World Health Organization
WWR	Window to Wall Ratio

1. GİRİŞ

Sağlık ve hastalık kavramları hem bireysel hem de toplumsal yaşantımızda yer edinmiş önemli kavramlardır. Sağlık hizmetlerinin verildiği yerler olan sağlık yapıları; hasta, yaralı veya sağlıklı bütün insanların muayene, tedavi ve kontrol amaçlı geldikleri yapılar olarak en önemli yapı gruplarını oluşturmaktadır. Ülkemizde mevcut sağlık sistemimize göre sağlık yapıları; sağlık merkezleri, sağlık ocakları ve hastanelerden oluşmaktadır. Bu yapı gruplarından olan hastaneler, sağlık sisteminin temelini oluşturmakta ve yataklı tedavi kurumları olarak sağlık hizmetlerinin önemli bir grubunu sağlamaktadır.

Dünya Sağlık Örgütü (*WHO-World Health Organization*) tarafından hastaneler, “Bir hastalık veya yaralanmadan muzdarip veya muzdarip olduğundan şüphelenilen kişiler ve hamileler için gözlemsel, teşhis, tedavi ve rehabilitasyon hizmetlerinden oluşan kısa ve uzun süreli tıbbi bakım sağlayan bir yatılı kuruluştur.” şeklinde tanımlanmakta (WHO, 1964: 8) ve hastanelerin özellikle yataklı tedavi kurumları olduğu vurgulanmaktadır.

Hastanelerin yataklı tedavi bölümlerini oluşturan hasta odaları; hastaların bir müddet yatarak tedavi gördüğü, bakımının yapıldığı ve tedavi süreci boyunca dinlenme, beslenme, temizlenme gibi ihtiyaçlarını da karşıladığı mahallerdir. Hastane hizmet dağılımına bakıldığında zaman Önal’a göre hastane bütünüünün yaklaşık %40’ını (Önal ve Önal, 2000), Karamustafa’ya göre ise %30’unu (Karamustafa, 2012) hasta odaları oluşturmaktadır. Bu bakımdan ele alındığında hasta yatak odaları bulundurduğu yatak sayısı ile hastanelerin kapasitelerini belirleyen mahallerdir.

Ülkemizde son dönemin önemli gelişmelerinden birisi olan “Şehir Hastaneleri” büyük şehirlerdeki sağlık sorunlarına çözüm olması amacıyla daha modern, daha işlevli ve daha büyük yapılar olarak 2017 yılından itibaren hayatımıza girmiştir. Bu tarihten itibaren hastane yapıları tekrar gündeme gelerek güncel bir konu halini almıştır. Şehir hastanelerinin önemli özelliklerinden bir tanesi, bu tesislerin yüksek kapasitede hizmet sunma özellikleridir. Örneğin, Mersin Şehir Hastanesi 1300 (URL-1), Ankara Şehir Hastanesi 3810 (URL-2) ve Etlik Şehir Hastanesi 3577 (URL-3) yatak kapasitesine sahiptir.

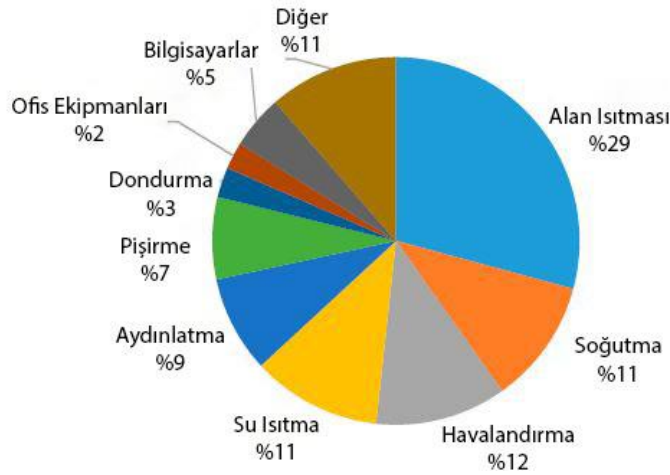
19. yy.da gerçekleşen endüstri devrimi sonrasında teknolojik gelişmelere ve yaşam biçiminin değişmesine bağlı olarak günümüzde enerji tüketimi gün geçtikçe artmaktadır.

Mevcut enerji kaynaklarının kısıtlı olması ve çevreye olan olumsuz etkileri enerji tüketiminde oldukça büyük bir paya sahip olan yapı sektöründe “Enerji Etkin Tasarım” anlayışını gündeme getirmiştir. Günümüzde enerji kaynaklarının giderek azalmasına bağlı olarak yapının enerji tüketiminin en aza indirgenmesi, kullanıcıların ısı ve görsel performansının konfor düzeyinde tutulması önem kazanmıştır.

Dünya genelinde yapıların enerji tüketim payları incelendiğinde sağlık yapılarının geleneksel ticari binalardan çok daha yoğun enerji tüketimine sahip olduğu görülmektedir. Ticari bina toplam alanının yaklaşık %7,4’ünü oluşturan sağlık yapılarının sayısının 2003 yılından bu yana %33,9 artış gösterdiği Amerika Birleşik Devletleri’nde sağlık yapılarının enerji tüketimi bu alandaki toplam enerji tüketiminin yaklaşık %10,3’ünü oluşturmaktadır (URL-4). Çizelge 1.1 ve Şekil 1.1’de görüldüğü gibi EIA (Energy Information Administration) araştırmalarına göre sağlık yapılarında aydınlatmanın toplam enerji tüketimindeki payı yaklaşık %9 iken, elektrik tüketimindeki payı %16’lara ulaşmaktadır (Bawaneh ve diğerleri, 2019). Bu durum sağlık yapılarında enerji verimliliği ve sürdürülebilirlik konularını çok daha önemli hale getirmektedir.

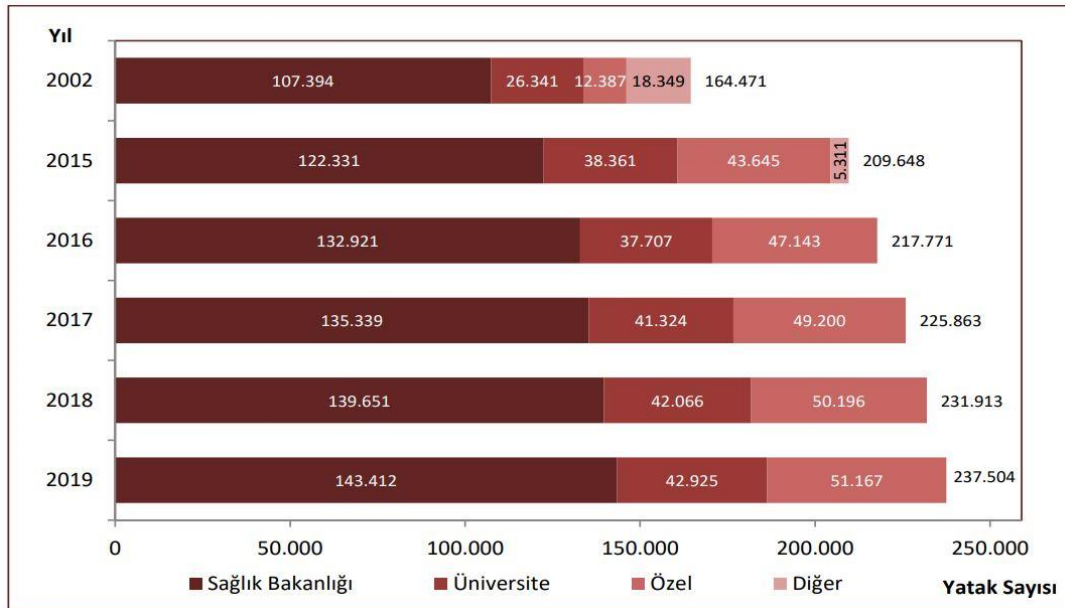
Çizelge 1.1. Hastanelerde milyar kWh cinsinden nihai enerji tüketimi (Bawaneh ve diğerleri, 2019)

	Toplam	Alan Isıtması	Soğutma	Havalandırma	Su Isıtma	Aydınlatma	Pişirme	Dondurma	Ofis Ekipmanları	Bilgisayarlar	Diğer
Elektrik	107	1,17	20,22	24,03	293	17,88	2,35	5,57	4,98	9,96	20,52
Doğalgaz	77,6	46,6	-	-	17,88	-	9,38	-	-	-	3,52
Toplam Ana Yakıt	210,4	61,5	23,15	24,32	24,03	17,88	15,24	5,57	4,98	9,96	24,03



Şekil 1.1. Hastanelerde kullanım türüne göre nihai enerji tüketimi (Bawaneh ve diğerleri, 2019)

Türkiye’de giderek büyüme gösteren sağlık yapıları, binalar kategorisinde T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı’nın referans göstergelerine göre enerji tüketimi bakımından alışveriş merkezlerinden sonra ikinci sırada yer almaktadır (Barsbay, 2021). 2017 yılından itibaren önemli gelişmelerden birisi olan şehir hastaneleriyle birlikte hastanelerin kapasitelerinin artış göstermeye devam ettiği görülmektedir. Şekil 1.2’de T.C. Sağlık Bakanlığı Sağlık İstatistikleri Yıllığı 2019 yılı verilerine göre hasta yatağı sayısında son bir yılda %2,4 artış olduğu görülmektedir (Başara ve diğerleri, 2021: 114)



Şekil 1.2. Yıllara ve sektörlere göre hastane yatağı sayısı (Başara ve diğerleri, 2021: 114)

Gelişen teknoloji, artan nüfus ve sağlığa olan önemin artmasıyla birlikte insanların fiziksel ve psikolojik ihtiyaçlarına tıbbi teknolojik gelişmeler doğrultusunda cevap verebilmek için günümüzde sağlık yapılarının; minimum 60 000 m²lik alanlara yerleştiği, yapı yüzeyinin %10'luk bölümünde doğal aydınlatmanın sağlanabildiği, yüksek enerji ve su tüketimine sahip kesintisiz hizmet veren yapılar haline dönüştüğü görülmektedir (Soysal, 2014).

Sağlık yapılarının kapasitelerinin her geçen gün artış göstermesiyle beraber bu alanlarda enerji verimliliği konusu güncel bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır. Şehir hastaneleriyle beraber artış gösteren ve hastanelerin 24 saat kesintisiz kullanılan alanları olan hasta odalarının aydınlatma enerji tüketim payları oldukça yüksektir. Yapılan çalışmalar hastalar üzerindeki olumlu fizyolojik ve psikolojik etkileri kanıtlanan gün ışığının hasta odalarının doğal aydınlatmasında daha etkili kullanılmasıyla elektrik kaynaklı yapay aydınlatma enerji yüklerinin azaltılabileceğini göstermektedir.

Sağlık yapılarında yapay aydınlatma kaynaklı enerji tüketiminin azaltılabilmesi için en uygun mahaller hasta odalarıdır. Ameliyathane, yoğun bakım, acil servis, laboratuvarlar, vb. birçok hastane bölümü ele alındığında yönetmelik ve standartlar gereği doğal aydınlatmanın sınırlandırıldığı ya da tamamen yapay aydınlatma istenildiği görülmektedir. Bu durumun aksine hasta odalarında doğal aydınlatmaya öncelik verilmekte ve hem doğal aydınlatma hem de hastaların dış ortam ile bağ kurabilmeleri için yönetmeliklerle belirlenen boyutlarda pencere olması zorunlu tutulmaktadır.

Bu veriler çerçevesinde çalışma kapsamında, aydınlatma enerji yönetimi bağlamında sağlık yapılarında bulunan hasta odalarında doğal aydınlatma ele alınmış ve yapılan çalışma ile doğal aydınlatma için gerekli optimum pencere boyutları ve konumu araştırılmıştır.

Araştırmanın önemi

Hasta odaları, hastanelerin 7 gün 24 saat kesintisiz olarak kullanılan hedef mahalleri olup uykudan temizliğe kadar uzanan farklı eylemlerin gerçekleştirildiği, esnek aydınlatma tasarımı gerektiren çok işlevli mekânlardır. Hasta bakımının düzgün şekilde yapılabilmesi ve hastanın oda içerisindeki gereksinimlerini rahat bir şekilde karşılayabilmesi görsel konfor koşullarının sağlanmasına bağlıdır.

Bugüne kadar yapılan çalışmalar ve yayınlanan istatistiki raporlar ele alındığında yapılarda aydınlatma kaynaklı enerji tüketiminin yüksek olduğu görülmektedir. Yapılan gün ışığı çalışmaları, uygun gün ışığı tasarımı ile elektrik kaynaklı yapay aydınlatma tüketiminin %50 ile %80 aralığında azaltılabileceğini göstermektedir (Bodart ve De Herde, 2002).

Çalışma kapsamında, aydınlatmanın oldukça önemli olduğu hasta odalarında görsel konfor koşullarını sağlayacak şekilde pencere boyutları ve konumu üzerinden gün ışığının doğal aydınlatmada kullanımının artırılmasıyla yapay aydınlatma yüklerinin ne oranda azaltılabileceği sorgulanmıştır. Yapılan çalışma, enerji tüketimi yüksek olan hastanelerde genel enerji tüketimi içindeki yapay aydınlatma kaynaklı enerji tüketimlerinin azaltılabilmesi yönünde yol gösterici olabilecek ve bu yolla hem enerji etkin yapı tasarımı bakımından tasarımcılara hem de ekonomik anlamda hastane yönetimlerine katkı sağlayabilecektir.

Araştırmanın amacı

Bu tez çalışmasıyla, insanlar üzerinde fizyolojik ve psikolojik etkileri bilinen doğal aydınlatma konusunda teknik kavramları açıklayarak, hasta odalarında gerekli olan iç mekân görsel konfor koşullarının sağlanmasında pencerelerin boyutları ve konumları üzerinden gün ışığı performansını artırmanın yollarını bulmak, elde edilen veriler ışığında mevcut yapıların gün ışığı performanslarını iyileştirecek ve yeni tasarlanacak yapılarda erken tasarım aşamasında tasarımcılara yol gösterecek kılavuz bir çalışma oluşturmak ve doğal aydınlatma konusunda bir çerçeve sunmak amaçlanmaktadır.

Bu amaç doğrultusunda öncelikle geniş bir literatür taraması yapılarak kavramsal altyapı oluşturulması hedeflenmiş ve konu ile ilgili hem yurt içi hem de yurt dışında yapılmış tezler, makaleler, bildiriler ve çeşitli kurumlar tarafından yayınlanmış standartlar, yönetmelikler, kılavuzlar, vb. incelenmiştir. Literatür çalışması yoluyla sağlık yapılarında doğal aydınlatma ile ilgili yapılan çalışmalar incelenerek konu ile ilgili eksiklikler belirlenmiştir. İncelemeler neticesinde yapılan tez çalışmasıyla çalışmalarda eksik olduğu belirlenen hasta odalarının doğal aydınlatması konusu, doğal aydınlatmanın önemli parametrelerini oluşturan pencerelerin boyutları ve konumları üzerinden ele alınmış, dört ana yön üzerinden değerlendirmeler yapılarak çalışmanın tasarımcılara daha geniş alanda yol gösterici olması hedeflenmiştir.

Araştırmanın sorusu ve hipotez

Hasta odalarının tasarımında en önemli etken gerekli fiziksel konfor koşullarının sağlanmasıdır. Bu bağlamda görsel konfor koşullarının sağlanması, doğru teşhis ve tedavinin uygulanması ve hastaların iyileşme süreçlerine olan fizyolojik ve psikolojik katkıları bakımından en önemli konulardan birini oluşturmaktadır. Oluşturulacak aydınlatma düzenleri ile görsel konfor koşulları sağlanırken çevresel etki ve enerji verimliliği de sağlanmalıdır.

Bu bağlamda “Hasta odalarının tasarımında yönle göre uygun pencere boyutları ve konumlarıyla gerekli görsel konfor koşullarının sağlanmasında gün ışığının etkin kullanımı ve elektrik kaynaklı yapay aydınlatma yüklerinin azaltılması sağlanabilir mi?” sorusu çalışmanın motivasyonunu oluşturmuştur. Bu çerçevede çalışmada “Hasta odalarında yönle göre uygun pencere boyutları ve konumları ile gün ışığı enerji bağlamında etkin kullanılabilir ve yapay aydınlatma yükleri azaltılabilir.” hipotezi sorgulanmıştır.

Araştırmanın sınırlılıkları ve varsayımlar

Araştırma kapsamında yürütülen çalışma “görsel konfor koşullarının sağlanması” ve “aydınlatma enerji yönetimi” konuları çerçevesinde sınırlandırılmıştır. Isıtma-soğutma, havalandırma, ses kontrolü ve mahremiyet konuları çalışma alanı dışında tutulmuştur.

Gelişen teknoloji ile birlikte binaların tasarım ve yapım aşamalarında geometrik modelleme yoluyla bina performans simülasyonlarının yapılabilmesini olanaklı kılan birçok yazılım aracı bulunmaktadır. Tez çalışması kapsamında hem gün ışığı aydınlık değeri hem de gün ışığı faktörü verilerinin birlikte elde edilebilmesinden ve simülasyonların hızlı yapılabilmesinden dolayı DIALux Evo simülasyon programı kullanılmıştır.

Sağlık yapılarının sayısının her geçen gün artış göstermesi ve bu yapıların enerji tüketimindeki paylarının yüksek olması ve literatür taraması neticesinde doğal aydınlatma konusunda sağlık yapıları üzerine çok fazla çalışmanın yapılmadığı göz önüne alınarak çalışma kapsamında sağlık yapıları incelenmiştir. Hastane içerisinde çalışılacak alan olarak ise hastanelerin kapasitelerini belirlemeleri ve gün boyu kesintisiz olarak kullanılmaları bakımından hasta odaları ele alınmıştır. Çalışma alanı olarak Ankara ili seçilmiştir.

Çalışılacak hastane olarak ise 1007 yatak kapasitesine sahip (URL-13) Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi seçilmiş olup çalışmalar bu yapıda yer alan ve rastgele bir örneklem ile seçilmiş olan hasta odası üzerinden ilerletilmiştir.

Yapılan alan çalışmasında, hasta odasına ait veriler ve simülasyonlarda kullanılacak parametre girdileri binaya ait mimari projeler üzerinden elde edilmiştir. Gün ışığı simülasyonları hem yaz ve kış dönemlerini temsil etmesi hem de en uzun gece ve gündüz sürelerini göstermesi bakımından 21 Haziran ve 21 Aralık tarihleri için yapılmıştır. Ayrıca simülasyonlar sabah, öğlen ve akşam saatlerini temsilen 21 Haziran ve 21 Aralık tarihlerinde güneşin doğuş ve batış saatleri de düşünülerek 9.00, 12.00 ve 16.00 saatleri için yapılmıştır.

Çalışma kapsamında hasta odasında sağlanması gerekli görsel konfor koşulları için yapılan literatür taraması neticesinde ülkemizde de geçerli olan TS EN 12464-1 standardında belirtilen genel aydınlatma için 100 lx ve okuma ve basit muayene için 300 lx aydınlık düzeyi sağlanması koşulları değerlendirme ölçütü olarak kabul edilmiştir.

Hasta odasının mevcut durumu modellenmiş, belirlenen gün ve saatler için simülasyonları yapılmış ve elde edilen aydınlık düzeyleri standartlarda istenilenlere göre değerlendirilmiş ve oluşturulan senaryoların iyileştirme değerlendirmeleri mevcut durumu referans alarak yapılmıştır. Pencerenin dış duvar üzerindeki konumları belirlenirken bulunduğu duvarın X ve Y eksenleri referans olarak alınmıştır. Pencere boyutları üzerinden senaryolar üretilirken duvarın X ve Y eksenlerinden aşağı-yukarı ve yana kayma durumlarında neler olduğunu araştırabilmek amacıyla pencere boyutlarındaki büyüme ve küçülmeler mevcut duruma göre %7-35 aralığında tutulmuştur. Pencere boyutları ve konumları üzerinden oluşturulan senaryoların simülasyonlarından elde edilen değerler mevcut durumun değerlerine göre kıyaslanmış ve artış azalış yüzdeleri belirlenmiştir.

Çalışmanın kapsamını genişletmek amacıyla doğu yönünde olan hasta odasının batı, kuzey ve güney yönünde olduğu varsayımları ile de simülasyonlar ve değerlendirmeler yapılmıştır.

Araştırmanın yöntemi

Tanımlayıcı ve alan çalışması yöntemlerinin benimsendiği tez çalışmasında ele alınan konu beş ana bölüm altında ele alınmıştır.

“Giriş” bölümü olan birinci bölümde; araştırmanın önemi, amacı, sorusu ve hipotezi ile sınırlılık ve varsayımları verilmiş, yöntemi açıklanmış ve literatür araştırması verilmiştir.

“Kavramsal Çerçeve” başlıklı ikinci bölümde; binalarda doğal aydınlatma sistemleri konusunda yapılan literatür taramasına dayalı olarak gün ışığı sistemleri ve gün ışığı kontrol sistemleri tanıtılmış ve hacim içine giren gün ışığını etkileyen parametreler araştırılmıştır. Çalışma konusunu oluşturan sağlık yapıları ve hasta odalarının tanıtımı yapılmış, hasta odalarında sağlanması gerekli görsel konfor koşulları ve hasta odalarında olması gereken aydınlatma düzenleri konularında kapsamlı bir literatür taraması yapılmış ve tezin kavramsal çerçevesi oluşturulmaya çalışılmıştır.

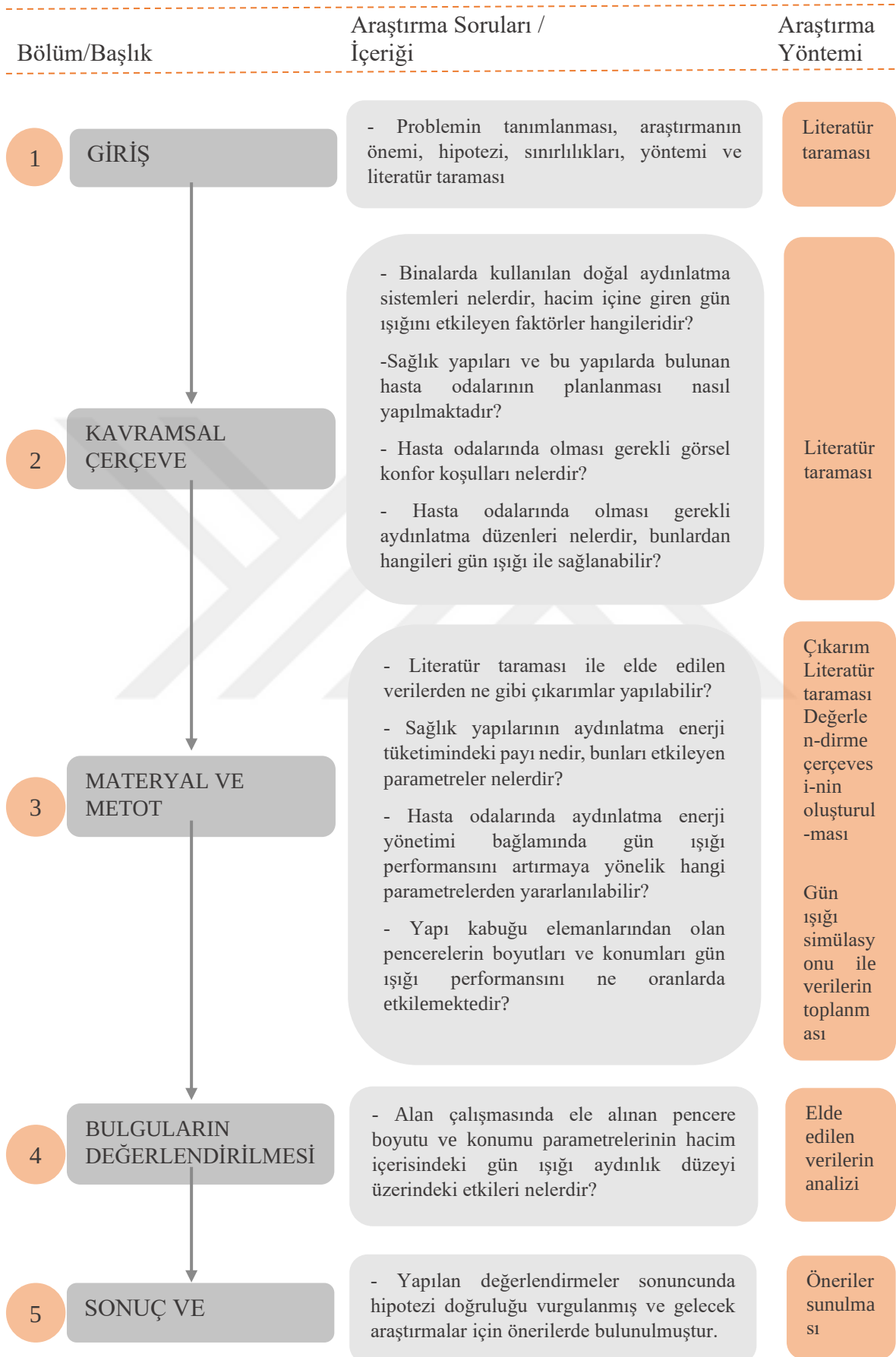
Çalışmanın materyal metodunu kapsayan “Materyal ve Metot” başlıklı üçüncü bölümde; alan çalışması olarak ele alınan sağlık yapısının ve örnek hasta odasının tanıtımı yapılmış, alan çalışması olarak seçilmesinin nedenleri açıklanmış, çalışmada kullanılan DIALux Evo simülasyon programı tanıtılmış ve çalışma kapsamında seçilme nedenleri belirtilmiş ve bu programda modelin nasıl oluşturulduğu, kullanılan girdi parametrelerinin neler olduğu açıklanmış ve gerçekleştirilen alan çalışması ile veriler toplanmıştır.

Sağlık istatistikleri yılı 2019 yılı verilerine göre Türkiye’de bulunan 1 538 adet hastanenin 83 adeti ve 237 504 adet hasta yatağının 19 326 adeti Ankara ilinde yer almaktadır. Bu veriler de göz önünde bulundurulduğunda çalışma alanında kullanılacak materyal olarak Ankara ilinde yer alan 1007 yatak kapasitesine sahip (URL-13) Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi seçilmiştir.

Çalışma kapsamında aydınlatma simülasyon motorları çalışma metodu olarak belirlenmiş ve çalışmada kullanılan girdi parametrelerine ve değerlendirmede kullanılacak sonuç verilerine uygun olmasından dolayı çalışmada DIALux Evo simülasyon aracı kullanılmıştır. Çalışma kapsamında 11 farklı boyut belirlenmiş ve pencerenin üzerinde bulunduğu duvarın X ve Y eksenlerine göre konumları değiştirilerek toplam 29 adet senaryo elde edilmiştir. Yaz ve kış mevsimlerini temsil etmesi bakımından 21 Haziran ve 21 Aralık tarihlerinde 9.00, 12.00 ve 16.00 saatleri için üretilen 29 adet senaryonun dört ana yön olan doğu, batı, kuzey ve güney yönlerinde olduğu kabulü üzerinden CIE kapalı gök modelinde ve CIE orta gök modelinde ayrı ayrı gün ışığı simülasyonları yapılmıştır.

“Bulguların Değerlendirilmesi” başlıklı dördüncü bölümde; öncelikle değerlendirme kriterleri verilmiş, daha sonra yapılan alan çalışması sonucunda CIE kapalı gök modelinde elde edilen bulgular ile CIE orta gök modelinde elde edilen bulgular ayrı ayrı ele alınmıştır. CIE kapalı gök modelinde elde edilen bulgular boyutları aynı olup konumları değişen pencereler ve konumları aynı olup boyutları değişen pencereler olarak iki kategoride değerlendirilmiş ve her biri için ayrı ayrı tablolar oluşturulmuştur. CIE orta gök modelinde elde edilen bulgular ise doğu, batı, kuzey ve güney yönleri için ayrı ayrı değerlendirilmiş ve elde edilen bulgular yine tablolarda verilmiştir.

“Sonuçlar ve Öneriler” başlıklı beşinci bölümde ise; yapılan alan çalışması neticesinde elde edilen veriler üzerinden hem mevcut yapıların tadilat çalışmalarına hem de yeni tasarlanacak yapılara yol göstermesi adına değerlendirmelerde bulunulmuştur. Bu alanda yapılacak olan çalışmalar için önerilerde bulunulmuştur.



Şekil 1.3. Tez akış şeması

Literatür taraması

Günümüzde insanların vakitlerinin büyük bir kısmını kapalı mekânlarda geçirdiğini düşünürsek, yapılı çevrenin insanların sağlığı ve refahı üzerinde büyük bir etkiye sahip olduğunu rahat bir şekilde ifade edebiliriz (Boubekri, 2014: 41). Yapıların termal ve görsel konfor durumu üretilecek bir takım tasarım çözümleriyle önemli ölçüde iyileştirilebilir. Bu bağlamda gün ışığı önemli bir tasarım parametresidir. Gün ışığının hem insanların fizyolojik ve psikolojik sağlık durumları üzerinde olumlu etkilere sahip olduğu hem de yapıların enerji tüketimlerinin azaltılmasında önemli bir paya sahip olduğu pek çok çalışmada ele alınmış ve yapılan deneyler ve analizler ile kanıtlanmıştır.

Enerji tüketim payı yüksek olan sağlık yapılarında gün ışığının etkin kullanımı da enerji tüketimlerinin azaltılması ve insanların iyileşme süreçlerine olan önemli katkılarından dolayı özellikle ele alınması gereken bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır. ‘Literatür taraması’ alt başlıklı bu bölümde ilgili literatürde enerji etkin aydınlatma bakımından gün ışığının etkin kullanımı konusunda ulusal ve uluslararası alanda yapılmış çalışmalardan kimisi özetlenmiştir.

Muhamad, Ismail, Khair ve Ahmad (Muhamad ve diğerleri, 2022), hastaların iyileşmesine yardımcı olarak gün ışığının kullanımını ve kullanıcılar üzerindeki etkilerini ele aldıkları çalışmada, hastaların ve personelin fiziksel çevre deneyimleri arasındaki ilişkiyi anlamayı amaçlamıştır. Seri Manjung Hastanesi’nde yatan hasta koğuşlarında gün ışığının etkileri hastalar ile yapılan anket yoluyla incelenmiştir. Yaptıkları çalışma ile yatan hasta koğuşlarında pasif gün ışığı tekniği ve biyofilik tasarımın; kullanıcıların doğa ile bağlantılarını artırmaya, fiziksel ve biyolojik iyilik halini iyileştirmeye ve iyileşme sürecini hızlandırmaya yardımcı olduğunu ortaya koymuşlardır.

Khelil, Khelil, Bouzir, Berkouk ve Zemmouri (Khelil ve diğerleri, 2022), sıcak ve kurak bölgelerde yapı kabuğunun enerji tüketimi üzerindeki etkisini araştırdıkları çalışmada bina kabuğu parametrelerini kullanarak hesaplamalı bir tasarım metodolojisi geliştirmeyi ve bunu uygulayarak bir ortamdaki iç mekân sıcaklığını ve aydınlatmayı iyileştirmeyi ve enerji tüketimini azaltmayı amaçlamıştır. Bu doğrultuda alan çalışması kapsamında bir hastanenin hasta odası ele alınmış ve hareketli gölgeleme bileşenleri üzerinden gün ışığı stratejisi geliştirilerek test edilmiştir. Elde edilen sonuçlar üzerinden değerlendirmeler yapılmıştır.

Mangkuto, Feradi, Putra, Atmodipoero ve Favero (Mangkuto ve diğerleri, 2018), yaptıkları çalışmada Endonezya’da bulunan bir dış hastanesinin muayene odasında ortam aydınlatması olarak hafif raf sistemlerinin kullanımıyla gün ışığı alımını optimize etmeyi amaçlamıştır. Binanın doğu ve batı cephelerine yerleştirilecek olan ısı ışık raflarının iç ve dış genişlikleri, dış eğim açıları ve aynasallığı parametrelerini kullanarak iki adet senaryo oluşturulmuştur. Senaryolar test edilerek elde edilen veriler doğrultusunda değerlendirmelerde bulunulmuştur.

Şen (Şen, 2018), yazdığı yüksek lisans tezinde acil servisleri oluşturan birimleri mimari ve aydınlatma yönünden inceleyerek, çalışmasıyla bu alanda çalışma yapacak mimar ve mühendisler yol gösterici bilgiler sunmayı amaçlamıştır. Çalışma kapsamında acil servis birimlerinin tasarım kriterleri belirlenmiş ve bu kriterler doğrultusunda çalışma alanı olarak belirlenen Hatay Samandağ Devlet Hastanesi acil servis birimleri mimari tasarımı ve aydınlatma tasarımı bakımından değerlendirilmiştir. Değerlendirmede aydınlatma tasarımı yapay aydınlatma konusunda yapılmış, doğal aydınlatma hesaplamaları kapsam dışı bırakılmıştır.

Çalışkan ve Yavuz (Çalışkan ve Yavuz, 2018), yaptıkları çalışmada doğal verileri yenilenebilir enerji üretmede mimari tasarım süreçlerine entegre etmeyi amaçlamıştır. Bu bağlamda kentsel bir ara yüz olan cephe elemanı ele alınmış ve Yozgat Şehir Hastanesi örneğinde değerlendirilmiştir. Batı ve güney cephelerdeki hasta bakım odalarının cephelerine güneş ışınlarını depolayan ve elektrik enerjisine dönüştüren özel bir güneş kırıcı tasarımı geliştirilmiş ve bu şekilde iç mekânların aşırı ısınmasının engellenmesi hedeflenmiştir.

Diab, Qadourah ve Hammad (Diab ve diğerleri, 2017), yaptıkları çalışmada Ürdün Üniversite Hastanesi pediatri koğuşunda iç mekân gün ışığı kalitesini analiz etmiş ve değerlendirmiştir. Pediatri koğuşunun mevcut durumda CIBSE (Chartered Institution of Building Services Engineers) tarafından hasta odaları için önerilen değerleri karşılayıp karşılamadığını belirlemek amacıyla hem yerinde ölçüm yapılmış hem de bina modeli oluşturularak simülasyonlar yapılmıştır. Ortamdaki gün ışığı değerlendirmeleri aydınlık ve parlaklık düzeyi ile gün ışığı faktörü üzerinden yapılmış ve bulunan değerler üzerinden iyileştirmeye yönelik önerilerde bulunulmuştur.

Kazanasmaz (Kazanasmaz, 2002), yazdığı yüksek lisans tezinde yatan hasta bölümlerindeki aydınlatma düzenlerinin çalışabilirlik durumunu, Ankara İbn-i Sina Hastanesi yatan hasta bölümlerinde düzenlenmiş aydınlatma sistemlerinin mevcut durumu üzerinden test etmiştir. Rastgele seçilen katlardan yine rastgele seçilen koğuş ve koridorları içeren mekânların çalışan elektrik teçhizatının mevcut olanlara oranları yapılan ölçümler ile ortaya konmuştur. Sistem çalışır durumda iken mekân tipleri arasında farklılık olduğu, ancak katlar arasında farklılık olmadığı sonucuna varılmış ve ileriye yönelik olarak bu farklılıkların temelini oluşturan nedenleri belirlemek için çalışma yapılabileceği önerisinde bulunulmuştur.

Ergenoğlu ve Tanrıtanır (Sungur Ergenoğlu ve Tanrıtanır, 2013), yaptıkları çalışmada genel sağlık yapılarında kullanıcı memnuniyeti bağlamında hasta odalarının mimari mekân kalitesini irdelemiştir. Bu bağlamda Gaziantep ilinden örnekler ele alınmış ve anket çalışması yoluyla yapılan değerlendirmelerin sonuçları ortaya konulmuştur. Elde edilen veriler doğrultusunda hasta odalarında kullanıcı memnuniyeti bağlamında mimari mekân kalitesi bakımından dikkat edilmesi gereken tasarım ölçütleri sunulmuştur.

Samıou, Doulos ve Zerefos (Samıou ve diğerleri, 2022), yaptıkları çalışmada okul öncesi sınıflarda görsel ortamı optimize edebilecek gün ışığı tasarım stratejilerini belirlemek ve gün ışığı tasarımı sırasında iklime dayalı gün ışığı metriklerini değerlendirmek amacıyla bir anaokulunun 6 adet sınıfını değerlendirmişlerdir. Öncelikle sınıfların gün ışığı simülasyonları yapılarak sonuçlar ortaya konmuş, daha sonra açıklıkların boyutları ve konumları üzerinden geliştirilen stratejiler test edilmiştir. Elde edilen sonuçlar üzerinden değerlendirmeler yapılarak, yeşil bina sertifikaları için tasarım stratejileri önerilerinde bulunulmuştur.

Uç ve Dokuzer Öztürk (Uç ve Dokuzer Öztürk, 2022), yaptıkları çalışmada TS EN 17037 standardında belirtilen gün ışığı değerleri doğrultusunda konutlarda gün ışığının kullanımını incelemişlerdir. Geometrik biçimleri, pencerelerin bulunduğu duvar sayısı, pencerelerin konumu ve yerden yüksekliği ile yön bakımından farklı konut hacimleri ele alınmıştır. Simülasyon yoluyla elde edilen sonuçlar analiz edilmiş ve ele alınan pek çok parametreden mimari tasarımda yararlanılması hedeflenmiştir.

Köse (Köse, 2019), yazdığı yüksek lisans tezinde görsel koşulların iyileştirilmesi amacıyla farklı oda derinliklerine ve pencere-duvar oranlarına sahip bir odanın gün ışığı

performansının prizmatik panellerin kullanılmasıyla nasıl değiştiğini araştırmıştır. Örnek çalışma alanı olarak derin planlı bir sınıfı ele almış, aydınlatma programında sınıfın modelini oluşturmuş ve pencere-duvar oranı ve oda derinliği parametreleri üzerinden elde ettiği senaryoları modele yansıtarak test etmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda prizmatik panellerin kullanıldığı durumda farklı oda derinliklerine bağlı olarak olması gereken en uygun pencere-duvar oranları sunulmuş ve gelecek çalışmalara dair önerilerde bulunulmuştur.

Acosta, Campano ve Molina (Ignacio Acosta ve diğerleri, 2016), yaptıkları çalışmada pencere tasarımının görsel konfor ve elektrik kaynaklı yapay aydınlatma enerjisini azaltma konusundaki etkisini konut yapılarında ölçmeyi ve sonuçları analiz etmeyi amaçlamışlardır. Değişen pencere boyutları ve konumlarına göre model üzerinden ölçümler yapılmış, elde edilen veriler doğrultusunda oda içerisinde değişen aydınlık düzeyleri analiz edilmiştir.

Güvenkaya (Güvenkaya, 2008), yazdığı doktora tezinde ilköğretim yapılarının enerji etkin tasarım ilkeleri doğrultusunda değerlendirilmesini amaçlamıştır. Bu amaç doğrultusunda örnek bir derslik hacmini ele almış, yönere göre iklimsel ve görsel konfor koşullarını sağlayacak ve yapay aydınlatma yüklerini azaltacak uygun cephe ve gölgeleme araçları tasarımı üzerine bir öneri geliştirmiştir. Simülasyon programları aracılığı ile mevcut durum ve öneri kabukların modelleri oluşturulmuş ve gün ışığı hesaplamaları yapılmıştır. Hesaplamalar sonucunda elde edilen veriler analiz edilerek sonuçlar sunulmuş ve gelecekte yapılacak çalışmalar için önerilerde bulunulmuştur.

Bodart ve Herde (Bodart ve De Herde, 2002), yaptıkları çalışmada ofis yapılarının aydınlatma enerji tasarruflarını değerlendirmeyi amaçlamıştır. Dört ana yön için çeşitli cephe alternatifleri oluşturmuş ve bunları simülasyon araçları ile aydınlatma ve termal açıdan analiz etmiştir. Yapılan analizler doğrultusunda gün ışığının yapay aydınlatma tüketimini %50 ile 80 aralığında azaltılabileceği sonucuna varılmıştır.

Literatür çalışmasının sonucunda sağlık yapılarının genellikle mimari mekân kalitesinin, hastane bölümlerinde kullanılan yapay aydınlatma bakımından yeterliliğinin araştırıldığı gözlemlenmiş olup gün ışığı bağlamında yapılan çalışmaların yetersiz olduğu tespit edilmiştir. Gün ışığı bağlamında yapılan araştırmalar daha çok gün ışığının kullanıcılar üzerindeki psikolojik ve fizyolojik etkileri üzerine olup aydınlatma enerji yönetimi

bakımından hasta odası özelinde değerlendirmeler çok sınırlı kalmıştır. Gün ışığının maksimum oranda kullanılması yoluyla elektrik kaynaklı yapay enerji tüketimlerini azaltmayı amaçlayan çalışmaların çoğunlukla eğitim yapıları, ofisler ve konutlar üzerinde irdelendiği gözlemlenmiştir. Enerji tüketim payları yüksek olan sağlık yapılarında yapı kabuğu tasarımını şekillendiren parametrelerin gün ışığı aydınlatması bakımından ele alınması binaların enerji etkin kullanımını sağlarken hastaların iyileşme süreçlerine olumlu katkılarda bulunacaktır.





2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Hasta odalarında iç mekân görsel konfor koşullarının sağlanmasında gün ışığından maksimum düzeyde yararlanmanın yollarının arandığı tez çalışmasının ilk aşaması olan bu bölümde, hasta odaları ve doğal aydınlatma sistemleri üzerine yapılan literatür taraması sunulmuştur. İlk olarak binalardaki doğal aydınlatma sistemleri üzerine bilgilere yer verilmiş, sonrasında sağlık yapıları ve bu yapılarda yer alan bölümlerden olan hasta odaları incelenmiştir. Hasta odalarında doğal aydınlatma sistemine odaklanılarak, hasta odalarında sağlanması gerekli görsel konfor koşulları ve aydınlatma sistemleri incelenmiştir.

2.1. Binalarda Doğal Aydınlatma Sistemleri

Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (CIBSE, 2002: 64) aydınlatmayı, “Nesnelere, bunların çevrelerine ya da bir bölgeye aslı gibi görülebilmeleri için ışık uygulamasıdır.” şeklinde tanımlamaktadır. Bu tanımdan yola çıkarak aydınlatmanın temel ögesinin ışık olduğu ifade edilebilmektedir. Aydınlatma, görsel algılarımızı üreten ve görsel performansımızı sağlayan yapıllı çevrenin bileşenlerinden biridir. Görsel çevrenin kalitesi, mekânın özelliklerinin ne kadar iyi ortaya çıkarıldığı ve ortamın kullanıcılarının fiziksel ve duygusal durumları üzerinde ne gibi etkiler doğurduğu ile belirlenir.

Aydınlatma, mimarinin geometrisiyle uyum içinde hareket ederek bir ortamı nasıl algıladığımızı, değerlendirdiğimizi ve ona nasıl tepki verdiğimizi belirlemeye yardımcı olur. Aydınlatma ayrıca metni ve nesneleri görünür kılar ve böylece kısmen görsel çalışmayı ne kadar iyi gerçekleştirebileceğimizi belirler (DiLaura ve diğerleri, 2011: 104).

Mekânın işlevine bağlı olarak mekânlarda gerçekleştirilen eylemler çeşitlilik göstermekte ve her bir eylemin farklı bir aydınlatma gereksinimi olmaktadır. Bu nedenle ışığın, mekânın özelliklerine ve mekânda gerçekleştirilen eylemin türüne göre şekillendirilmesi gerekmektedir (Çelik ve diğerleri, 2015).

Temel enerji kaynaklarından biri olan güneş, aynı zamanda doğal aydınlatma için de temel ışık kaynağıdır. 19. yy.da gerçekleşen endüstri devrimi sonrasında teknolojik gelişmelere ve yaşam biçiminin değişmesine bağlı olarak günümüzde enerji tüketimi gün geçtikçe artmaktadır. Mevcut enerji kaynaklarının kısıtlı olması ve çevreye olan olumsuz etkileri

yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına yönelimi gerekli kılmaktadır. Bu bağlamda doğal aydınlatmanın en önemli kaynağı olan güneş, günümüz tasarım anlayışında bina iç mekânları için yenilenebilir enerji kaynağı olarak önem kazanmaktadır.

Doğal aydınlatma, görsel konfor şartlarının sağlanabilmesi için doğal ışık (güneş ışığı ve gök ışığı) ile gerekli ve yeterli miktarda aydınlığın hacim içerisinde sağlanması olarak tanımlanabilir (Erbaş, 2018). Doğal aydınlatmanın işlevsel açıdan en önemli avantajı hacimleri, nesneleri, renkleri ve dokuları gerçeğine en yakın haliyle görmemizi sağlamasıdır (Özkum, 2011).

Gün ışığı ile iyi ve sürekli aydınlatılmış alanlar yaratmak oldukça zor bir iştir. Çünkü gün ışığı yıl boyunca farklı saat, gün ve mevsimlerin yanı sıra konuma bağlı olarak geniş ölçüde değişen bir davranışa sahiptir (Foolady, 2017). Doğal aydınlatma, günün aydınlık olduğu saatlerde güneş olmasa bile aydınlatmaya katkı sağlamakta ve yapay aydınlatmanın günde ortalama olarak 6-10 saat arasında kapalı olması anlamını taşımaktadır. Bu şekilde gün ışığı, insan sağlığını ve eylemlerini destekleyici mekânlar oluşturmanın yanında binanın aydınlatma kaynaklı enerji ihtiyacını da azaltmaktadır (Erbaş, 2018).

21. yy.da gerçekleşen teknolojik gelişmeler neticesinde doğal aydınlatma sistemlerinde de gelişmeler sağlanmıştır. Yeni teknolojiler ile birlikte ısı kayıp ve kazançlarını kontrol altında tutarak mekânlarda gün ışığından en etkin şekilde yararlanmak mümkün hale gelmiştir. Gelişmiş gün ışığı sistemlerini klasik anlamda pencereler ve çatı açıklıkları oluşturmaktadır. Bunun yanında kullanım amacına göre; ışık rafları, prizmatik paneller, holografik optik elemanlar, anidolik sistemler ve lazer kesim paneller gibi gün ışığını yönlendiren sistemler ve ışık tüpleri, heliostatlar ve fiberoptik sistemler gibi gün ışığını taşıyan sistemler de doğal aydınlatma sistemlerini oluşturmaktadır (Esen, 2015).

Mekânlarda gün ışığından optimum düzeyde yarar sağlanmasında güneş kontrol sistemleri önemli bir rol oynamaktadır. Güneş kontrol sistemleri, gün ışığı kaynaklı ısı kazançlarının azaltılması ve mekân için gerekli gün ışığını sağlarken kamaşma sorununun önüne geçilmesi amacıyla pencere sistemi tasarımlarının ayrılmaz bir parçasıdır. Güneş kontrolünün, öncelikle yapı kabuğu tasarımının doğru kurgulanmasıyla sağlanması gerekmektedir (Yücel, 2019).

Yapı kabuğu tasarımındaki ana zorluk, gün ışığı performansının birbiriyle ilişkili birçok parametresini bir arada ele almaktır. Bu parametreler aracılığıyla gerekli aydınlatma seviyelerine ulaşılması, bir mekândaki ışık seviyelerinin dengelenmesi, kamaşmanın önlenmesi, güneş ısısı kazanımı ve ısı kaybının kontrol edilmesi beklenmektedir (Anderson, 2014). Gerekli gün ışığı performansının sağlanması için tüm parametrelerin tasarım sürecinin erken aşamasında birbirleriyle entegre edilmesi ve değerlendirilmesi çok önemlidir (Andersen ve diğerleri, 2008).

Gün ışığı ile aydınlatmada; iklim, gök koşulları, enlem ve dış engeller gibi dış çevresel faktörlerin yanı sıra; gün ışığının iç mekâna ulaşmasında ve mekân içerisindeki dağılımında belirleyici olan binanın yönelmesi ve alanı, hacmin boyutları, iç mekânda kullanılan malzemeler ve yansıtıcılıkları, pencere boyutları ve konumu, cam türü ve gölgeleme elemanları önemli parametrelerdir.

2.1.1. Gün ışığı sistemleri

Gün ışığı sistemleri, ışığın binanın yan yüzeylerinden içeri alınmasını sağlayan yan aydınlatma sistemleri (pencereler) ve ışığın bir binanın tepesinden içeri alındığı ve iç mekâna dağıtıldığı üstten aydınlatma sistemleri (çatı ışıklıkları) olmak üzere iki gruba ayrılabilir. Başarılı bir gün ışığı stratejisi, bina içerisindeki gün ışığı seviyesini en üst düzeye çıkarırken bina kullanıcıları için aydınlık ortamın kalitesini optimize eden stratejidir (Boubekri, 2008: 111).

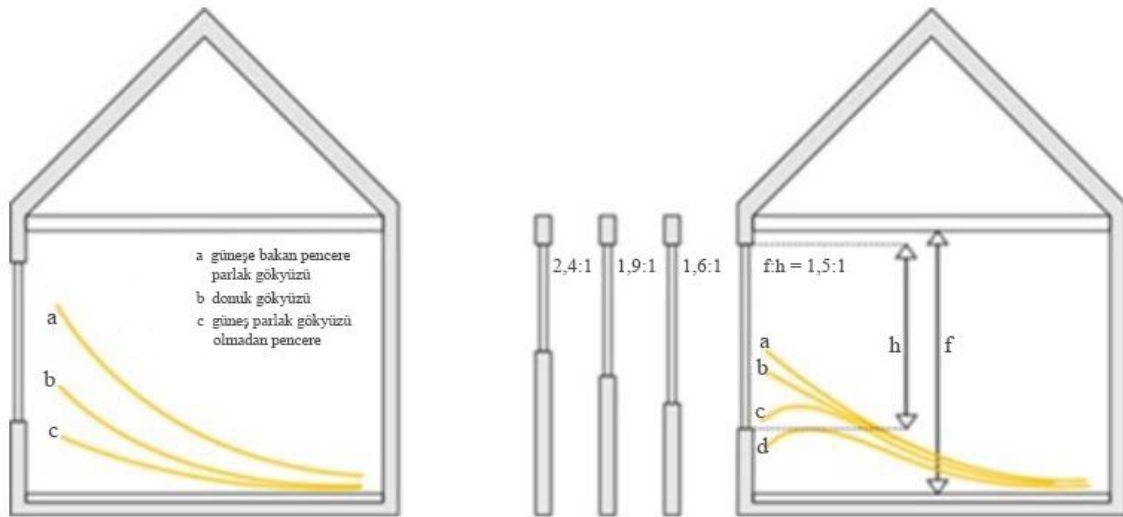
Gün ışığı tasarımında, iç mekâna alınan gün ışığı miktarı kadar ışığın yönü ve dağılımı da kontrol altında tutulması gereken konulardır. Pencereler içeri alınan ışığın hacmin derinliklerine ulaştırılması konusunda yetersiz kalmaktadır. Bunun için pencerelerin yardımcı optik elemanlar ile donatılması gerekmektedir. Günümüzde binalarda iç hacimlerin ihtiyacı olan gün ışığının sağlanmasında tasarım sırasında alınan kararlara ek olarak gün ışığı yönlendirme sistemlerinin de kullanıldığı görülmektedir (Çiftçi ve Arpacıoğlu, 2021).

Gün ışığı sistemleri klasik gün ışığı sistemleri ve gün ışığını yönlendiren sistemler olarak aşağıda özetlenmiştir. Çalışma konusu olan yan yüzeydeki pencereler ayrı bir başlık altında ayrıntılı olarak açıklanacaktır.

Klasik gün ışığı sistemleri

Binalarda gün ışığının içeri alınmasında antik dönemlerden beri en çok kullanılan sistem yan yüzeylerdeki pencere açıklıkları (*sidelight systems*) olmuştur. Diğer bir sistem ise üstten aydınlatma sistemleridir (*toplight systems*).

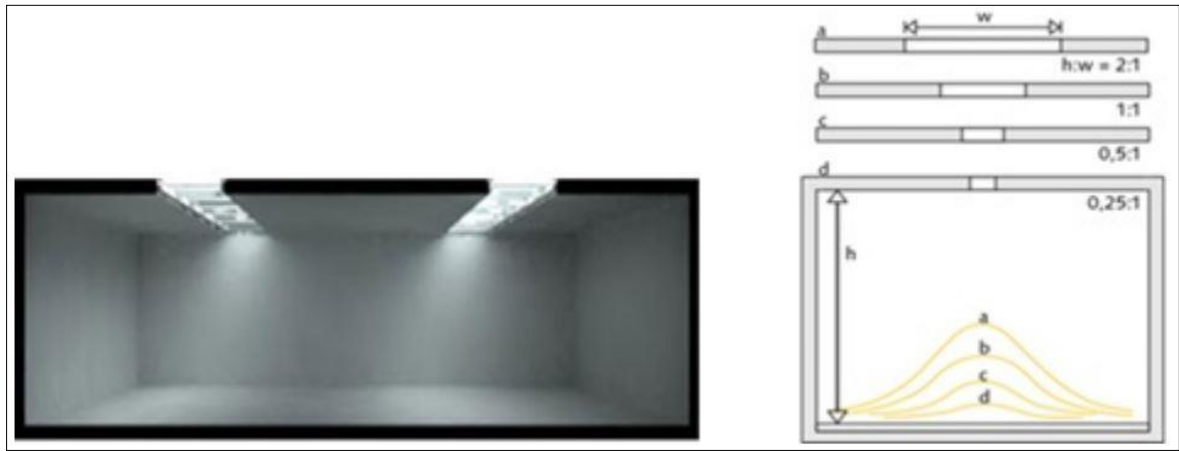
Literatürde yan aydınlatma sistemleri (*sidelight systems*) olarak anılan sistemlerde, geleneksel yan camlardan gelen doğal ışığın hacim içine dağılımı ile aydınlık sağlanmaktadır. Bu sistemde aydınlık düzeyleri ile hacmin açıklığa olan yakınlıkları orantılıdır (Şekil 2.1). Gün ışığı seviyeleri açıklığın boyutu, yönü, bina elemanları, komşu yapılar veya ağaçlar yoluyla gölgeleme veya yansıma, binaya entegre gölgeleme sistemleri, cam özellikleri, iç tasarım, döşeme ve ayrıca günün saati, mevsim ve iklim gibi diğer faktörlere de bağlıdır (Huang, 2010).



Şekil 2.1. Gün ışığı penetrasyonunun izo-kontur eğrileri (Rahimzadeh, 2015)

Etkili yan aydınlatma sistemlerinde, pencerelerin yakınındaki aşırı gün ışığı seviyelerini azaltmak, pencerelerden uzak alanlardaki gün ışığı seviyelerini artırmak ve böylece oda içinde daha dengeli bir gün ışığı dağılımı sağlamak amaçlanır. Pencere camına ışık rafları, prizmalar, yansıtıcı panjurlar veya anidolik sistemler gibi aygıtlar eklemek, bu aygıtların ışığı pencere duvarından daha uzağa ve odanın arkasına doğru ulaştırabilme imkanı sağlar (Boubekri, 2008: 112).

Üstten aydınlatma sistemleri (*toplight systems*) olarak anılan sistemler ise en basit örneği ile çatı pencereleridir. Genellikle bir binanın çatısındaki yatay veya eğimli bir pencere açıklığıdır. Bu tür gün ışığı aydınlatması yaklaşımı sadece çok katlı bir binanın en üst katı veya tek katlı binalar için kullanılabilir. Çatı penceresi, gün ışığının tavan penceresinin altında maksimum olduğu ve o alandan uzaklaştıkça giderek azaldığı, ters V şeklinde bir gün ışığı dağılımı sağlar (Şekil 2.2). Çatı monitörü ve testere dişi sistemleri, hafif boru sistemleri üstten aydınlatma sistemlerine verilebilecek diğer örneklerdir (Boubekri, 2008: 122-126).



Şekil 2.2. Çatı pencerelerinin gün ışığı dağılımına etkisi (Rahimzadeh, 2015)

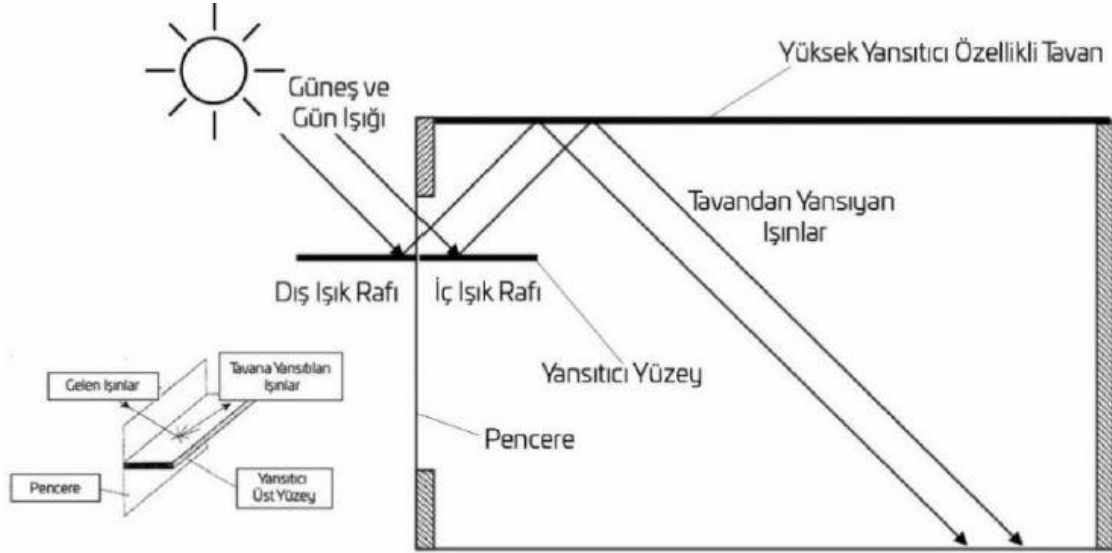
Gün ışığını yönlendiren sistemler

Gün ışığını yönlendiren sistemler, pencere ve çatı pencerelerinden pencere yakınlarına düşecek olan ışığın bir kısmını alarak yansıma, kırılma veya kırınım yoluyla yeniden yönlendirerek ışığın odanın daha uzak noktalarına iletilmesini sağlamak veya gölgeleme yaparak sıcaklık kontrolünü sağlamak amacıyla kullanılan sistemlerdir. Gün ışığını yönlendiren sistemlerin başlıcaları; ışık rafları, prizmatik paneller, holografik optik elemanlar, anidolik sistemler ve lazer kesim panellerdir (Thuot, 2011).

Işık rafları:

Işık rafları, üst yüzeyi ile güneş ışığını gölgelemesi ve yansıtması, güneşten kaynaklanacak kamaşmayı önlemesi için tasarlanmış bir gün ışığı aydınlatma sistemidir (Çiftçi ve Arpacıoğlu, 2021). Işığın yansıtması işlemine yardımcı olarak mekânda dengeli ve eşit miktarda aydınlatma sağlamak amacıyla Şekil 2.3'te görüldüğü gibi tavana paralel olarak

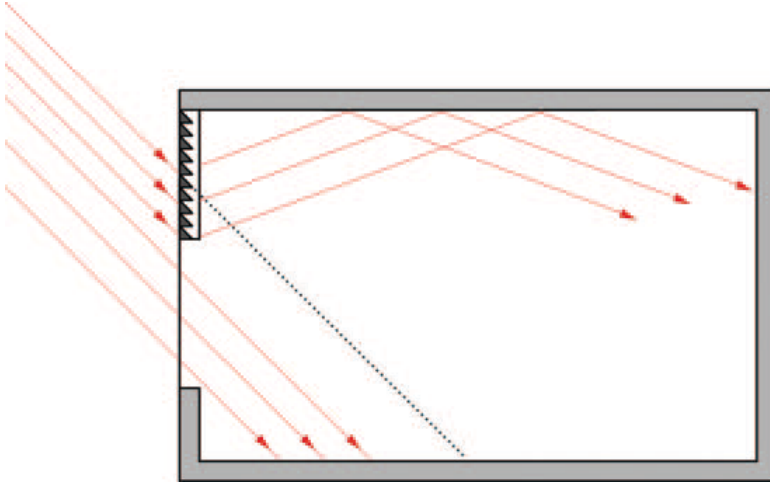
yerleştirilen ışık rafları, hem gün ışığını hacmin derinliklerine kadar ulaştırmak hem de yaz aylarında güneş ışınlarına karşı gölgeleme sağlamak amacıyla kullanılan gün ışığı yönlendirme sistemlerindendir (Erel, 2004).



Şekil 2.3. Işık rafı çalışma prensibi (Erel, 2004)

Prizmatik paneller:

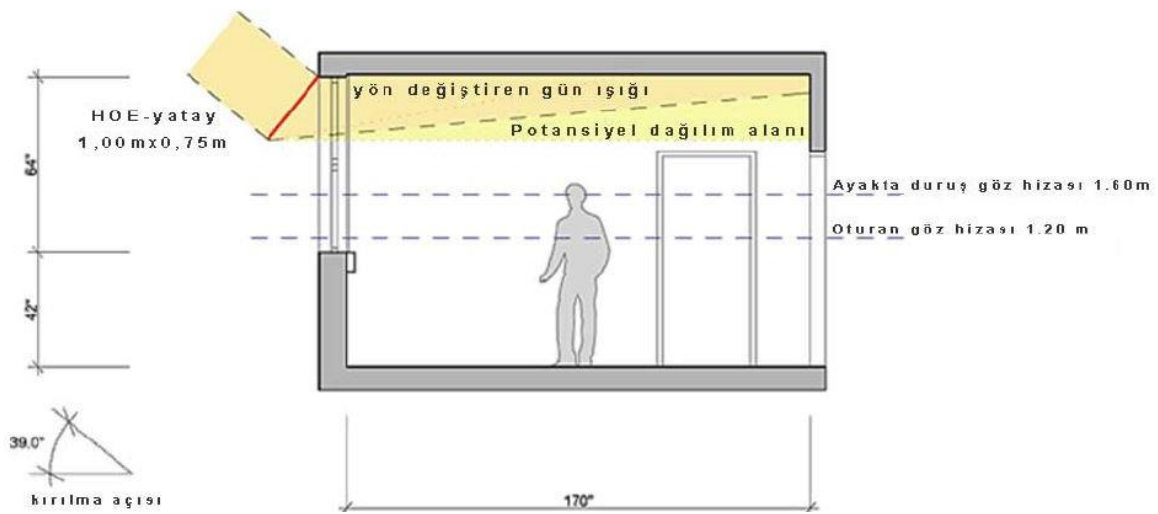
Bir yüzeyi düz diğer yüzeyi prizmatik olarak yerleştirilmiş olan saydam materyallerden oluşan prizmatik paneller, gelen gün ışığının yönünü değiştirmek ve kırılma ve yansıma yoluyla gün ışığını yönlendirmek için tasarlanmıştır (Boubekri, 2008: 118). Temel çalışma prensibi Şekil 2.4'te görülmekte olan prizmatik panellerin temel amacı, yayınık olarak gelen gün ışığının bir kısmını hacmin derinliklerine ulaştırmaktır. Yönlendirilen gün ışığının genellikle tavana ve hacmin derinliklerine doğru yönlendirilmesi ile hacim içinde oluşabilecek kamaşmanın engellenmesi de amaçlanmaktadır. Prizmatik paneller optik özellikleri sayesinde direkt gelen güneş ışığının kontrol edilmesini sağlamaktadır (Okutan, 2008).



Şekil 2.4. Gelen güneş ışığını yeniden yönlendiren bir yan pencereye yerleştirilmiş prizmatik panel (Boubekri, 2008: 120)

Holografik optik elemanlar:

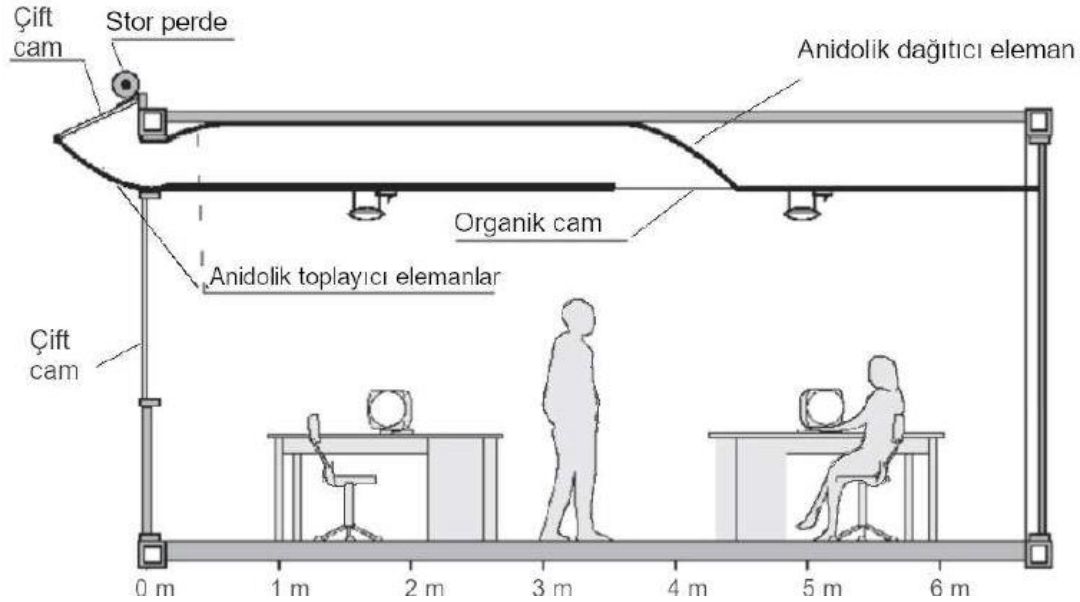
Gün ışığı aydınlatma sistemlerine uygulanan holografik optik elemanlar, iki lamine cam panelin arasına yerleştirilen holografik filmde oluşan ışık yönlendirme sistemidir. Holografik optik elemanlar çalışma prensibi olarak ışığın kırılma prensibine dayanır ve Şekil 2.5'te görüldüğü gibi ışığın seçici olarak yeniden yönlendirilmesini sağlar (Kalafat, 2020). Kapalı gök koşullarının hâkim olduğu yerlerde, göğün tepe bölgesinden gelen yayınlık ışığın hacmin derinliklerine yönlendirilmesi için uygun görülen sistemlerdendir (Çiftçi ve Arpacıoğlu, 2021).



Şekil 2.5. Holografik optik eleman sistemi ile gün ışığının yönlendirilmesi (Okutan, 2008)

Anidolik sistemler:

Anidolik sistemler, gökyüzünden gelen yayınlık gün ışığını toplamak için parabolik toplayıcıların optik özelliklerini kullanan sistemlerdir (Yenidoğan, 2017). Kapalı gök koşulları için geliştirilen anidolik sistemler, direkt gelen gün ışığının hacme girmesini engellemek ve gökyüzündeki yayınlık ışığı hacmin derinliklerine taşımak için kullanılır (Şekil 2.6). Yayınlık gün ışığının kullanılması ile gün ışığından kaynaklanan kamaşma engellenirken gün ışığının hacmin derinliklerine yönlendirilmesiyle de hacim içinde düzgün bir aydınlatma sağlanmış olur (Çiftçi ve Arpacıoğlu, 2021). Anidolik sistemler kendi içinde anidolik tavanlar, anidolik açıklıklar ve anidolik petek sistemler şeklinde sınıflandırılmaktadır.

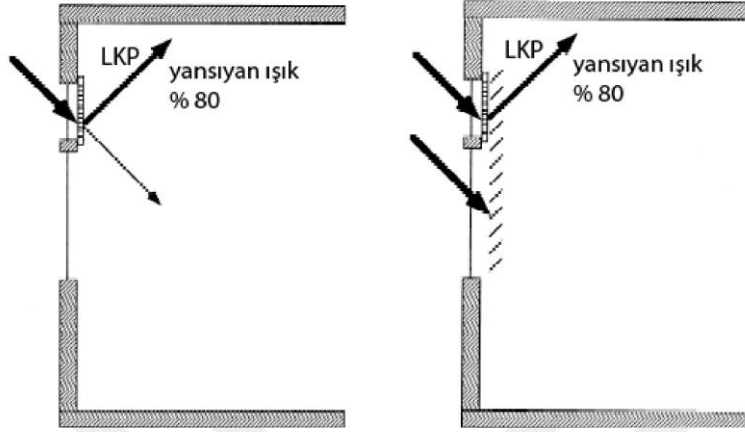


Şekil 2.6. İki anidolik kolektör elemanı, bir ışık kanalı ve bir distribütör elemanından oluşan anidolik tavan sistemi (Scartezini ve Courret, 2002)

Lazer kesim paneller:

Gün ışığını yönlendirmek için kullanılan lazer kesim paneller, saydam akrilik malzemeden yapılmış ince panellere lazerle kesikler atıp, onu ince dikdörtgen şeritlere bölerek oluşturulan sistemlerdir (Kazanasmaz ve diğerleri, 2011). Panel yüzeyinde oluşturulan her kesik küçük bir ayna gibi davranarak oluşturulan paneli etkili bir ışık yönlendiricisi haline getirir (Şekil 2.7). Lazer kesim paneller, yüksek açıyla gelen ışınları yansıtırken düşük açıyla gelen ışınları kırma-yansıma-kırma işlemlerinden geçirerek iç mekâna alır. Lazer kesim

paneller ışınları hep aynı açıda yönlendirdiği için sistemden elde edilen verim oldukça yüksektir (Çiftçi ve Arpacıoğlu, 2021).



Şekil 2.7. Lazer kesim panel uygulaması (Edmonds ve Greenup, 2002)

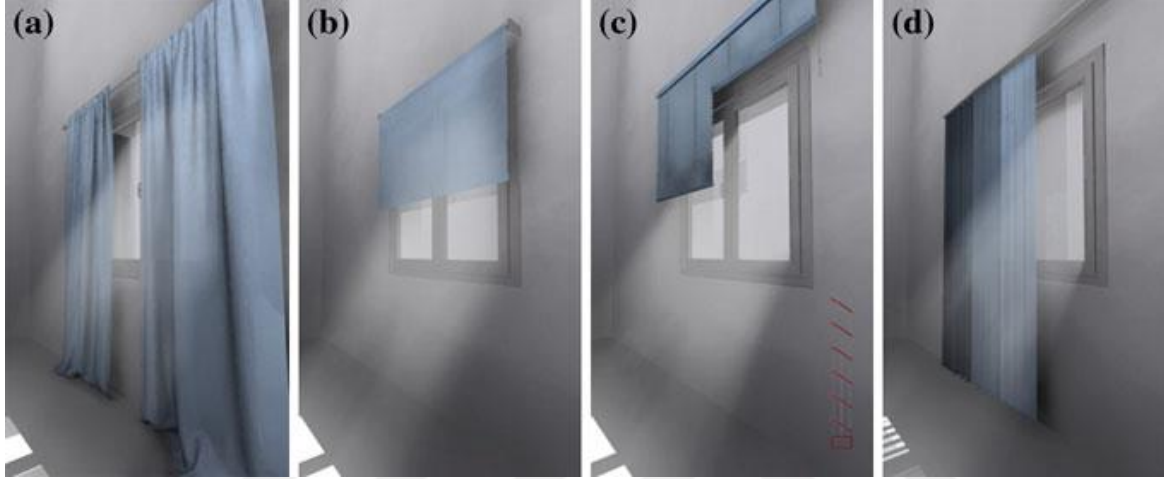
2.1.2. Gün ışığı kontrol sistemleri

Gün ışığından yararlanmak, enerji tasarrufu ve hoş bir görsel ortam yaratmak için önemli bir strateji olarak kabul edilmiştir. Ancak, gün ışığının iç mekâna kontrolsüz şekilde alınması olumsuz etkiler yaratabilir. Gün ışığı tasarımının temel prensibi, gün ışığından maksimum düzeyde yararlanmak, kamaşma problemlerini önlemek ve güneş ışınlamından kaynaklı ısı kazancını engelleyerek soğutma yükünü en aza indirmektir (Istiadji, 2004). Bu nedenle, görsel ve ısıl konforu sağlamak için gün ışığının mekân içine alınırken gölgeleme elemanları ile kontrol edilmesi gerekmektedir.

Gölgeleme sistemlerinin temel amacı, binaların soğutma yüklerini azaltmak ve pencerelerin yakınındaki yüzeylerde oluşan kamaşma problemini azaltarak görsel konforu sağlamaktır (Valladares-Rendón ve diğerleri, 2017). Gün ışığının mekân içine alınmasını sağlayan açıklıkların içerisinde veya dışarısında kullanılacak gölgeleme elemanları yaygın olarak kullanılan gün ışığı kontrol yöntemidir.

Gün ışığının mekân içine alınmasını sağlayan açıklıkların içerisinde kullanılan gölgeleme elemanları:

Gün ışığının hacim içerisine ulaştıktan sonra kontrol edilmesini sağlayan gün ışığı kontrol elemanlarıdır. Bakımı ve kontrolü daha kolay olan iç ortam gölgeleme elemanlarına storlar, perdeler ve jaluziler örnek olarak verilebilir (Resim 2.1).

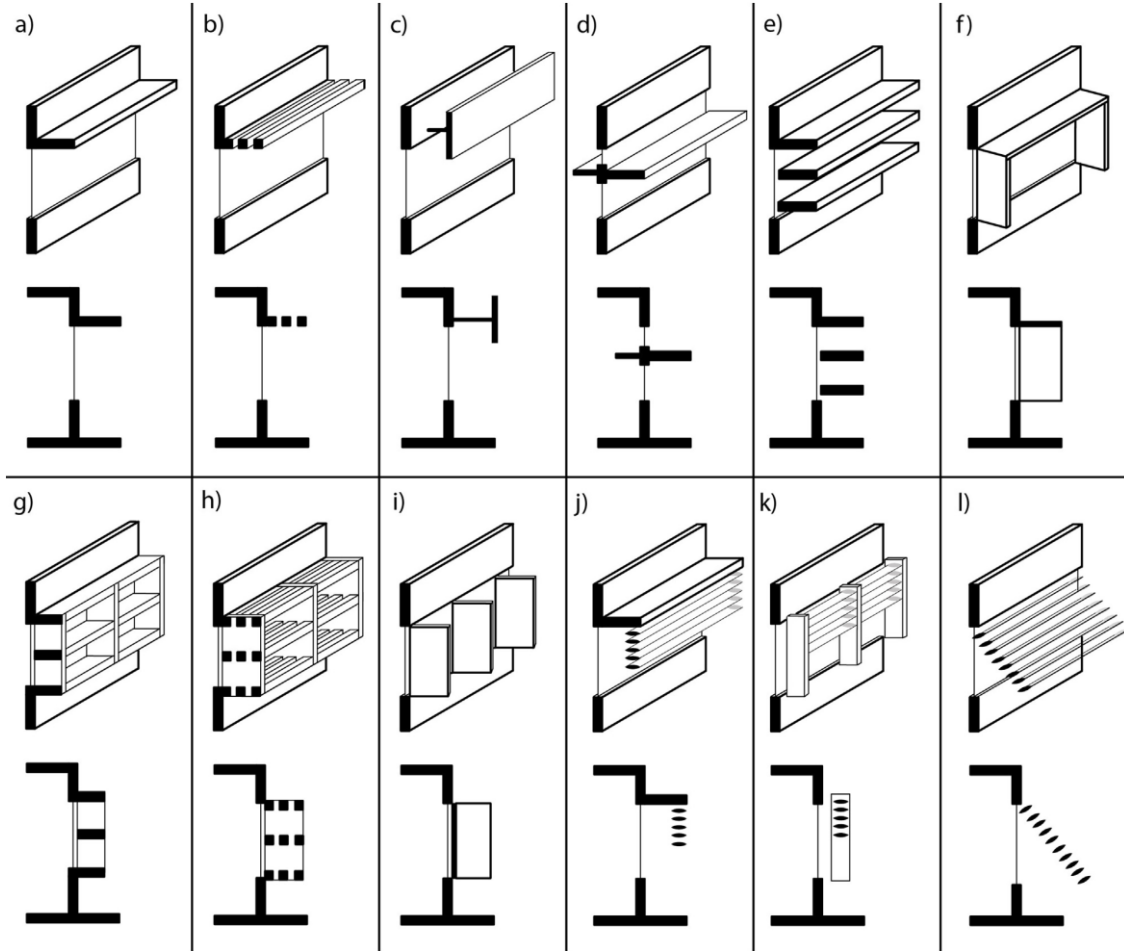


Resim 2.1. Mekân içerisinde kullanılan gölgeleme elemanları örnekleri (a-klasik perde, b-stor perde, c-jaluzi, d-dikey perde) (Cellai ve diğerleri, 2014)

Görsel ve ısı konfor açısından gün ışığının mekân içine alınmasını sağlayan açıklıkların dışarısında kullanılacak gölgeleme elemanlarına göre daha düşük performans gösterirler (Yücel, 2019).

Gün ışığının mekân içine alınmasını sağlayan açıklıkların dışarısında kullanılan gölgeleme elemanları:

Yapı kabuğuna yerleştirilen dış ortam gölgeleme elemanlarıdır. Cephede kullanılan gölgeleme elemanları hareket özelliklerine göre hareketsiz (sabit) veya hareketli gölgeleme elemanları olarak sıralanmaktadır. Cephedeki biçimlerine göre ise; yatay, düşey veya eğik açılı, karma, sabit paralel olarak da sınıflandırılmaktadır (Kılıç, 2018) (Şekil 2.8). Hareketli güneş kontrol elemanları güneşin pozisyonundaki değişime göre hareket özelliğine sahip olduğu için sabit sistemlere göre daha yüksek oranda verim sağlar (Gürsoy, 2019).



Şekil 2.8. Çeşitli tiplerdeki gölgeleme elemanlarının 2D ve 3D şematik gösterimleri (Valladares-Rendón ve diğerleri, 2017)

Kuzey yarım kürede güneye bakan cephelerde binaya daha dik açılarla gelen gün ışığını engellemek için yatay gölgeleme elemanları, batı cephesinde öğleden sonra ve doğu cephesinde sabah saatlerinde düşük açıyla gelen gün ışığının ve ısı kazançlarının engellenmesi ve kamaşma kontrolünün yapılması için düşey gölgeleme elemanları veya hareketli elemanlar tercih edilmelidir (IESNA, 2011: 499-500). Kuzeye bakan cepheler sadece gök ışığını aldığı için bu cephelerde herhangi bir gölgeleme elemanına ihtiyaç duyulmaz (Gürsoy, 2019).

İyi tasarlanmış bir gölgeleme elemanı soğuk hava şartlarında ısı kazanımını maksimize ederken, sıcak hava şartlarında ise radyasyondan kaynaklı ısı kazanımını kontrol eder ve iç mekân görsel konfor koşullarını sağlar (Cellai ve diğerleri, 2014). Aynı zamanda gölgeleme elemanları, güneş ışığının pencerelerden doğrudan girmesini engelleyerek kamaşmayı önler. Sonuç olarak, pencereler için tasarlanan gölgeleme elemanları, görsel ve iklimsel konfor koşullarını sağlar (Yener, 1998).

2.1.3. Hacim içine giren gün ışığını etkileyen faktörler

Gün ışığının yıl boyunca farklı saat, gün ve mevsimlere göre farklılık göstermesi gibi gün ışığı performansı da farklılık göstermektedir. Hacim içine giren gün ışığının miktarını ve dağılımını yapının formu ve tasarım detayları kadar içinde bulunduğu coğrafi konum ve yapı çevre gibi faktörler de etkilemektedir. Gün ışığının binalarda oluşturacağı etki güneşin konumu, çevredeki bitki örtüsü, topoğrafya, yapının bulunduğu enlem, iklim koşulları gibi coğrafi faktörlere ve çevredeki yapıların yükseklikleri, ışık yansıtıcılık özellikleri, parselin yönelme biçimi, yol genişliği-yapı yüksekliği oranları gibi yapı çevre faktörlerine doğrudan bağlıdır (Sıvacı, 2017).

İç mekâna giren gün ışığının miktarını ve dağılımını çevresel faktörlerin yanı sıra aydınlatma tasarımcılarının ve mimarların kontrolünde olan bina ölçeğindeki faktörler de etkilemektedir. Yapının yönelimi, formu ve boyutları, hacmin geometrisi ve boyutları, hacimde kullanılan tavan, duvar ve döşeme malzemelerinin yansıtıcılıkları, pencerelerin tasarımı (boyutları, konumu, saydamlık oranları, cam türü, ışık geçirme katsayısı, doğrama türü ve yüzdesi, gölgeleme elemanları) gibi parametreler hacim içine giren gün ışığını etkilemektedir (Yener ve diğerleri, 2009).

Hacim içine giren gün ışığını etkileyen faktörler çalışma kapsamında çevresel ve yapısal faktörler olmak üzere iki ana başlık altında incelenecektir.

Çevresel faktörler:

Aydınlatma tasarımcılarının ve mimarların kontrolü dışında olan parametrelerdir. Gün ve yıl içerisinde sürekli değişim gösterirler. Eğer yapı en baştan tasarlanıyorsa, mimari kararları ve tasarımı yönlendiren öneme sahiptirler. Çevresel faktörleri coğrafi unsurların etkisi ve yapı çevrenin etkisi olarak iki başlık altında inceleyebiliriz.

Coğrafi faktörlerin etkisi:

Tasarımın yapılacağı bölgenin iklim koşulları, bulunduğu enlemin etkisi, güneşin konumu gibi çevre verilerinin tasarıma girdi olarak alınması enerji etkin tasarımın önemli adımlarından birisidir.

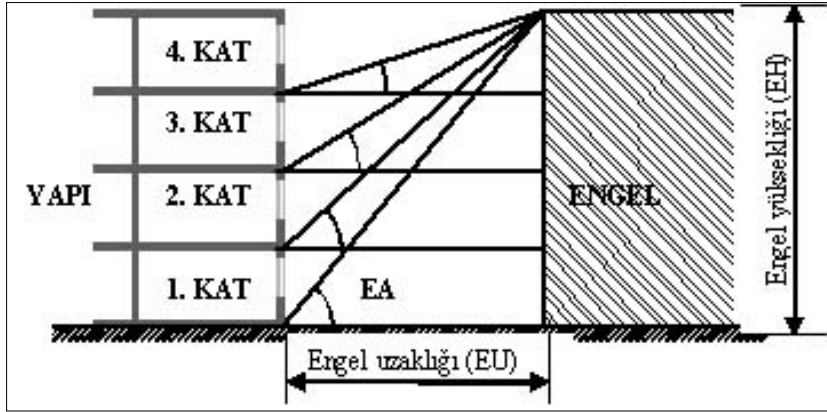
Yapılı çevrenin etkisi:

Binaların çevresini saran doğal ve yapay engeller binaların aldığı gün ışığı miktarını doğrudan etkileyen üst ölçekli kentsel tasarım parametreleridir. Bunlar genellikle hacmin içinde yer aldığı yapının çevresinde bulunan yapı, ağaç vb. yerleşime ilişkin engellerdir. Bu engellerin konumları, boyutları ve ışık yansıtma özellikleri hacim içine giren gün ışığını etkileyen parametrelerdir. Çevre yapıların yükseklikleri bina üzerinde gölgeleme etkisi yapmakta ve hacim içine giren gün ışığı miktarını ve ışığın dağılımını etkilemektedir. Ayrıca bu engellerin ve yer örtüsünün ışık yansıtıcılıkları da hacim içine giren gün ışığı miktarını etkilemektedir. Çizelge 2.1’de bazı yer örtüsü malzemelerinin ışık yansıtma çarpanları görülmektedir.

Çizelge 2.1. Bazı yer örtüsü malzemelerinin ışık yansıtma çarpanları (CIE150, 2017: 16)

Malzeme	Işık Yansıtma Çarpanı (r)
Tuğla	
Açık sarı	0,35
Kahverengi	0,30
Kırmızı	0,15
Mermer	
Açık sarı	0,50-0,60
Açık renklendirilmiş	0,30
Koyu	0,15
Taş	
Açık renk	0,50
Orta koyu renk	0,30
Koyu renk	0,15
Beton	0,30-0,40
Granit (gri)	0,30

Gün ışığını etkileyen parametrelerden biri de yol genişliği-yapı yüksekliği ilişkisidir. Bu parametre ülkemizde yönetmeliklerle sınırlandırılmıştır. İlgili yönetmelikte yol genişliklerine bağlı olarak yapılabilecek maksimum yapı yükseklikleri belirtilmektedir (Ünver, 2002). Yol genişliği-yapı yüksekliği verileri ile hacmin gün ışığı engel açısı ortaya çıkmaktadır. Şekil 2.9’da görüldüğü gibi bir yapı tasarlanırken engel açılarının bilinmesi ve gün ışığını sınırlayan kentsel elemanların tespit edilmesi yapının cephelerinin ışık alma potansiyelini belirlemektedir (Sıvacı, 2017).



Şekil 2.9. Engel açısının, engel uzaklığı ve engel yüksekliğine göre değişimi (Ünver, 2002)

Yapısal faktörler:

Yapma çevre ile ilgili olan parametreler aydınlatma tasarımcısının ya da mimarın kontrolünde olan değişkenlerdir. Ayrıca bu değişkenler bir tasarımda değiştirebileceğimiz ve yenileyebileceğimiz yapısal faktörlerdir. Bu değişkenlerin alacağı değerler iç mekânda meydana gelen gün ışığının niteliğini ve niceliğini belirlerken, aynı zamanda aydınlık düzeyi, parlıltı ve renk olarak görsel konfor etkenlerini belirli değerlere ulaştırırlar (Kılıç, 2018). Yapma çevreye ilişkin parametreler; binanın yönlenmesi, binanın formu ve boyutları, hacmin geometrisi ve boyutları, hacimde kullanılan malzemelerin ışık yansıtıcılıkları ve pencerelerin tasarımı olarak sıralanmaktadır.

Binanın yönlenmesi:

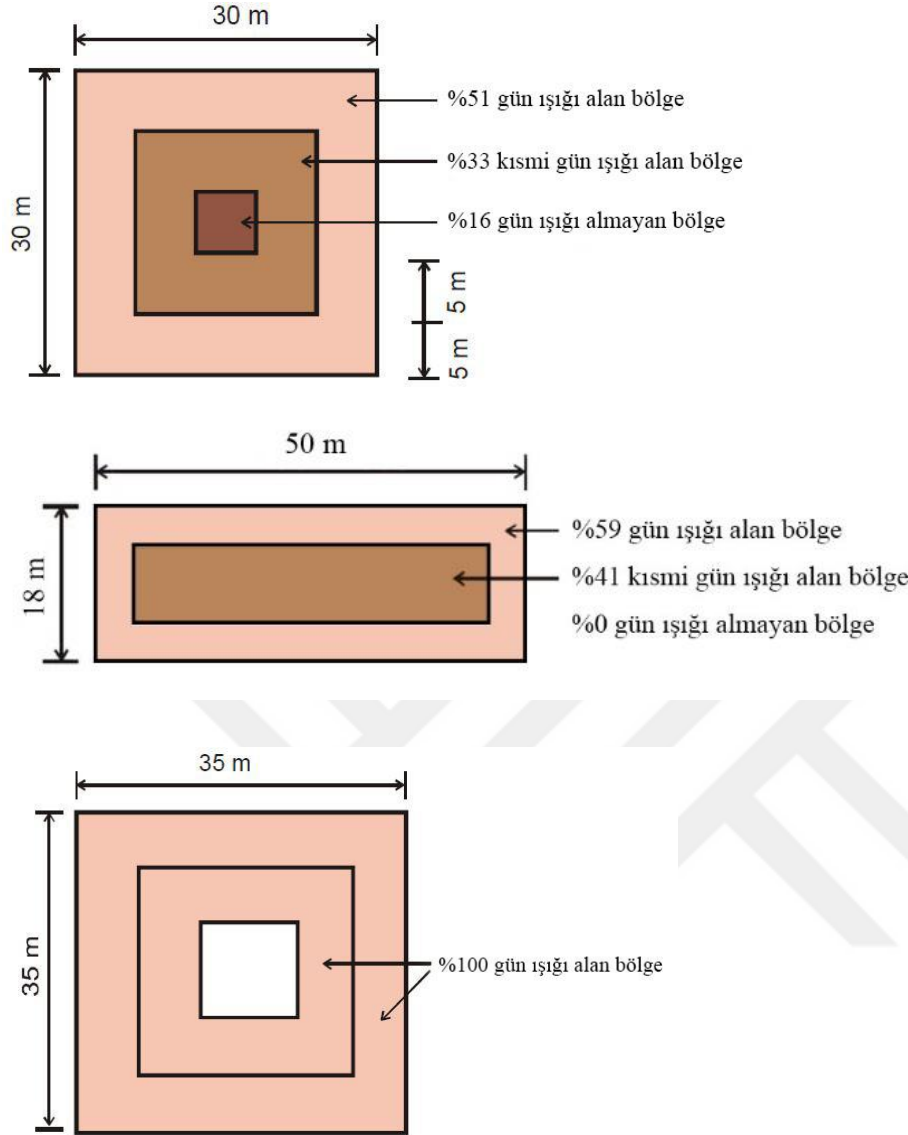
Binanın güneşe göre yönlenmesi enerji tasarrufu ve görsel konfor bakımından doğal aydınlatma tasarımı ile doğrudan ilgilidir. Yapının yönlenmesini etkileyen en önemli faktör binanın bulunduğu bölgenin iklimsel özellikleridir.

Bina yönlenmesinin amacı yaz aylarında güneş ışığı etkilerinden kaçınmak ve kış aylarında gün ışığından maksimum düzeyde yararlanmaktır (Valladares-Rendón ve diğerleri, 2017). Bu nedenle her bir yön için farklı bir tasarım stratejisinin geliştirilmesi gerekmektedir. Temel prensip; kışın ısıtma etkisinin istenmediği iklimlerde güneş ışığını dışarıda tutmak amacıyla kuzey yöne bakan pencereler kullanmak, kışın ısıtma etkisinin istendiği iklimlerde güneye bakan pencereler kullanmak ve yazın aşırı ısınma ve şiddetli parlamadan kaçınmak için doğu ve batı pencerelerinden kaçınmaktır (Lechner, 2015: 414).

Kuzeye bakan cepheler, doğuya ve batıya bakan cephelere göre kışın iki kat güneş alır ve bu şekilde hem ı ışık hem de sıcaklık kazancı sağlar. İdeal olarak cam alanı hacmin taban alanının %10-25'i arasında olmalıdır. Doğuya ve batıya bakan cepheler kış, sonbahar ve ilkbaharda az güneş ışığı alırken yaz aylarında en az dört kat daha fazla güneş ışığı alır (URL-18). Doğu ve batı yönelimleri günün sadece yarısında ışık almasından ve aldığı güneş ışığının kış yerine yazın maksimum düzeyde olmasından dolayı yönelim bakımından en kötü yönlerdir. Doğrudan güneş ışığının kullanışlılığı nedeniyle güney yönü gün ışığı için en iyi yöndür. Güneye bakan cepheler gün ve yıl boyunca en tutarlı şekilde gün ışığını alır. Ancak bu cephede ısıtma etkisinin istendiğı kış ayları için ideal olacakken yaz ayları için gölgeleme elemanı kullanılması gerekmektedir (Lechner, 2015: 413).

Binanın formu ve boyutları:

Binanın formu gün ışığından yararlanmada önemli tasarım parametrelerindendir. Binanın formu cephe açıklıklarının tasarımı bakımından oldukça önemlidir. Her cepheye kaç tane pencere yerleştirilebileceğı, çatıya kaç tane çatı penceresi yerleştirilebileceğı ve kat alanının ne kadarının gün ışığına erişebileceğini binanın formu belirler (Lechner, 2015: 414). Uzun, dikdörtgen formlar gün ışığına erişim bakımından kare olanlardan daha etkilidir. Binalarda avlu yapılması da gün ışığının yapının iç kısımlarına iletilmesini sağlar. Şekil 2.10'da aynı kat alanına sahip (900 m²) üç farklı bina formu görölmektedir. Kare formda binanın %16'sı olan çekirdek alanı hiç gün ışığı almazken, %33'ü de yalnızca kısmen gün ışığı almaktadır. Dikdörtgen formda gün ışığı almayan çekirdek alan ortadan kalkarken kısmen gün ışığı alan geniş bir alana sahiptir. Yapıda avlu kullanıldığı durumda ise bütün alanın gün ışığı aldığı görölmektedir (Lechner, 2015: 414).



Şekil 2.10. Bina formunun gün ışığı üzerindeki etkisi (PWC, 2002: 22)

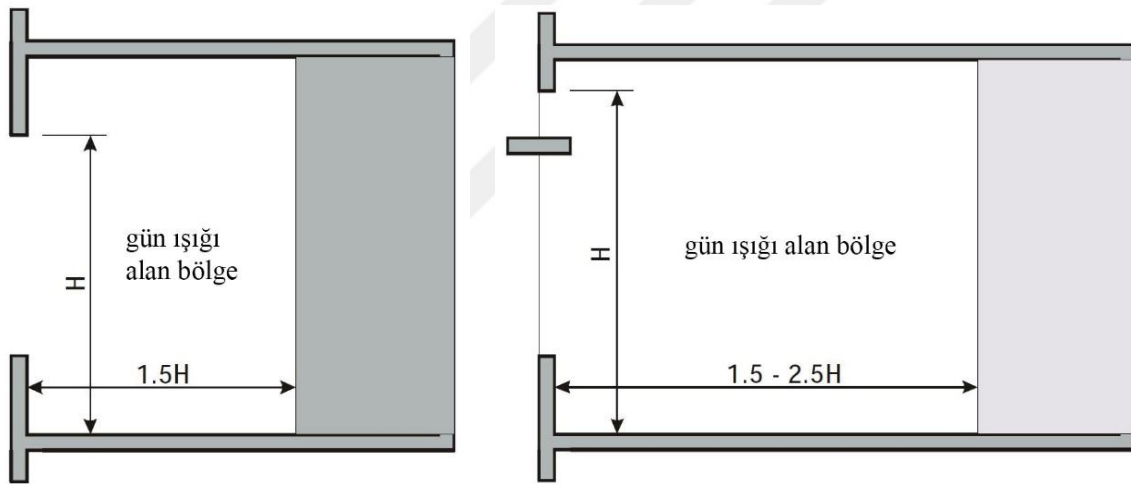
Hacimlerin bina içerisinde yerleştirileceği alanların seçiminde de binanın formu etkili olmaktadır. Gün ışığı performansı açısından ışık ihtiyacı yüksek olan hacimler gün ışığı alan bölgelere yerleştirilmeli, servis alanları gibi gün ışığı ihtiyacı olmayan hacimler ise çekirdek alana yerleştirilmelidir.

Hacmin geometrisi ve boyutları:

Hacmin geometrisine ve boyutlarına göre gün ışığının hacim içerisindeki dağılımı farklılık gösterebilir. Hacimlerin genişlik, derinlik ve yükseklik olarak sıralanabilen boyutları ve bunların büyüklüklerinin birbirlerine oranları gün ışığı aydınlık düzeyi üzerinde etkili olmaktadır (Yener, 2005).

Hacmin yüksekliği mekân içerisine giren gün ışığının dağılımını etkileyen faktörlerdendir. Pencerelerden uzaklaştıkça gün ışığı aydınlık düzeyi azaldığı için hacmin derinliği doğal aydınlatma tasarımında değişken olarak alınmalıdır. Odanın derinliği arttıkça pencereden uzak bölümlerde gün ışığı aydınlık düzeyi azalacaktır. Oda derinliklerinin daha iyi aydınlatılması için tavan yüksekliğinin artırılması ve pencerelerin tavana yaklaştırılması gerekecektir (Sıvacı, 2017).

Pencere yüksekliğinin 1,5 katı kadar olan oda derinlikleri gün ışığının yeterli aydınlatma seviyelerini sağlamasına ve dengeli ışık dağılımına olanak sağlamaktadır. Işık rafı kullanılan bir hacimde veya doğrudan güneş ışığı alan güneye bakan hacimlerde bu oran 2,5 kata kadar çıkabilir (Şekil 2.11). Bu boyutların üzerindeki hacim derinlikleri gün boyunca ek aydınlatma kullanımı gerektirecektir (PWC, 2002: 29).



Şekil 2.11. Gün ışığı aydınlık düzeyinde pencere yüksekliği ve hacim derinliğinin etkisi (PWC, 2002: 29)

Hacimde kullanılan malzemelerin ışık yansıtıcılıkları:

Hacim içinde kullanılan malzemelerin ışık yansıtma çarpanları (açıklık-koyuluğu) ve ışık yansıtma biçimleri (dokuları/mat-parlak oluşu) hacim içerisindeki aydınlık düzeyini ve dağılımını etkileyen tasarım parametrelerindendir. Her malzeme yüzeyi farklı bir ışık yansıtma çarpanına sahiptir. İç yüzey malzemelerinin rengi açıldıkça ışık yansıtma çarpanı büyür ve yüzeylerden yansıyan ışığın artmasına bağlı olarak hacim içerisindeki gün ışığı aydınlık düzeyi de artar (Yücel, 2019). Bir yüzeyin ışık yansıtıcılığı %0 ile %100 arasında değişkenlik gösterir. Örneğin, siyah mat bir boyanın ışık yansıtıcılığı %80 iken beyaz mat

boya olduğunda bu oran %80 olmakta, yüzeyin parlaklığı arttığında ise bu oran %90'a kadar çıkmaktadır (Jafarian ve diğerleri, 2017).

Gün ışığı ile ilgili yayınlanan standartlarda iç yüzey malzemelerinin ışık yansıtıcılıkları ile ilgili değer aralıkları verilerek tavsiyelerde bulunmaktadır. Ülkemizde de geçerli olan TS EN 17037 standardında iç mekânda kullanılan malzemelerin ışık yansıtma çarpanları için değer aralıkları verilmiş olup tavan için 0,7 ila 0,9; iç duvarlar için 0,5 ila 0,8; döşeme için 0,2 ila 0,4 ve dış duvarlar için 0,2 ila 0,4 olarak tavsiye edilmiştir (TS EN 17037, 2019: 24). Sağlık yapıları ve hastanelerin aydınlatması için IESNA (*Illuminating Engineering Society of North America*) tarafından verilen iç mekân malzemelerinin ışık yansıtma çarpanları ise Çizelge 2.2'de görülmektedir.

Çizelge 2.2. İç mekân malzemeleri için ışık yansıtma çarpanı önerileri (ANSI/IESNA, 2006: 42)

Yüzey	Yansıtma Eşdeğer Aralığı (yüzde)
Tavan kaplamaları	70-80
Duvarlar	40-60
Mobilya	25-45
Ekipman	25-45
Döşeme	20-40

Pencerelerin tasarımı:

Pencereler, gün ışığını mekân içine almak için kullanılan sistemlerden en çok tercih edilenidir. Yener, pencereleri “Düşey veya düşeye yakın eğimli, bina dış duvarlarında yer alan ve çalışma düzleminde istenen aydınlık düzeyini sağlamayı amaçlayan gün ışığı açıklıkları.” olarak tanımlamıştır (Yener, 2007). Pencereler doğal aydınlatmanın yanı sıra mekânların doğal havalandırmasını, güneş ısısı kazanımını ve kullanıcıların dış ortam ile bağlantılarını da sağlarlar. Bir hacme giren gün ışığının miktarı ve dağılımı pencerenin boyutuna, konumuna ve camın özelliklerine bağlı olarak değişir (Köse, 2019). Aşağıda bu parametreler kısaca açıklanmıştır.

Pencerelerin boyutu:

Pencere boyutunun mekânın aydınlık düzeyi gereksinimine göre belirlenmesi gerekmektedir. Gün ışığının mekân içine alınmasına yönelik cepheye dair en etkili belirleyicilerden olan pencere boyutunun belirlenmesine yönelik farklı ölçütler kullanılmaktadır. Bu farklı ölçütleri esas alan standartlar da bulunmaktadır. Bunlardan bir grubu her bir mekânda sağlanması gereken gün ışığı faktörü (*daylight factor, DF*) üzerinden hesaplama yapmakta, bir gurubu pencere-duvar oranı (*window to wall ratio, WWR*) üzerinden veya pencere-taban alanı oranı (*window to floor ratio, WFR*) üzerinden hesaplamalar yapmakta ve sağlanması gereken en az değerleri belirtmektedir.

Gün ışığı faktörü, “Işıklılık dağılımları bilinen, ya da varsayılan bir gökten dolaysız ya da dolaylı olarak gelen ışığın, verilmiş bir düzlemin bir noktasında oluşturduğu aydınlık düzeyinin, hiç engellenmemiş yarım küre biçimindeki gökten gelen ışığın, yatay düzlem üzerinde oluşturduğu aydınlık düzeyine oranını gösteren çarpan.” olarak tanımlanmaktadır (Sirel, 1997: 65). Gün ışığı faktörü hesaplamaları güneşin pozisyonunun, günlük veya mevsimsel değişimlerinin hesaba katılmadığı hesaplamalardır (I. Acosta ve diğerleri, 2015). Bu nedenle gün ışığı faktörü, tasarım koşulları için kabul edilebilir minimum koşullar olarak ele alındığı zaman CIE (*International Commission on Illumination*) kapalı gök yüzü durumunda uygun aydınlık düzeyi ölçütüdür (Erlalelitepe ve diğerleri, 2011). CIBSE’de ortalama gün ışığı faktörünün bir hacimdeki ışıklılık miktarının bir ölçüsü olduğu belirtilmekte ve ortalama gün ışığı çarpanının %2-5 aralığında olması gerektiği ifade edilmektedir. %2’nin altında olması durumunda elektrikli aydınlatmaya sıklıkla ihtiyaç duyulacaktır. %5’in üzerinde olduğu durumda ise iç mekân olması gerekenden çok daha fazla gün ışığı alacaktır (CIBSE, 1999: 30).

Pencere boyutunu temel alan standartlardan biri İngiltere’de yayınlanan BS8206-2’dir. Bu standartta mekândaki dış görüş değeri için gerekli pencere-duvar oranı için değerler verilmektedir. Çizelge 2.3’te görüldüğü gibi yeterli dış görüşün sağlanabilmesi için oda derinliği 8 metreden az olan hacimler için pencere alanının pencerenin bulunduğu dış duvar alanının %20’si kadar ve derinliği 14 metreden fazla olan hacimler için ise %35’i kadar olması önerilmektedir (BS8206-2, 2008: 6).

Çizelge 2.3. Tek taraflı pencere ile aydınlanan hacimlerde yeterli dış görüş için oda derinliğine bağlı pencere-duvar alanı oranı ilişkisi (BS8206-2, 2008: 6)

Oda Derinliği (m)	Pencere / Duvar alanı oranı (%)
<8	20
$8 \leq x \leq 11$	25
$11 \leq x \leq 14$	30
≥ 14	35

Pencerelerin toplam alanının, pencereler dahil toplam cephe alanına oranı olarak tanımlanan pencere-duvar oranı (WWR) üzerinden pencere boyutlarının belirlenmesi konusu da standartlara girmiştir. Pencere-duvar oranı %0 ile %100 arasında bir ölçekte ölçülendirilir. Amerika’da yayınlanan ASHRAE 90.1-2016’ya göre bina türlerine göre olması gerekli pencere-duvar alanı oranları Çizelge 2.4’te görülmektedir (ASHRAE90.1-2016, 2017).

Çizelge 2.4. Bina türüne göre pencere-duvar oranları (ASHRAE90.1-2016, 2017)

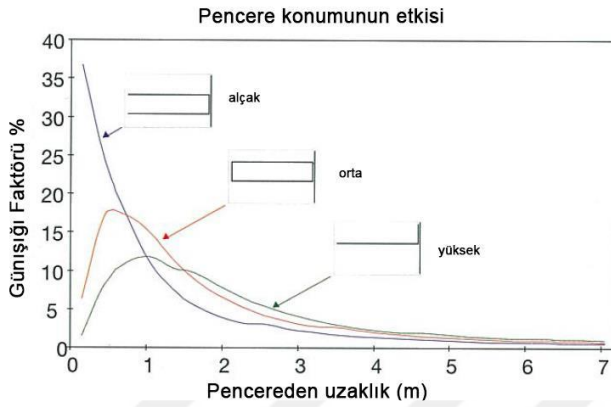
Bina Türleri	Pencere-Duvar Oranı
Bakka1	%7
Sağlık Merkezi (ayaktan tedavi)	%21
Hastane	%27
Otel/motel (≤ 75 oda)	%24
Otel/motel (> 75 oda)	%34
Ofis ($\leq 450 \text{ m}^2$)	%19
Ofis ($450 - 4\,500 \text{ m}^2$)	%31
Ofis ($> 4\,500 \text{ m}^2$)	%40
Restoran (hızlı servis)	%34
Restoran (tam hizmet)	%24
Perakende (bağımsız)	%11
Perakende (şerit alışveriş merkezi)	%20
Okul (ilkokul)	%22
Okul (ortaokul ve üniversite)	%22
Depo (soğutulmamış)	%6

Pencerelerin konumu:

Pencerelerin üzerinde bulunduğu duvardaki konumu ve biçimi gün ışığının hacim içerisindeki dağılımını etkilemektedir. Hacim içerisindeki aydınlık düzeyi pencereye yakın

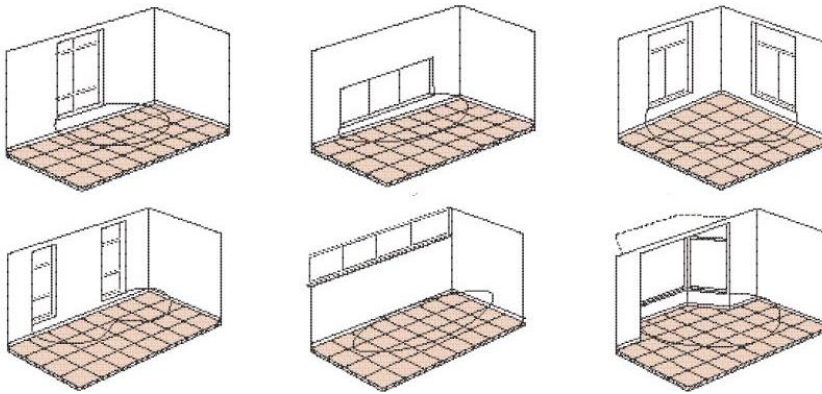
noktalarda en yüksek değerindeyken pencereden uzaklaştıkça bu değer azalır ve hacmin derinliklerinde gün ışığı aydınlık düzeyi yetersiz seviyelere düşer.

Duvar üzerinde yüksekte konumlandırılan pencereler, hacmin arka taraflarına daha fazla gün ışığı ulaşmasını sağlarken pencereye yakın noktalardaki gün ışığı seviyelerini azaltır ve hacim içerisinde daha düzgün bir gün ışığı dağılımı sağlar (Şekil 2.12) (Ignacio Acosta ve diğerleri, 2016). Pencereler duvar üzerinde ne kadar yükseğe yerleştirilirse mekânın derinlerine girebilen gün ışığı miktarı da o kadar artar. Gün ışığı alan faydalı alanın derinliği pencerenin üst kısmının yerden yüksekliğinin 1,5 katı kadardır (Lechner, 2015: 416).



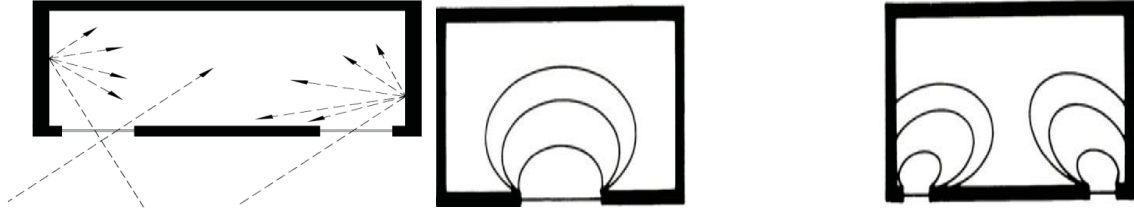
Şekil 2.12. Gün ışığı çarpanının pencerenin yüksekliği ve odanın derinliğine göre değişimi (Baker ve Steemers, 2002: 107)

Pencereler dikeyden ziyade yataysa ve yoğun değil de yayılmış şekildeyse gün ışığının hacim içindeki dağılımı daha düzgün olacaktır (Lechner, 2015: 416). Şekil 2.13'te değişen pencere şekillerine ve yüksekliğine göre hacim içerisinde değişen aydınlık düzeyi dağılımı görülmektedir.



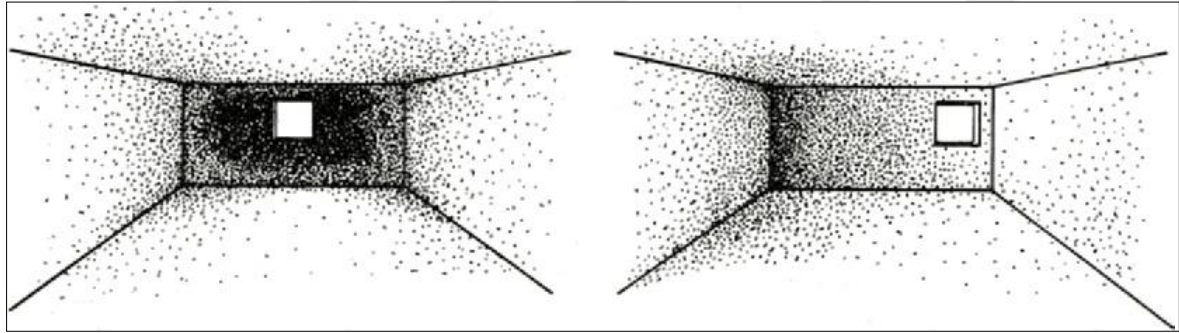
Şekil 2.13. Farklı pencere konumlarına göre değişen gün ışığı dağılımları (CIBSE, 1999: 41)

Bunların yanı sıra pencerelerin duvar üzerinde duvarın orta aksında konumlandırılmasının yerine yan duvarlara yakın şekilde konumlandırılması Şekil 2.14'te görüldüğü gibi yan duvarlardan yansımayla ışık dağılımını ve kalitesini artırmakta ve parıltıyı azaltmaktadır. Böylece yan yüzeylerin parıltısı artırılarak gün ışığının mekân içerisinde daha homojen dağılması sağlanmakta ve yüzeyler arasındaki kontrast azalmaktadır (CIBSE, 1999: 40-44).



Şekil 2.14. Yan yüzeylerin yansıtıcılığının etkisiyle mekân içerisinde gün ışığı dağılımının artırılması (Lechner, 2015: 417)

Benzer şekilde Şekil 2.15'te pencerenin yan duvara yakın konumlandırılması sonucu duvarda meydana gelen aydınlık düzeyinin artması ile pencere ve etrafındaki duvar arasındaki parıltı miktarı azalmaktadır (CIBSE, 1999: 40-44).



Şekil 2.15. Pencerenin konumlandırıldığı yere bağlı olarak yan duvarlardan yansıyan ışık nedeniyle yan duvarlarda meydana gelen parıltı miktarı (Lechner, 2015: 418)

Pencerede kullanılan camın ışık geçirme özellikleri:

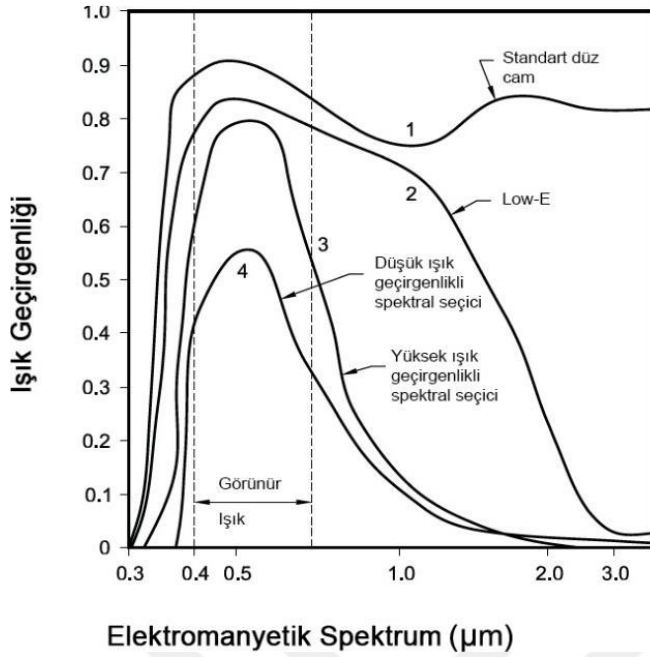
Pencerede kullanılan cam türünün doğru seçimi etkin gün ışığı tasarımında önemli parametrelerden biridir. Gün ışığının herhangi bir açıklıktan içeri girmesi birçok değişkene bağlı olmakla birlikte gün ışığının cam yüzeyine ulaşmasından itibaren iç mekânda oluşacak gün ışığı miktarını camın ışık geçirme özelliği belirlemektedir. Cam türü seçimini yaparken (doğrama ve cam malzemesi seçimi) görsel ve ısı konforu sağlanması dikkate alınmalıdır. Bu bakımdan iç mekâna gün ışığı geçişini artırmak, parıltıyı kontrol etmek, termal konforu

sağlamak, yoğuşmayı engellemek, ses kontrolünü ve havalandırmayı sağlamak cam türü seçiminde önemli performans parametreleri olarak sıralanabilir (Carmody ve diğerleri, 2007: 106).

Camların binalarda kullanımı ile güneş ışıının kontrolü, gün ışığının kontrollü olarak içeriye alınması, güneş ışıınından ısı kazancı sağlanması, dış ortam ile görsel temasın sağlanması ve güneş ışıının hacimlerde yarattığı ısıtıcı etkinin kontrol edilmesi amaçlamaktadır (Yener, 2007). Bu bakımdan hacim içinde meydana gelen gün ışığı miktarını etkileyen en önemli değişken camın ışık geçirgenlik (*visible transmittance-VT*) değeridir. Işık geçirgenliği “cama dik açı ile gelen 380-780 nanometre dalga boyları arasındaki görünür güneş ışığının cam veya cam kombinasyonları tarafından içeri geçirilen yüzdesi” olarak ifade edilmektedir. Gün ışığının geri yansıtılan bölümüne ise gün ışığı yansıtma yüzdesi denilmektedir (Sarıtaş, 2008).

Pencerelerin ışık geçirme özelliklerinin değerlendirilmesinde cam türü, doğramanın kalınlığı ve camın kirlilik durumu gibi değişkenler hacme giren gün ışığı miktarını doğrudan etkiler (Yücel, 2019). Etkin bir gün ışığı tasarımı için doğru cam malzemesini seçmek son derece önemlidir. Genel olarak kullanılan cam türleri; normal-düz camlar (*clear glass*), renkli camlar (*tinted glass*), ısı korunumlu camlar, yansıtıcı camlar (*reflective glass*) ve spektral camlar olmaktadır (Lechner, 2015: 424).

Normal düz camların ışık geçirgenliği 0,88 olup bu camlar yüksek gün ışığı geçirgenliği sağlar, ancak büyük miktarda güneş ısısının da hacim içerisine girmesine izin verir. Renkli cam 0,23 ile 0,51 arasında değişen ışık geçirgenliğine sahiptir ve görünür ışııkta bir miktar azalmaya neden olur. Yansıtıcı camlar renkli camdan daha fazla ısı emer ve ışık geçirgenliği yaklaşık olarak 0,12 olup iyi bir yansıtma özelliğine sahip olduğu için iç mekânda kasvetli bir ortam yaratır. Spektral camlar ise, gün ışığı geçirgenliğini azaltmadan ısı kazanımını önemli ölçüde azaltan camlardır (Danny H. W. Li ve Tsang, 2008). Şekil 2.16’da spektral camların görünür ışık tayf aralığında standart cama yakın ışık geçirgenliği gösterdiği görülmektedir. Isı korunumlu camlar ise iki veya daha fazla cam tabakasının arasına yalıtım sağlaması amacıyla bırakılan boşlukların bir ünite oluşturacak şekilde bir araya gelmesinden oluşur. Normal-düz camlar ile aynı ışık geçirgenliğine sahip olmanın yanında ısı yalıtımı sağlamaktadır (Kılıç, 2018).



Şekil 2.16. Spektral camların çeşitlerine göre ışık geçirgenlikleri (Lechner, 2015: 426)

Sonuç olarak cam türünü seçerken hacim içerisinde sağlanması gerekli görsel ve termal konfor koşulları dikkate alınarak en uygun cam türünün seçilmesi doğal aydınlatma performansının artırılması ve enerji tasarrufu sağlanması bakımından oldukça önemlidir.

2.2. Sağlık Yapıları ve Hasta Odalarının Tanıtımı

Sağlık kavramı, tüm ulusların temel gelişmişlik düzeyini gösteren ve aynı zamanda toplumların ekonomik kalkınmasında da rol oynayan önemli bir kavramdır. Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) tanımına göre sağlık, “sadece hastalık ve sakatlığın olmayışı değil, bedence, ruha ve sosyal yönden tam iyilik halidir.” (WHO, 1992: 7).

Bütün canlıların doğduğu andan itibaren temel amacı hayatta kalmak ve sağlığını korumaktır. İnsanlarda sağlığı korumaya yönelik davranışlar zamanla gelişmiş ve bilinçli davranışlara dönüşmüş, hatta toplumsal bir davranış niteliği halini almıştır. Bu gelişim de sağlık hizmetleri sektörünü doğurmuştur (Akdur, 1999: 3). Sağlık hizmetleri insan sağlığına zarar vermeden çeşitli etmenlerin yok edilmesi ve toplumun bu etmenlerin etkilerinden korunması, hastaların tedavi edilmesi, bedensel ve ruhsal yetenek ve becerileri azalmış kişilerin yeniden topluma kazandırılması için yapılan hizmetlerdir (Sağlık Bakanlığı, 2005: 2). Bu bakımdan ele alındığında sağlık hizmetlerini verdikleri hizmetin türüne göre;

koruyucu sağlık hizmetleri, tedavi edici sağlık hizmetleri, rehabilitasyon hizmetleri ve sağlığın geliştirilmesi şeklinde gruplandırmak mümkündür.

Sağlık hizmetlerinin sunulduğu yapılar olan sağlık yapıları fiziki, ruhi ve sosyal açıdan iyi olma durumunu temin etmede önem arz etmektedir. Çalışmanın bu kısmında öncelikle sağlık hizmetlerinin sunulduğu yapılar olan sağlık yapılarının tanımı yapılmış, daha sonra sağlık yapılarından olan hastanelerin tanımı yapılarak hastanelerin bölümleri ve bölümlerden biri olan hasta odalarının tanıtımı yapılmıştır.

2.2.1. Sağlık yapılarının tanımı

Sağlık yapıları, genellikle doktorun hastayı kontrolünü sağlayan, uzmanları bir araya getiren ve ortak çalışmalarına imkân sağlayan, yardımcı personel ile gerekli donanım ve malzemeyi bulunduran yer olarak tanımlanır (Kepez, 2001). Sağlık yapıları bireyin ve toplumun sağlığını korumak için koruyucu, teşhis ve tedavi edici fonksiyonları yerine getirir. Birçok sağlık servisini ve yardımcı servisleri bünyesinde barındırır (Akıncıtürk, 1985).

Her toplumun sağlık sorunları ve olanakları farklı olduğundan sağlık hizmetlerinin sunulması konusunda çok çeşitli uygulamalara rastlanmaktadır (Hayran ve Sur, 1998: 37). Ayrıca sağlık yapılarının tarihsel gelişimi de göz önüne alındığında sağlık hizmetlerinin verildiği kuruluş türleri için tek bir sınıflandırma yapmak mümkün değildir. Ülkemizde de değişik şekillerde sınıflandırabileceğimiz sağlık yapılarını mevcut sağlık sistemimize göre;

1. Sağlık Merkezleri
2. Sağlık Ocakları
3. Hastaneler

şeklinde üç ana grupta toplayabiliriz. Bu grupta sağlık merkezlerine; ağız ve diş sağlığı, fizik tedavi ve rehabilitasyon, organ nakil, diyaliz, yanık tedavi merkezleri örnek olarak verilebilir. Sağlık ocakları ise yaklaşık 5 000-10 000 kişilik gruplar için köylerde, kasabalarda ve mahallelerde hizmet veren sağlık yapılarıdır (Çetintaş, 2016). Sağlık sisteminin temelini oluşturan ve yataklı tedavi kurumları olarak da anılan hastaneler aşağıda daha detaylı açıklanmıştır.

2.2.2. Hastane tanımı ve hastanelerin sınıflandırılması

Hasol (2005: 218) hastaneyi en sade haliyle, “hastaların yatırılarak bakıldığı yurt” olarak tanımlamaktadır. Sağlık Yapıları Asgari Tasarım Standartları Kılavuzu (2010)’na göre hastaneler “Sağlıklı veya sağlığını kaybetmiş kişi ve yakınlarının tanı, tedavi, destek ve danışmanlık hizmeti aldıkları tesislerdir.”. Yataklı Tedavi Kurumları İşletme Yönetmeliği ise hastaneleri “Hasta ve yaralıların, hastalıktan şüphe edenlerin ve sağlık durumlarını kontrol ettirmek isteyenlerin, ayaktan veya yatarak müşahade, muayene, teşhis, tedavi ve rehabilite edildikleri, aynı zamanda doğum yapılan kurumlar.” olarak tanımlamaktadır (Sağlık Bakanlığı, 1983: 1315) . Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ise hastaneyi “Bir hastalık veya yaralanmadan muzdarip veya muzdarip olduğundan şüphelenilen kişiler ve hamileler için gözlemsel, teşhis, tedavi ve rehabilitasyon hizmetlerinden oluşan kısa ve uzun süreli tıbbi bakım sağlayan bir yatılı kuruluştur.” şeklinde tanımlamaktadır (WHO, 1964).

Günümüzde hastaneler; tedavi ve tıbbi bakım işlevlerinin yapıldığı, bununla birlikte hekimlerin ve yardımcı sağlık personelinin eğitildiği bir eğitim kurumu, tıbbi araştırmaların yapıldığı bir araştırma merkezi ve birçok meslek grubundan kişilerin çalıştığı bir örgüt, sosyal bir kurum ve çoğunluğu kamu kuruluşu niteliğinde olan hizmet işletmeleridir (Danacı, 2010).

Hastaneler arasında büyüklük, sağladıkları hizmetler ve işletme bakımından farklılıklar bulunmaktadır (Akıncı, 1985). Hastaneler aşağıda sıralandığı gibi; sundukları hizmetlerin türlerine, hastanenin mülkiyetine, hastaların hastanede ortalama kalış sürelerine, yatak adetlerine, hizmet basamaklarına ve akreditasyon durumuna göre çeşitli sınıflara ayrılmaktadır:

1. Sundukları Hizmet Türüne Göre Hastaneler

- a. Eğitim-Araştırma Hastaneleri
- b. Genel Hastaneler
- c. Özel Dal Hastaneleri

2. Mülkiyetine Göre Hastaneler

- a. Devlet Hastaneleri
- b. Üniversite Hastaneleri
- c. Belediye Hastaneleri

- d. Özel Hastaneler
 - e. Dernek ve Vakıf Hastaneleri
 - f. Yabancılarla Ait Hastaneler
 - g. Azınlık Hastaneleri
3. Hastaların Yatış Süresine Göre Hastaneler
- a. Akut Bakım Hastaneleri (30 günden kısa süreli)
 - b. Kronik Bakım Hastaneleri (30 günden uzun süreli)
4. Yatak Sayısına (Büyükliklerine) Göre Hastaneler
- a. 50 Yataklı Hastaneler
 - b. 100 Yataklı Hastaneler
 - c. 200 Yataklı Hastaneler
 - d. 400 Yataklı Hastaneler
 - e. 400 ve Üzeri Yataklı Hastaneler
5. Hizmet Basamaklarına Göre Hastaneler
- a. Birinci Basamak Hastaneler
 - b. İkinci Basamak Hastaneler
 - c. Üçüncü Basamak Hastaneler
6. Akreditasyon Durumuna Göre Hastaneler

2.2.3. Hastane bölümleri

Hastaneler her biri farklı nitelikler taşıyan, farklı mekân organizasyonları ve düzenlemeleri gerektiren, teknik donanımları özelleşen, kullanılan ekipmanları ve tıbbi teknolojileri değişen ünitelerden, bölümlerden ve servislerden oluşmaktadır. Hastane binasında yer alan hizmetler ve fonksiyonlar düşünüldüğünde hastane bölümleri dört ana başlık altında toplanabilir:

1. Temel Fonksiyon Alanları,
2. Yardımcı Sağlık Hizmetleri,
3. Hastane Destek Servisleri,
4. İdari ve Teknik Birimler (Aydın, 2009: 19).

Temel fonksiyon alanları; hastanelerde hastaya odaklı tanı, teşhis ve tedavi amaçlı organize olan bölümler olup hastanenin büyük bir bölümünü oluşturur (Aydın, 2009: 19). Yardımcı

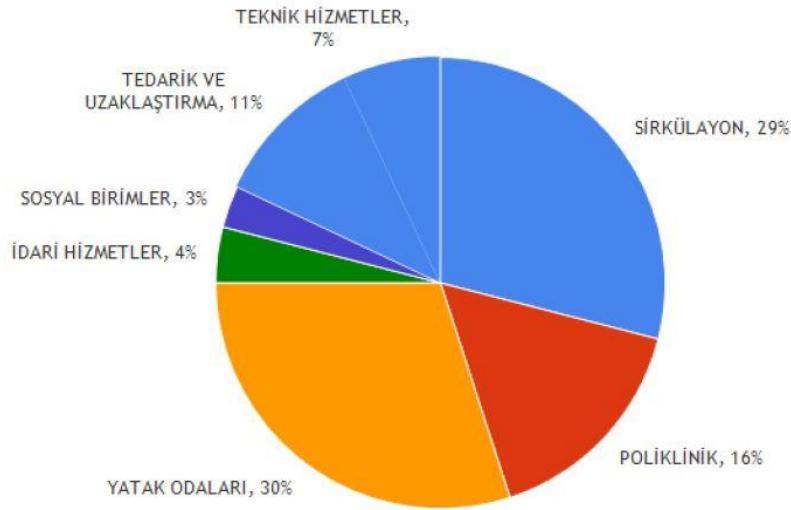
sağlık hizmetleri; hastanenin temel fonksiyon alanlarını tetkik ve hizmet yönünden destekleyen bölümlerdir. İdari ve teknik birimler ise; hastanenin idari ve teknik çalışanlarına destek veren bölümlerdir (Özdemir, 1976: 40). Çizelge 2.5'te hastane bölümlerinin alt birimleri görülmekte olup bu çalışma kapsamında hasta bakım ünitelerinden olan hasta odaları detaylı şekilde açıklanmıştır.

Çizelge 2.5. Hastane bölümleri ve alt birimler (Aydın, 2009: 19)

HASTANE BÖLÜMLERİ			
Temel Fonksiyon Alanları	Yardımcı Sağlık Hizmetleri	Hastane Destek Servisleri	İdari ve Teknik Birimler
• Poliklinikler • Acil Servis • Teşhis Üniteleri • Tedavi Üniteleri • Hasta Bakım Üniteleri • Ameliyathane ve Doğumhane • Yoğun Bakım Üniteleri • Merkezi Sterilizasyon Üniteleri	• Hasta Kabul Servisi • Laboratuvarlar • Eczane • Ambulans İstasyonları • Protez ve Alet Yapımcıları • Morg ve Otopsi • Kan Bankası	• Mutfak • Çamaşırhane • Pnömatik Tüp Transfer Merkezi • Tıbbi Atık	• İdare Birimi • Klima ve Havalandırma Santralleri • Merkezi Vakum ve Oksijen Dairesi • Elektrik Bölümleri

2.2.4. Hasta odalarının tanımı ve sınıflandırılması

Hasta yatak odaları hastaların, hastalık türüne bağlı olarak bir müddet yattığı, temizlendiği, beslendiği, müşahade altında bulunarak dinlendiği ve tedavi gördüğü mahallerdir (Bayar, 1994). Kısacası hasta bakımının yapıldığı mahallerdir. Hastane hizmet dağılımına bakıldığında zaman hasta yatak odaları sahip olduğu oranla hastanelerin hedef mahallidir ve hastanenin kapasitesini belirleyen bölümlerdir (Şekil 2.17).



Şekil 2.17. Hastane hizmet dağılım şeması ve yüzdelik payları (Karamustafa, 2012)

Hastanelerde hasta yatak odalarının bulunduğu bölüm “hasta bakım ünitesi” olarak adlandırılır ve hasta bakım ünitelerinde;

- Hasta odaları
- Hemşire istasyonu
- Gündüz odası
- Nöbetçi doktor odası
- Asistan odası
- Hasta bakıcı odası
- Temiz-kirli çamaşır deposu
- Klinik depo ve ıslak hacimler (WC, lavabo) bulunur (Aydın, 2009: 57).

Özel Hastaneler Yönetmeliği’ne göre hasta odalarının, doğrudan ve yeterli gün ışığı ile aydınlanabilecek konumda düzenlenmesi gerekmektedir (Sağlık Bakanlığı, 2002: 6). “Doğrudan gün ışığı almayan, ziyaretçi ve hastane personelinin yoğun kullandığı, hastanın sıhhat ve istirahatini olumsuz tarzda etkileyecek mekânlar hasta odası olarak düzenlenmemelidir. Güney, doğu ve güneydoğu yönü hasta odaları için ideal yöndür. Olumsuz güneş ışığı etkisi kaçınılmaz ise çözümler üretilmelidir. Hasta odaları manzaraya yönlenmeli, acil servis girişi, morg ve servis girişine bakmamalıdır.” (Aydın, 2009: 57).

Hasta odalarında kullanıcıya ve planlamaya göre gruplama yapılarak sınıflandırma yapılabilmeyle birlikte hasta odaları genellikle;

- Kullanıcının yaşına
- Kullanıcının cinsiyetine
- Kullanıcının hastalığına
- Hasta yatak sayısına göre sınıflandırılır (Özil, 2008).

Kullanıcının yaşına göre hasta odaları:

Kullanıcının yaşına göre hasta odalarını ele aldığımızda; hasta bakım ortamında kullanılacak donanımlar, yataklar ve bunlara bağlı olarak odanın boyutları belirlenmektedir. Bebekler, çocuklar ve yetişkinler; antropometrik boyutlarının farklı olması sebebiyle farklı niteliklerde hareketli ve sabit donanım gereksinimlerini sağlayan farklı tasarlanmış odalar kullanırlar (Çobanoğlu, 2007). Yetişkinlerde, temizlenme ve bakım hastanın kendisi tarafından yapılabilmekte, fakat çocuk hastalarda bu çoğu zaman mümkün olamamakta bundan dolayı banyo ve tuvalet düzenlemelerinde farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Ayrıca çocuk odalarının dekorasyonu, yetişkin hasta yatak odalarına göre renk, mobilya, kaplama çeşidi ve aydınlatma aygıtları bakımından da daha farklı yapılmaktadır (Özil, 2008).

Kullanıcının cinsiyetine göre hasta odaları:

Çocuk ve bebek dışındaki tüm hastalar için cinsiyete göre ayırım yapılması gerekmektedir. Bakım ihtiyaçlarından kaynaklandığı kadar, hastanın psikolojisi, sosyal ve toplumsal değer yargılarına dayandırılan bu ayırım niteliksel değil niceliksel olarak kabul edilir (Çobanoğlu, 2007). Bu şekilde yapılan ayırım ile hastaların cinsiyetlerine göre olan gereksinim farklılıkları daha kolay çözülürken, hastanın WC-banyo ve temizlik gibi gereksinimlerini daha rahat karşılaması da sağlanmış olur (Özil, 2008).

Kullanıcının hastalığına göre hasta odaları:

Hastalık türü ve hastalığın ağırlık derecesine göre bazı hastalıklar özel (farklı) mekân düzenlemeleri gerektirmektedir. Örneğin; yanıklarda, ağır cerrahi ve plastik cerrahide normal hastalar için uygulanan sterilizasyondan çok daha yoğun ve hassas bir bakıma ihtiyaç vardır (Bayar, 1994) . Ayrıca bulaşıcı hastalıklarda mutlaka hastalığın yayılmasını önleyici tedbirlerin alındığı mekânlar yaratılmalıdır (Özil, 2008). Genel olarak hastanelerde, hastalıklara göre oluşturulan ihtisas istasyonları 2 büyük kısımdan ibarettir (Öcel, 1988):

1. Tıbbi Kısım (medikal)
 - a. Dahili hastalıklar
 - b. Deri hastalıkları
 - c. Tüberküloz
 - d. Psikiyatri
 - e. Çocuk hastalıkları
2. Cerrahi Kısım
 - a. Genel cerrahi
 - b. Doğum ve kadın hastalıkları
 - c. Kulak, burun, boğaz hastalıkları
 - d. Bulaşıcı hastalıklar
 - e. Ortopedi

Hasta yatak sayısına göre hasta odaları:

Hasta yatak odasını kullanan hasta sayısına göre hasta yatak odasının formunda ve boyutlarında değişiklik olmaktadır (Özil, 2008). Hasta odaları odadaki hasta kapasitesine göre:

- Bir kişilik veya özel odalar
- İki kişilik odalar
- Üç kişilik odalar
- Dört kişilik odalar
- Beş, altı ve sekiz kişilik odalar
- Koğuş tipi odalar olarak sınıflandırılır (Bayar, 1994).

Günümüzde hasta yatak sayısına göre yapılan bu sınıflandırma ancak mevcut hastanelerde yapılabilir. Türkiye Sağlık Yapıları Asgari Tasarım Standartları Kılavuzu'na göre yeni yapılacak hastanelerde, bir odanın azami kapasitesi iki hasta olmakla birlikte odaların tek kişilik olarak planlanması enfeksiyon kontrolü, hasta mahremiyeti, hasta güvenliği ve uzun dönemde ekonomik olması nedeni ile tavsiye edilmektedir (Sağlık Bakanlığı, 2010: 77).

Tek kişilik hasta odaları, genellikle ağır hastalıklar ve hastalığın ölüm öncesi döneminde diğer hastaların psikolojik olarak etkilenmemesi için veya özel odalar olarak kullanılabilen

odalar. Resim 2.2’de görüldüğü gibi tek kişilik hasta odaları diğer hasta odalarına kıyasla daha donanımlı, hastanın daha rahat edeceği bir dekorasyona sahiptir. Ancak bu tür hasta odalarında hemşirelerin hasta için ayırdığı süre azalmaktadır (Özil, 2008). Bununla birlikte hastanın tek olması hasta odasında sağlanması gerekli fiziksel konfor koşullarının oluşturulmasını kolaylaştırmaktadır (Bayar, 1994).



Resim 2.2. Kayseri Şehir Hastanesi tek kişilik hasta odası (URL-6)

İki kişilik hasta odaları tek kişilik odalara kıyasla daha ekonomiktir ve hastaların birbirini denetlemesine de imkân tanır. Bununla beraber hastaların karşılıklı olarak birbirlerinin ışıklarından rahatsızlık duymasına neden olmaktadır (Öcel, 1988). Resim 2.3’te görüldüğü gibi hastaların birbirinden duydukları rahatsızlığı engellemek için perde paravan kullanılabilir (Özil, 2008).



Resim 2.3. Bilkent Şehir Hastanesi iki kişilik hasta odası ve perde paravan kullanımı (URL-7)

Üç kişilik hasta odalarında genellikle cephe boyutu değişmezken oda derinliği artmakta ve planlama dar ve uzun koridor tipini almaktadır (Özil, 2008). Yataklar birbirine paralel konumlandırıldığı için en iç kısımda yer alan yatak hem gün ışığından hem de havalandırmadan daha az yararlanmaktadır (Bayar, 1994).

Dört kişilik hasta odalarında, hemşirelerin hastalarla ilgilenmesi optimum düzeye çıkmaktadır. Her yatak karşısındaki iki yatağın sirkülasyon alanına denk gelecek şekilde kaydırılarak yerleştirildiği durumda hastaların birbirinden rahatsız olması bir miktar engellenebilmektedir (Özil, 2008).

Beş, altı ve sekiz kişilik hasta odaları ile koğuş tipi hasta odaları hasta yataklarının yan yana dizildiği odalardır. Hasta sayısının fazla olmasından dolayı havalandırma, iklimlendirme ve doğal aydınlatma bakımından yetersiz kalmakta ve hijyen problemleri oluşmaktadır (Özil, 2008).

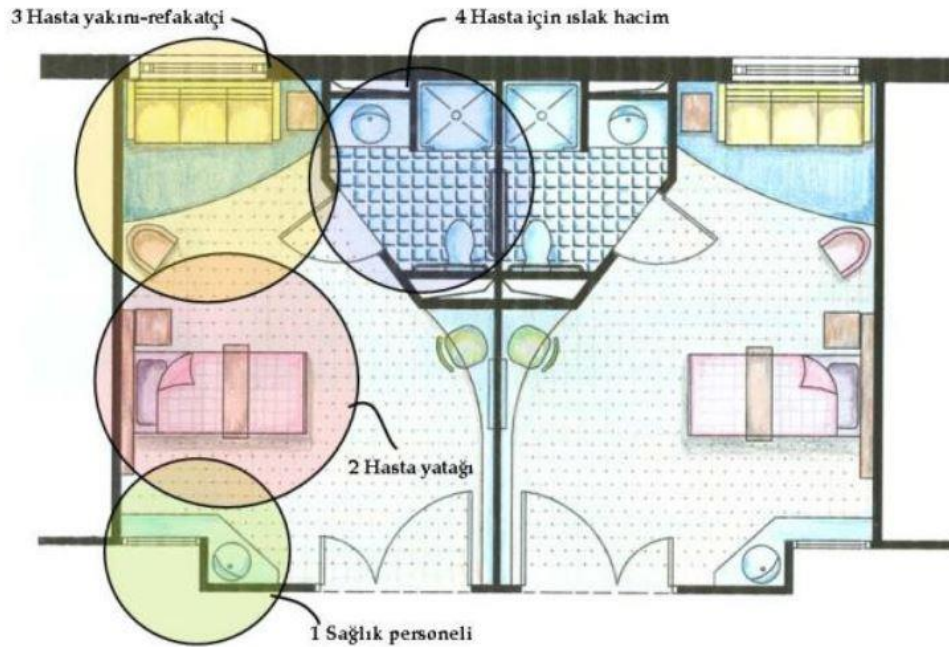
2.2.5. Hasta odalarının planlanması

Hastanelerin ana kullanıcısı olan hastaların tedavi birimi olarak hasta odaları, hastane mekânının temel öğelerinden ve hastanelerin tasarımında öncelikli alanlardan biri olup,

hastanelerin planlanmasında ve mekânsal organizasyonda belirleyici rol oynamaktadır (Birinci, 2020).

Hasta odalarının planlanmasında belirli bir standardın konulması hem sağlıklı ortamların oluşturulması hem de ekonominin sağlanması açısından önemli hale gelmektedir. Oluşturulan planlamada yalnızca mekânsal boyutların değil aynı zamanda görsel ve fiziksel konfor koşullarının tümünün ortaya konularak çözümlerin üretilmesi gerekmektedir (Bayar, 1994).

Tek veya iki kişilik odaların kullanımının esas alınmaya başlandığı günümüzde, iyileşme sürecinde hasta ve hasta yakınına olumlu etkiler yaratan, sağlık personeli için uygun çalışma ve müdahale ortamı yaratan mekân organizasyonları yaratılmaya çalışılmaktadır (Birinci, 2020). Bu bağlamda standart bir hasta odası Şekil 2.18’de görüldüğü gibi hasta yakını alanı, hastaların kullanımı için hasta ıslak hacmi, yatağın ve tıbbi cihazların bulunduğu hasta yatağı alanı ve sağlık personelinin kullandığı personel lavabosu olmak üzere dört bölümden oluşmaktadır (Aydın, 2009: 58).

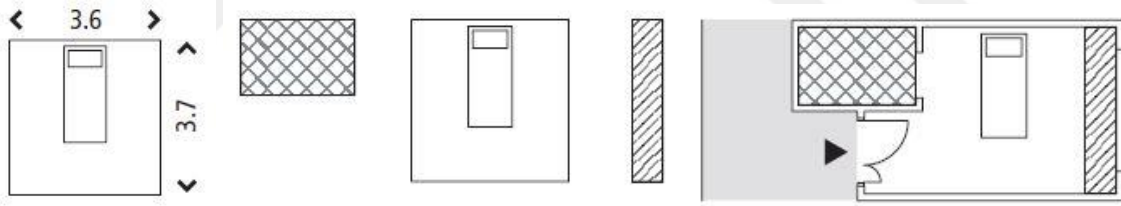


Şekil 2.18. Hasta odası bölümleri (Aydın, 2009: 58)

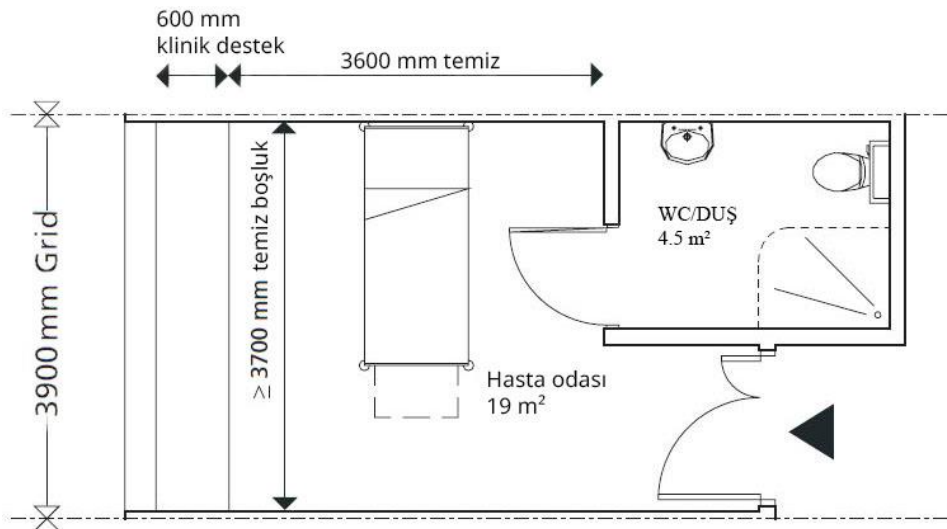
Dünya genelinde hasta yatak odasında bulunması gerekli donanımlara ve asgari ölçülere dair standartlar bulunmaktadır. Bütün dünya üzerinde hasta odalarındaki eğilim tek kişilik

odalara doğru kaymıştır. Amerikan Mimarlar Enstitüsü Sağlık için Mimarlık Akademisi tarafından yayınlanan yönergeye göre oda başına maksimum yatak sayısı bir olacak ve iki yatak koyulması gerektiğinde ilgili makamlardan onay alınacaktır. Yönergeye göre her hasta odasında tuvalet ve duş alanı, klinik destek alanı, aile alanı ve her hastanın kendi odasında tam boy giysilerini asmak ve kişisel eşyalarını saklamak için uygun ayrı bir dolap olmalıdır. Fiziksel alan olarak tek kişilik odalarda 11,15 metrekare boş alan olacak ve yatak kenarları ile herhangi bir sabit engel arasında en az 91,44 cm mesafe bırakılacaktır (AIA, 2006: 40-41).

İngiltere’de yayınlanan bir dokümanda yatak için temiz 3,60 metre genişliğinde ve 3,70 metre derinliğinde boşluk bırakılması gerektiği belirtilmiştir. Ayrıca 4,5 metrekare tuvalet/duş alanı ve 3 metrekare aile ve klinik destek alanı bırakılması, böylece tek kişilik hasta odası için en az 23,5 metrekare alan ayrılması gerektiği ifade edilmiştir (NHS Estates, 2005: 6-9). Şekil 2.19’da ayrılması gereken alanların şematik gösterimi ve Şekil 2.20’de örnek bir tek kişilik hasta odası planı görülmektedir.



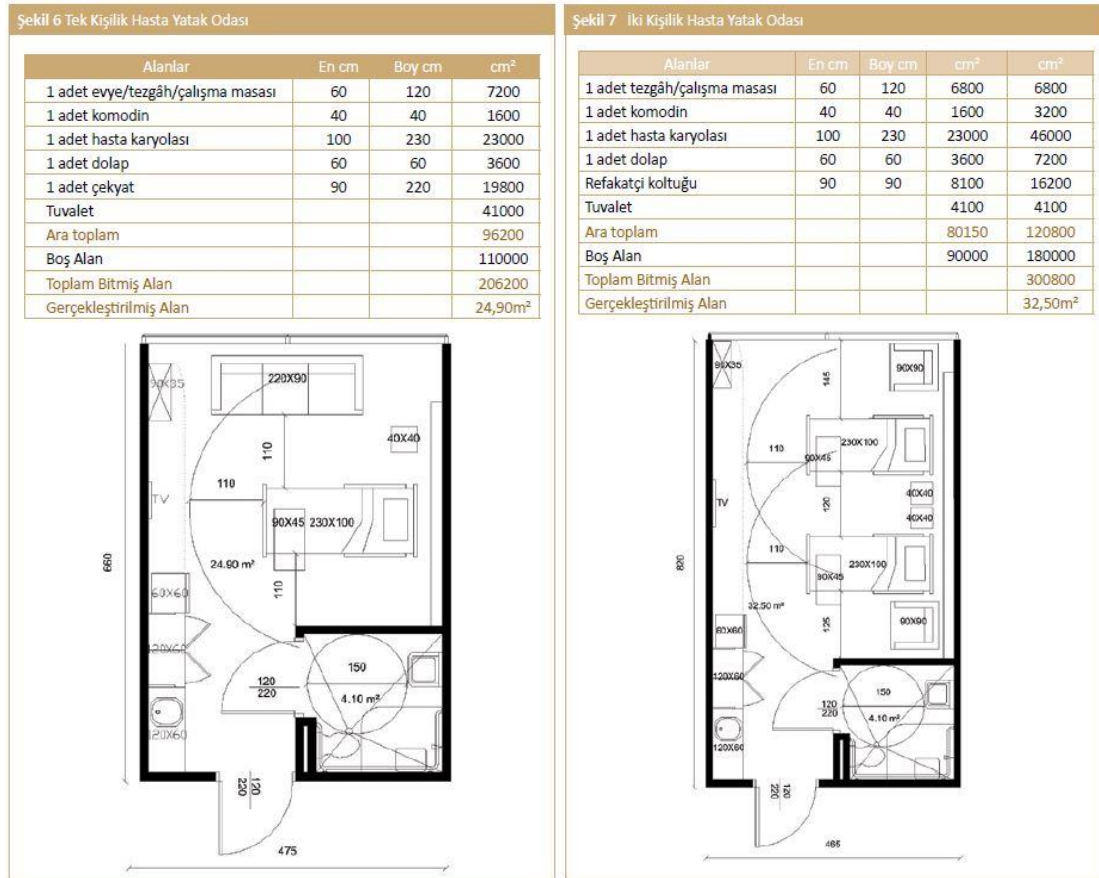
Şekil 2.19. Tek kişilik hasta odasının yapılandırılma diyagramı (NHS Estates, 2005: 7)



Şekil 2.20. Yatak odası, klinik destek ve WC/duş alanı ile tek kişilik hasta odası (NHS Estates, 2005: 9)

Uluslararası Sağlık Tesisi Yönergelerinin (International Health Facility Guidelines) verdiği ölçülere göre tek kişilik hasta odasının 16-28 m² arasında değiştiği (URL-8), benzer şekilde Hindistan Sağlık Tesisi Yönergelerine (Indian Health Facility Guidelines) bakıldığında tek kişilik hasta odasının 18-20 m² arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir (URL-9). Benzer şekilde Kuveyt Sağlık Bakanlığı Enfeksiyon Kontrol Müdürlüğü tarafından yayınlanan yönergeye göre tek kişilik hasta odasının tuvalet/duş alanı, dolap alanı, vb. hariç 3,66 metre genişliğinde ve 3,96 metre uzunluğunda olup yaklaşık 14,86 metrekare hasta alanına sahip olması gerektiği görülmektedir (URL-10).

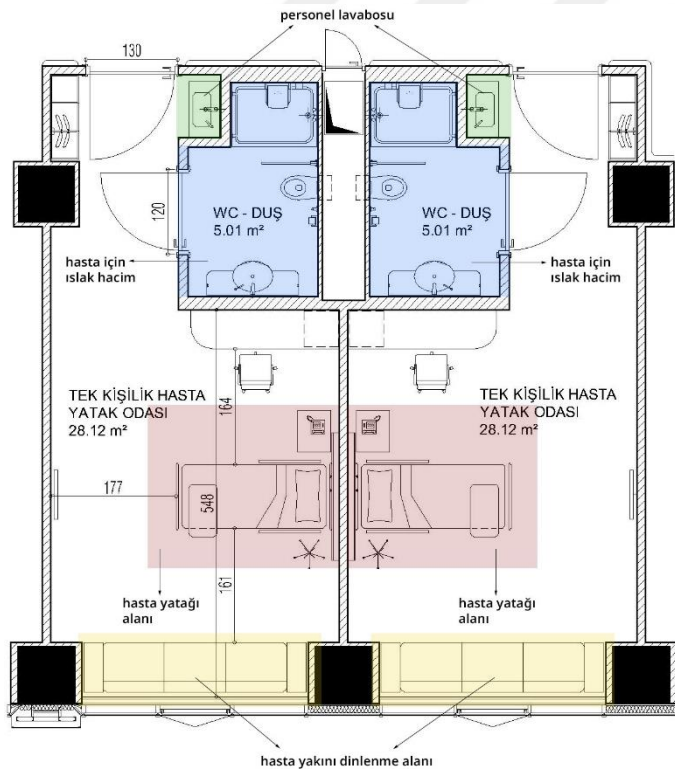
Türkiye Sağlık Yapıları Asgari Tasarım Standartları Kılavuzu ve Özel Hastaneler Yönetmelik’inde de hasta odalarının en az tek kişilik en fazla iki kişilik olabileceği belirtilmiş ve hasta odaları için gerekli standartlar verilmiştir. Şekil 2.21’de Türkiye Sağlık Yapıları Asgari Tasarım Standartları Kılavuzunda verilen tek kişilik ve iki kişilik hasta odası yerleşim örneği görülmektedir.



Şekil 2.21. Tek ve iki kişilik hasta yatak odası örneği (Sağlık Bakanlığı, 2010: 79-80)

Türkiye Sağlık Yapıları Asgari Tasarım Standartları Kılavuzu'na göre birden fazla yatak bulunan odalarda donanım ve yataklara geçiş mümkün olacak şekilde her yatağın ayak kısmının önünde 110 cm ve iki yatak arasında 120 cm'lik açıklık olmalıdır. Tek kişilik odalarda yatak etrafında, ayak kısmı ve her iki yanında 110 cm'lik bir açıklık bulunmalıdır. Bu özellikler ile birlikte hasta odasının ebadı en az 15 m² olmalıdır. Yeni binalarda birden fazla yatağa sahip odalarda yatak başına düşen boş zemin alanı en az 9 m², tek yataklı odalarda ise en az 11 m² olmalıdır (Sağlık Bakanlığı, 2010: 77).

Özel Hastaneler Yönetmelik'inde ise hasta odalarına ilişkin büyüklükler minimum ölçüler anlamında; iki yataklı odalarda yatak başına 7 m², tek yataklı odalarda yatak başına en az 9 m² ve çocuk hastalar için hasta başına en az 6 m² olarak tanımlanmıştır (Sağlık Bakanlığı, 2002: 7). Ayrıca sağlık binaları için genel kuralların verildiği TS 12813'e göre hasta dinlenme odası en az 16 m² olarak planlanmalı, yatak, dolap, WC-lavabo bulunmalıdır (TS 12813, 2002: 26).



Şekil 2.22. Bilkent Şehir Hastanesi tek kişilik hasta odası ölçüleri ve bölümleri (proje firmasından temin edilen çizim üzerinden yazar tarafından düzenlenmiştir)

Şekil 2.22'de görüldüğü gibi hasta yatak odalarının planlanmasında pencereden uzak hasta yataklarının doğal ışıktan yararlanabilmesi için oda derinliğinin 4-6 metre arasında olmasına

dikkat edilmelidir. Hasta yatakları pencereye paralel yerleştirilmeli ve duvara dayanan baş kısmı dışında kalan diğer üç kenarı hastaya gerektiğinde müdahale için açık bırakılmalıdır. Pencere ısı ve ses yalıtımlı, hava ceryanı yapmadan iyi havalandırılabilir olmalıdır (Aydın, 2009: 58-60). Özel Hastaneler Yönetmeliği'ne göre hasta odalarının kapısı en az 110 cm genişliğinde olmalı ve oda içinde yer alan tuvalet ve banyo kapısı odaya doğru açılmalıdır (Sağlık Bakanlığı, 2002: 6). Hasta odalarında tavan yüksekliği ince işleri bitmiş durumda iken 270 cm'den az olmamalıdır (Sağlık Bakanlığı, 2010: 29).

2.3. Hasta Odalarında Sağlanması Gerekli Görsel Konfor Koşulları

TDK konforu, “Günlük hayatı kolaylaştıran maddi rahatlık” olarak tanımlarken (TDK, 2022) literatürde konfor durumu fizyolojik ve psikolojik rahatlık olarak değerlendirilmektedir. Fizyolojik olarak insanların ışık, gürültü ve sıcaklık gibi çevresel faktörlere karşı en az düzeyde enerji harcayarak içinde bulunduğu çevre ile uyum içinde olduğu durumu; psikolojik olarak ise insanların içinde bulunduğu ortamda rahat ettiği, sakinleştiği ve bulunduğu çevreden memnuniyet duyduğu durumu ifade eder (Ortiz ve diğerleri, 2017).

Konfor durumunun ‘rahatlık’ kavramı ile kullanılması, konfor kavramının öznel değerlendirmelerle ilgili olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda bir mekânın konforlu olarak nitelendirilebilmesi kullanıcıların duyularını ve algılarını etkileyen ısı, görsel ve işitsel şartların belirli düzeyler arasında sağlanmasına bağlıdır. Mekân içerisinde sağlanması gereken konfor koşullarından algılama üzerinde en etkili olan, kullanıcıların fizyolojik ve psikolojik durumlarını önemli ölçüde etkileyen ve kullanıcı üzerinde en güçlü uyaran olan görme eylemine yönelik konfor koşullarının sağlanması bu konfor tanımlarının en önemlilerinden biridir (Kılıç, 2018).

Görsel konfor koşulları, kullanıcıların mekân içindeki konforunu ve memnuniyetini artırmak için kritik koşullardan biri olarak kabul edilir ve bireyin görsel açıdan zorlanmadan mekân içindeki eylemlerini yapabildiği ve kendini rahat ve mutlu hissettiği koşulları ifade eder. Kullanıcıların fizyolojik ve psikolojik gereksinimleri; gün ışığı alma isteği, doğal ve yapay aydınlatmaya ilişkin istekler, manzara gibi dış ortamla ilişkili olma isteği, hacim ve yüzeylerin rahat bir şekilde görülmesine dair istekler olarak ifade edilmektedir (Erbaş, 2018).

Hastaneler genellikle belirli iç ortam koşulları gerektiren çeşitli sağlık problemlerine sahip hastaları barındıracak şekilde tasarlanmıştır. Aynı zamanda personel için hastanelerde rahat ve güvenli bir çalışma ortamı gereklidir. Bu gereklilikler hastane binalarını tüm ticari ve konut bina türleri arasında en yoğun enerji tüketen binalar arasında ön sıralara getirmektedir. Hastane binalarının hizmet verdiği farklı grupların özel özelliklerinden dolayı, sağlıklı ve konforlu bir iç ortam, hastaların duygularının dengelenmesinde ve personelin verimli çalışmasını sağlamada önemli bir rol oynamaktadır (Yuan ve diğerleri, 2022).

Hasta odaları, çok amaçlı alan olarak kullanılmaları ve hasta tedavisinde en etkin çevre faktörlerini ortaya koymaları açısından hastanelerde en önemli mahalleri oluşturmaktadır. Bugüne kadar yapılan çalışmalar hasta odası ortam koşullarının stres, personel yaralanmaları, hasta güvenliği ve memnuniyeti, operasyonel etkinlik, hasta bakım hızı ve tıbbi hatalar üzerinde etkisi olduğunu göstermektedir (Sungur Ergenoğlu ve Tanrıtanır, 2013). Hasta potansiyelinin her geçen gün artış gösterdiği günümüzde, hasta odalarında görsel konfor koşullarının sağlanması hem hastaların iyileşme süreçleri ve personelin çalışma performansı açısından hem de aydınlatma enerji yönetimi bakımından önemli hale gelmektedir.

Hasta odalarında gerek gün ışığı ile aydınlatma gerekse yapay aydınlatma üç açıdan önem taşımaktadır:

- Uygun görme koşullarının sağlanması,
- Bulaşıcı hastalıkların yayılımının önlenmesi,
- Hastalar üzerindeki psikolojik etki.

Uygun görme koşulları, mekân içerisinde gerçekleşen eylem türüne bağlıdır. Konforlu bir görsel ortamın oluşturulabilmesi için hacim içinde öncelikle yeterli aydınlık düzeyinin sağlanması gerekmektedir. Mekânın görsel açıdan konforlu olmasında etkili olan ışığın nitelik ve niceliğinin kabul edilebilir düzeylerde ya da belirli değerlerde olması kullanıcıların konforda olmasını sağlayacaktır. Bu noktadan hareketle görsel konfor koşullarının oluşturulmasında göz önünde bulundurulması gereken etkenler aydınlığın niteliği ve niceliğidir (Bayar, 1994).

Aydınlığın niteliği, görsel algılamanın bir koşulu olup ışığın rengi, doğrultusu, gölgelerin özellikleri ve aydınlık düzeyi dağılımı konularını kapsamaktadır. Bu konular mekân içerisinde gerçekleştirilen eylemin türüne bağlı olarak görsel algılamada en az aydınlığın niceliği kadar önem taşımaktadır (Yağmur ve Sözen, 2016).

Aydınlığın niceliği, ışığın azlığı ve çokluğu ile ilgili bir kavram olup aydınlık düzeyi söylemi ile ifade edilir. Bir hacimde gerek duyulan aydınlık düzeyini hacim içinde gerçekleşen eylem türü belirler. Mekânda gerçekleşen eylem türüne bakıldığında bakım ve tedavinin yapıldığı hasta yatak odalarının kullanıcılarının çeşitliliğinden dolayı görsel konfor koşullarının sağlanması karmaşık ve önemli bir konudur (Bayar, 1994).

Hasta odasında gerçekleşen eylemler; temizlenme, dinlenme, uyku, kitap okuma veya hobi ve beslenme gibi hasta eylemleri; muayene, ilaç ve pansuman gibi bakım eylemleri ve hasta bakımının yapıldığı ortamın temizlik, düzen ve hijyenik ihtiyaçlarını yerine getiren temizlik eylemleridir. Bütün bu farklı eylemler için farklı aydınlatma sistemlerine ve aydınlık düzeylerine ihtiyaç vardır. Odada sağlanan aydınlatmanın tüm özellikleriyle hastalar için yorucu olmayan, rahat ve hastanın psikolojik yapısını olumlu yönde etkileyen görsel konfor koşullarını sağlaması, çalışanlar için ise eylemlerini gerçekleştirirken tatmin edici olması gerekmektedir. Bu eylemlerin en iyi şekilde gerçekleştirilebilmesi ve kullanıcıların görsel konforunun sağlanması amacıyla;

- Genel aydınlatma
- Okuma aydınlatması
- Muayene aydınlatması
- Gece aydınlatması
- Gözlem/müşahede aydınlatması

sistemlerinin oluşturulması gerekmektedir (CIBSE, 2008: 24-34). İlerideki bölümlerde bu aydınlatma düzenleri detaylı olarak açıklanacaktır.

Hasta yatak odalarının aydınlatmasında gün ışığı açıklıkları olan pencereler aracılığıyla doğal aydınlatmadan yararlanılırken, doğal aydınlatmanın yeterli olmadığı durumlarda ise farklı gereksinimlere hizmet veren aydınlatma aygıtları ve lambalar sayesinde yapay aydınlatmadan faydalanılır. Gerekli aydınlık düzeyinin sağlanmasında ve korunmasında

mevcut gün ışığı kullanımı ne kadar artırılırsa gün ışığı miktarına karşılık olarak elektrik kaynaklı yapay aydınlatma gücü azalacak, diğer bir ifadeyle aydınlatma kaynaklı enerji tüketimi azalacaktır.

Sağlıklı bir görsel ortamın yaratılmasında etkili olan ve görsel konforun nicelik ve niteliğini etkileyen faktörler ülkelere göre farklılık göstermektedir. Dünyada aydınlatma konusunda çalışmalar ve araştırmalar yapan kuruluşların yayınladığı çeşitli standartlar ve tavsiyeler yer almaktadır. Bu konuda yurt dışında kabul edilen değerler ve limitlerle ilgili olarak; İngiltere Aydınlatma Teknik Komitesi tarafından hazırlanan “CIBSE Code for Lighting”, Avrupa’da CIE (International Commission on Illumination), CEN (European Committee for Standardization) ve Amerika’da IESNA (Illuminating Engineering Society of North America) tarafından hazırlanan kılavuzlar bulunmaktadır.

Tasarım limitleri ülkemizde de geçerli olan ve CEN tarafından hazırlanan TS EN 12464-1’e göre tasarım limitleri açısından en temel faktörler;

- Ortalama aydınlık düzeyi (E)
- Renksel geriverim (CRI)
- Birleşik göz kamaşması (UGR)
- Düzgünlük (Uo)’tür (TS EN 12464-1, 2013: 3).

Bu tasarım limitlerinden hangilerinin kriter olarak alınacağı ülkelere göre değişkenlik göstermektedir. Ancak kullanıcıların görsel açıdan konforlu olabilmesi için bu faktörlerin belirli değerlere ulaşması ve bu sınırlar içinde tutulması gerekmektedir. Çizelge 2.6’da TS EN 12464-1 standardına ve Çizelge 2.7’de CIBSE standardına göre hasta odalarında sağlanması gerekli minimum tasarım limitleri görülmektedir.

Çizelge 2.6. TS EN 12464-1 standardına göre hasta odalarında sağlanması gerekli görsel koşullar (TS EN 12464-1, 2013: 24)

Ref. no.	İç kısım, iş veya faaliyet tipi	$\bar{E}_m$ lx	UGR_L -	U_o -	R_a -	Açıklama
						Hastaların görüş alanındaki çok yüksek aydınlatma yoğunlukları önlenmelidir.
5.39.1	Genel aydınlatma	100	19	0,40	80	Zemin seviyesinde aydınlatma yoğunluğu.
5.39.2	Okuma için aydınlatma	300	19	0,70	80	
5.39.3	Basit muayeneler	300	19	0,60	80	
5.39.4	Muayene ve tedavi	1000	19	0,70	80	
5.39.5	Gece aydınlatması, müşahede aydınlatması	5	-	-	80	
5.39.6	Hastalar için banyolar ve tuvaletler	200	22	0,40	80	

Çizelge 2.7. CIBSE standardına göre hasta odalarında sağlanması gerekli görsel koşullar (CIBSE, 2002: 53)

Sağlık hizmeti-hasta odaları				
	Sağlanması gereken aydınlık düzeyi (lx)	Kamaşma derecesi sınırı	Minimum Renksel Geriverim (R_a)	Notlar
Genel aydınlatma	100	19	80	1,2
Okuma aydınlatması	300	19	80	2,3
Basit muayene	300	19	80	2
Muayene ve tedavi	1000	19	80	
Gece aydınlatması, gözlem aydınlatması	5	-	80	2
Hastalar için banyo ve tuvaletler	200	22	80	

Notlar:

1. Zemin seviyesindeki aydınlatma düzeyi.
2. Hastanın görüş alanındaki yüksek kamaşmanın önlenmesi.
3. Bölgesel aydınlatma gerekli.

IESNA tarafından hazırlanan kılavuza bakıldığında genel aydınlık düzeyi kriterlerinin yanında parlaltı üzerinden de belirli limitler verildiği görülmektedir. Rahatsız edici kamaşmalardan kaçınmak için yüzeyin parlaklığının değeri hasta yatağında ve yakın çevresinde normal okuma konumunda 310 cd/m² den az olmalıdır. Hasta gözlemi için herhangi bir gözlem noktasında parlaklık maksimum 70 cd/m² olmalıdır (IESNA, 2000: 597). IESNA tarafından verilen aydınlık düzeyi değerleri eylem türünün görsel gerekliliğinin basit veya karmaşık olmasına göre değişmekte olup Çizelge 2.8’de hasta odası için değerler görülmektedir.

Çizelge 2.8. IESNA tarafından yayınlanan aydınlık kategorileri (IESNA, 2000: 44)

Oryantasyon ve basit görsel görev: Görsel performansın büyük ölçüde önemsiz olduğu eylemler		
A	Halka açık yerler	30 lx
B	Kısa ziyaretler için basit yönlendirme	50 lx
C	Basit görsel görevlerin gerçekleştirildiği çalışma alanları	100 lx
Ortak görsel görevler: Görsel performansın önemli olduğu eylemler		
D	Yüksek kontrastlı ve büyük boyutlu görsel görevlerin performansı	300 lx
E	Yüksek kontrastlı ve küçük boyutlu görsel görevlerin veya düşük kontrastlı ve büyük boyutlu görsel görevlerin performansı	500 lx
F	Düşük kontrastlı ve küçük boyutlu görsel görevlerin performansı	1000 lx
Özel görsel görevler: Görsel performansın kritik öneme sahip olduğu eylemler		
G	Eşiğe yakın görsel görevlerin performansı	3000-10,000 lx

Standartların karşılaştırmalı tablosu Çizelge 2.9’da verilmiş olup çizelgelerdeki değerlere bakıldığında istenilen kriterlerin aynı olduğu görülmektedir.

Çizelge 2.9. Aydınlatma standartlarının karşılaştırması (yazar tarafından hazırlanmıştır)

Hasta odalarında istenilen aydınlık düzeylerinin karşılaştırması			
	TS EN 12464-1	CIBSE	IESNA
Genel aydınlatma	100 lx	100 lx	100 lx
Okuma aydınlatması	300 lx	300 lx	300 lx
Basit muayene	300 lx	300 lx	300 lx
Muayene ve tedavi	1000 lx	1000 lx	1000 lx
Gece aydınlatması, gözlem aydınlatması	5 lx	5 lx	-
Hastalar için banyo ve tuvaletler	200 lx	200 lx	-

Aydınlatma konusunda yayınlanan standart ve dokümanların yanında yapıların gün ışığı ile aydınlatılmasına yönelik yayınlanan standartlar da bulunmaktadır. CEN ışık ve aydınlatma komitesi tarafından hazırlanan ve ülkemizde de geçerli olan TS EN 17037 Binalarda Gün Işığı standardına göre bir hacmin gün ışığından yararlanması “en az, orta ve yüksek” olarak derecelendirilmiştir. Çizelge 2.10’da görüldüğü gibi hacmin referans düzleminin en az %50’sinde en az 300 lx, referans düzleminin en az %95’inde en az 100 lx gün ışığı aydınlık

düzeyi sağlanmalıdır. Tabloda belirtilen değerler, bir yıl içindeki gündüz saatlerinin toplamının en az yarısı kadar süre için gün ışığı saati sağlanmalıdır (Uç ve Öztürk, 2019).

Çizelge 2.10. TS EN 17037 standardına göre düşey pencereler aracılığıyla hacimlerde gün ışığından yararlanmaya yönelik aydınlık düzeyi değerleri (Uç ve Öztürk, 2019)

Düşey pencereler için önerilen derece	Hedeflenen aydınlık düzeyi	Hedeflenen aydınlık düzeyi için referans düzlemin yüzdesi	Hedeflenen minimum aydınlık düzeyi	Hedeflenen minimum aydınlık düzeyi için referans düzlemin yüzdesi	Günüşiği saatlerinin yüzdesi
En az	300 lx	% 50	100 lx	% 95	% 50
Orta	500 lx	% 50	300 lx	% 95	% 50
Yüksek	750 lx	% 50	500 lx	% 95	% 50

2.4. Hasta Odalarında Olması Gereken Aydınlatma Düzenleri

Hasta odaları, uykudan temizliğe kadar uzanan farklı eylemlerin gerçekleştirildiği, esnek bir aydınlatma tasarımı gerektiren çok işlevli mekânlardır. Hasta bakımının düzgün şekilde yapılabilmesi ve hastanın oda içerisindeki gereksinimlerini rahat bir şekilde karşılayabilmesi görsel konfor koşullarının sağlanmasına bağlıdır. Bunun için eylemlere göre özelleşmiş aydınlatma düzenlerinin kurulması gerekmektedir. Bu aydınlatma düzenleri için gerekli olan aydınlık düzeyleri doğal aydınlatma ya da yapay aydınlatma yoluyla karşılanır.

Hasta odalarında aydınlatma gerçekleştirilecek eyleme göre sınıflandırılır. Bunları; oda içinde gereken genel aydınlık düzeyi için genel aydınlatma, hasta için gerekli tıbbi tedavinin yapılabilmesi veya acil durumlarda müdahale edilebilmesi için muayene aydınlatması, hastanın yatak içerisinde istediği eylemleri gerçekleştirebileceği okuma aydınlatması ve sağlık personelinin gece hastayı rahatsız etmeden yolunu rahatlıkla bulmasını sağlayan gece aydınlatması olarak beş grupta sınıflandırmak mümkündür.

2.4.1. Genel aydınlatma

Hasta odalarının genel aydınlatması hem hastaların hem de hasta bakımından sorumlu hemşire ve personelin gündüz, akşam ve gece boyunca ihtiyaçlarını karşılayacak görsel konfor koşullarını sağlayacak şekilde olmalıdır. Genel aydınlatma, hastanın gerekli bakımlarının yapılabilmesine izin vermenin yanında, tüm yatak fonksiyonlarına izin vermeli ve yatar pozisyonunda olan hasta için hastanın gözünü rahatsız etmemelidir. Hastanın yüzüne

direkt gelen ışık miktarı az olmalı, konforsuzluğa neden olan kamaşma önlenmeli ve hastanın uyku ve dinlenme eylemine engel olmayacak düzeyde olmalıdır. Ayrıca yatak ucunda ve hasta odasının merkezinde hemşirelik bakımı ve klinik prosedürlerin yürütülmesi için gerekli aydınlık düzeyi sağlanmalıdır (Öcel, 1988).

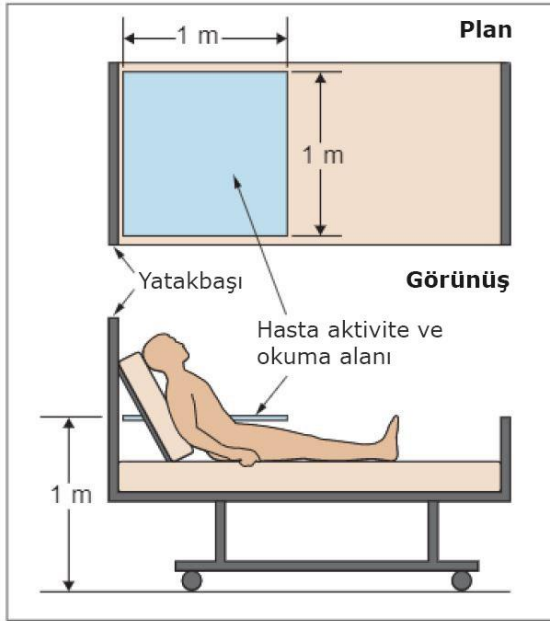
Hasta odasında genel aydınlatma için öncelik gün ışığı aydınlatmasına verilmelidir. Bu konuda pencereler hem gün ışığı aydınlatması hem de hastanın dış ortam ile bağlantısını sağlaması bakımından önemlidir. Gün ışığı aydınlatmasının yeterli olmadığı durumlarda yapay aydınlatmadan destek alınmalı, kamaşma gibi problemlerden kaçınmak için gün ışığı seviyesinin yanında aydınlık düzeyi kontrolü sağlanmalıdır. Hasta odası kullanıcılarının eylemlerini etkin şekilde yapabilmeleri için hasta yüzünde 30-50 lx arası, dolaşım alanında zemin düzleminde en az 100 lx aydınlık düzeyi sağlanmalıdır (CIBSE, 2008: 25). Oda içerisinde oluşturulan aydınlık düzeylerinin bu değerlerin çok üzerinde olması, farklı eylemlerde bulunan hastaları rahatsız edebileceği gibi daha düşük aydınlık düzeylerinin oluşturulması da hasta odasında karanlık ve kasvetli bir ortam yaratarak hastayı psikolojik açıdan olumsuz etkileyebilir (Bayar, 1994).

Genel aydınlatma düzeninin kontrolü, hasta odasının giriş kapısına yakın yerde konumlandırılmalı ve çoklu anahtarlarla aydınlık düzeyi kontrolünde esneklik sağlanmalıdır (Özil, 2008).

2.4.2. Okuma aydınlatması

Hasta yatak odalarında yatak başında bulunan okuma aydınlatmaları hasta için gereken tıbbi müdahalelerin dışında hastanın okuma, çalışma, televizyon izleme gibi aktiviteleri için gereken aydınlık düzeyini sağlamaya yarayan bölgesel aydınlatma şeklindedir (Altuncu, 2008).

Hastanın okuma aydınlatması için yastık alanı ve çevresinde minimum 300 lx aydınlık düzeyi sağlanması gerekmektedir. Hastaların çoğu başları ya da sırtları yastığa dayalı olarak dinleneceğinden, aydınlatma gerektiren alan yatağın daha aşağısında, hastanın gövdesinin çevresinde olacaktır. Bu nedenle istirahat halindeki hastanın çeşitli pozisyonlarına izin vermek için, 300 lx aydınlık değeri, zemin seviyesinden 1 metre çalışma yüksekliğinde, yatak başında ortalananmış ve yatağın ucuna doğru yönlendirilmiş 1 m x 1 m'lik yatay bir alan üzerinde ölçülebilen ortalama bir değer olmalıdır (Şekil 2.23) (CIBSE, 2008: 31).



Şekil 2.23. Yatan hastanın aktivite ve okuma alanı (CIBSE, 2008: 31)

Hasta odasının birden fazla kişi tarafından kullanıldığı odalarda, dinlenme süreleri sırasında uykuya yardımcı olmak için oda aydınlatmaları kapatılmakta, bu durum da diğer hastaları rahatsız etmeden istenilen aktivitenin yapılabilmesi için okuma aydınlatmasının kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Hasta okuma aydınlatması olarak kullanılacak aydınlatmanın, herhangi bir oda aydınlatma bileşeninden bağımsız olarak aktivite alanının performans gereksinimlerini karşılayacak şekilde tasarlanması gerekmektedir. Okuma aydınlatması hastanın yataktaki konumuna göre ayarlanabiliyorsa başkalarının gözlerinin kamaşmasını önlemek için hareket aralığı sınırlandırılmalıdır (CIBSE, 2008: 32).

Okuma aydınlatması anahtarı, hastanın aydınlatmayı manuel olarak kontrol edebilmesine olanak tanıyacak şekilde hastanın ulaşabileceği bir yere yerleştirilmelidir (Altuncu, 2008). Okuma aydınlatmaları, hasta yatak başında hemşirelerin bakım aktivitelerini gerçekleştirmeleri için de kullanılabilir. Yatak başında 300 lx aydınlık değerini aşan bir aydınlatma gerektiren tedavinin yapıldığı durumlarda, mobil muayene armatürü sağlanmalıdır (CIBSE, 2008: 32).

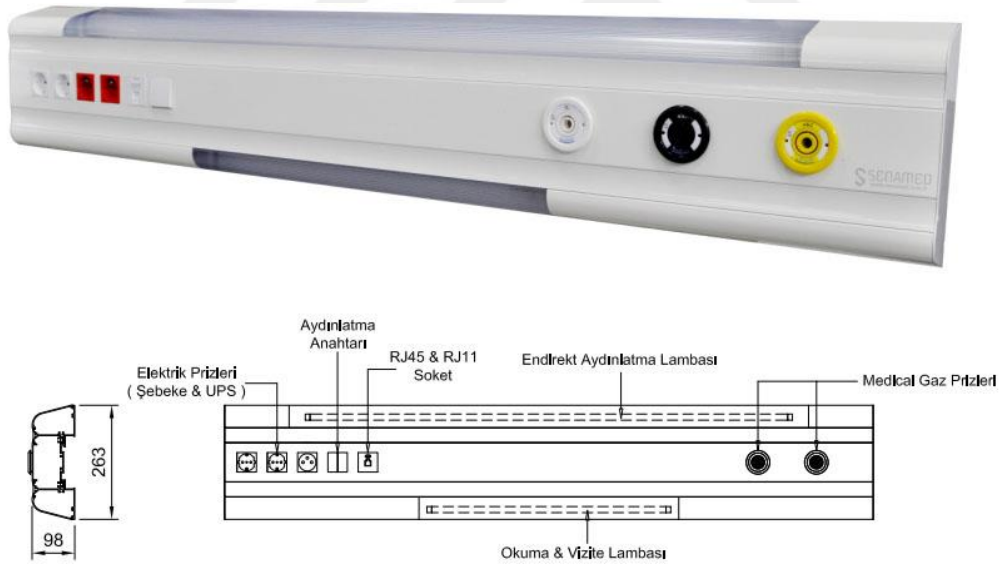
2.4.3. Muayene aydınlatması

Hasta odalarındaki muayene aydınlatması, cilt ve doku rengini bozmayacak kaliteli bir renkte olmalı, doku yüzeylerinin dikkatli bir şekilde incelenmesine izin vermeli ve gölge

oluşturmamalıdır. Muayene aydınlatması ister sabit ister taşınabilir olsun, yatak alanıyla sınırlı olmalı ve çapı 0,6 metre olan dairesel bir alan üzerinde yeterli aydınlatmayı sağlamalıdır (IESNA, 2000: 596-597).

Basit muayene işlemleri için 300 lx aydınlık düzeyi yeterli olup bunun için okuma aydınlatması da kullanılmaktadır. Muayene ve tedavi için ise 1000 lx aydınlık düzeyinin sağlanması gerekmektedir (CIBSE, 2002: 53).

Teknolojik gelişmelere paralel olarak günümüzde genel aydınlatma, okuma aydınlatması, gece aydınlatması ve muayene aydınlatmasının aynı aydınlatma aygıtına dahil olduğu, bunlara ek olarak tıbbi gaz çıkışlarının ve prizlerin de bulunduğu yatak başı ünitelerinin kullanılmaya başlandığı görülmektedir (Özil, 2008). Şekil 2.24'te yatak başı ünitesinin kesiti ve görünüşü ve Resim 2.4'te bir hasta odasının yatak başında bulunan muayene aydınlatması görülmektedir.



Şekil 2.24. Hasta yatak başı ünitesi okuma ve muayene aydınlatması (URL-11)

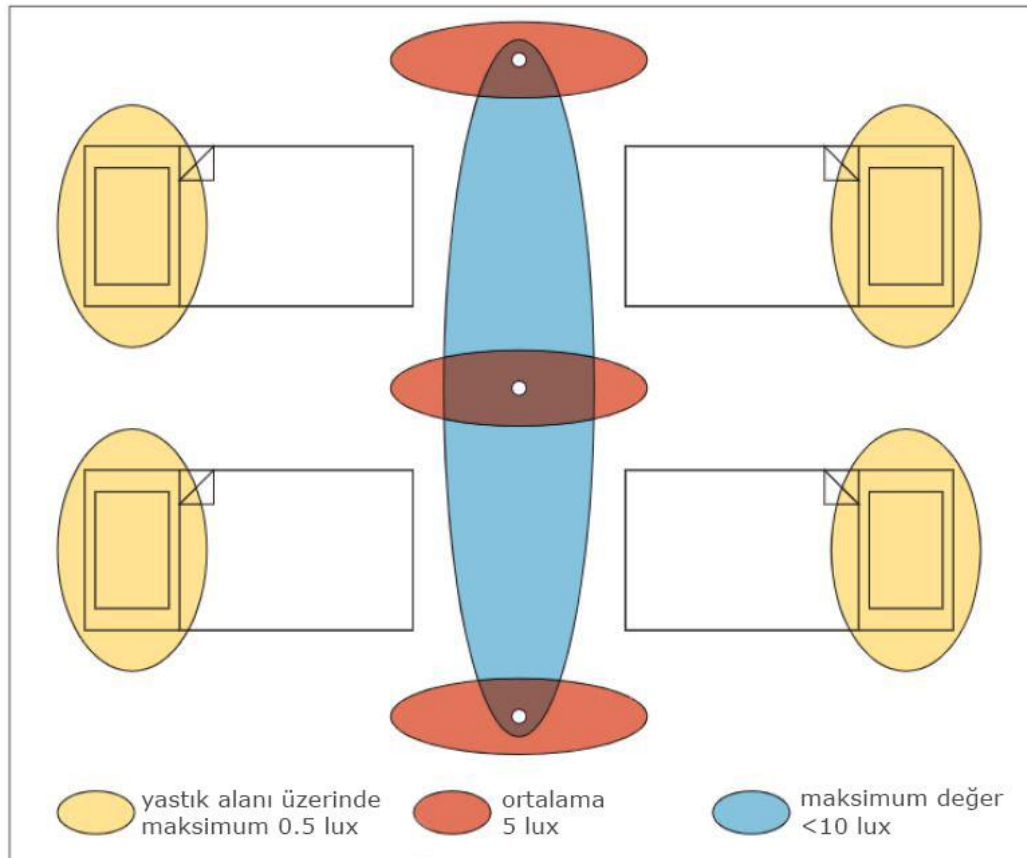


Resim 2.4. Hasta odası yatak başı ünitesinde bulunan muayene aydınlatması (URL-12)

2.4.4. Gece aydınlatması

Gece aydınlatması, hastanın ve hasta bakımından sorumlu personelin oda alanı içerisinde güvenli bir şekilde hareket etmesini sağlamak, hemşire ve hasta bakımından sorumlu personelin hastanın yüzünü görebilmesi ve genel durumunu ayırt edebilmesi için kullanılan aydınlatma türüdür. Rahatsızlık içinde olan hasta bu durumu el, kol ve yüz hareketleriyle ifade eder. Bu nedenle, aydınlık düzeyi gece saatlerinde hemşire ve sağlık personelinin hastanın yüzünü görmesine izin verecek kadar yeterli olmalı, ancak iyi bir uyku ortamını bozacak kadar yüksek olmamalıdır (CIBSE, 2008: 32-34).

Gece boyunca açık bırakılan bu aydınlatma cihazı, odanın dolaşım alanı içinde 0,85 metre yüksekliğindeki çalışma düzleminde maksimum 5 lx aydınlık düzeyi sağlamalıdır. Hasta yatak başının herhangi bir yerinde ölçülen aydınlık düzeyi ise maksimum 0,5 lx olmalıdır. Ayrıca görme keskinliğine yardımcı olmak için, odanın herhangi bir yerinde ölçülen maksimum aydınlık seviyesi 0,85 metre çalışma düzleminde 10 lx'ü geçmemelidir. Bu aydınlık seviyesinde görme keskinliği çok düşük olmakla birlikte hastaların hareketlerini ayırt etmek mümkündür (CIBSE, 2008: 33). Gece aydınlatması için genel gereksinimler Şekil 2.25'te şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 2.25. Gece aydınlatması için gerekli aydınlık düzeylerinin şematik gösterimi (CIBSE, 2008: 33)

Rahatsız edici kamaşmanın önlenmesi için gece boyunca oda içinde herhangi bir armatürün yatan hasta başında oluşturduğu parıltı 30 cd/m^2 'yi geçmemelidir (CIBSE, 2008: 33). Genel olarak gece lambasının zeminden 305 mm ile 457 mm arasında bir yükseklikte duvara monte edilmesi önerilmektedir. Açma-kapama anahtarı hastanın kolaylıkla ulaşabileceği bir yere yerleştirilen bu tür aydınlatma türü, özellikle tek kişilik odalarda hastanın odadaki nesneleri rahatlıkla görmesi ve kendi kendine bakımını yapabilmesi için yeterli aydınlık düzeyini sağlamaktadır (ANSI/IESNA, 2006: 7).

2.4.5. Gözlem aydınlatması

Gözlem aydınlatması, genel aydınlatmalar kapatıldıktan sonra hemşire ve diğer personelin hastayı ve hastanın etrafındaki donanımların çalışmasını gözlemlemesini sağlayan aydınlatma türüdür (Özil, 2008). Özellikle sağlık personelinin, ameliyat sonrası bakım veya kritik hastalık gibi önemli dönemlerde hastanın ilerlemesini sürekli olarak izlemesi ve gözlemlemesi gerektiği durumlarda bu aydınlatma türü kullanılmaktadır. Bu nedenle gözlem

aydınlatması tüm hasta odalarında gerekli olan bir aydınlatma türü değildir. (CIBSE, 2008: 34).

Hemşirenin ve bakım personelinin hastayı ve ilgili ekipmanı sık sık ve dikkat çekmeden gözlemleyebilmesi için her yatakta ve zemin alanında gözlem aydınlatması olmalıdır. Bu aydınlatma oda kapısının yakınında bir yerden açılıp kapatılmalı veya bir dimmer ile kontrol edilmelidir. Ayrıca aydınlatma, hastanın görünümünü düzgün bir şekilde ortaya koyan renk kalitesine sahip olmalıdır (ANSI/IESNA, 2006: 6). Gece aydınlatmasının yeterli düzeyde tutulduğu durumlarda yatak başındaki 5-10 lx arasındaki bir aydınlık düzeyi gözlem aydınlatması için yeterli olmaktadır. Bu aydınlatma türünde gerekli aydınlık düzeyi, özellikle gece boyunca veya dinlenmeye/uyumaya yardımcı olmak için genel aydınlatmanın kapatıldığı durumlarda sağlanmalıdır. Bu nedenle, genel aydınlatmadan ayrı bir kontrol anahtarı ile kontrol edilebilmelidir (CIBSE, 2008: 34).



3. MATERYAL VE METOT

Tezin bu bölümünde alan çalışması için seçilen sağlık yapısının ve rastgele örneklem ile seçilen hasta odasının tanıtımı yapılmış ve kullanılan metot kapsamında DIALux Evo simülasyon motorunun tanıtımı yapılmış, simülasyon modelinde kullanılacak girdi parametreleri açıklanmış ve örnek hasta odasında pencere boyutları ve pencerenin dış duvardaki konumu üzerinden yürütülen araştırmaların simülasyon modeli ile nasıl yapıldığı ve verilerin nasıl elde edildiği anlatılmıştır.

3.1. G.Ü. Tıp Fakültesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi ve Örnek Hasta Odasının Tanıtımı

Sağlık istatistikleri yıllık 2019 verilerine göre Türkiye’de bulunan 1 538 adet hastanenin 83 adeti ve 237 504 adet hasta yatağının 19 326 adeti Ankara ilinde yer almaktadır (Başara ve diğerleri, 2021: 114). Bu veriler de göz önünde bulundurulduğunda çalışma alanı olarak 39°55’ kuzey enlemi ve 32°51’ doğu boylamı arasında yer alan Ankara ili seçilmiştir. Çalışılacak hastane olarak ise 1 007 yatak kapasitesine sahip (URL-13) Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi seçilmiştir (Resim 3.1 ve Resim 3.2).



Resim 3.1. Çalışılacak sağlık yapısının konumu (URL-14, Google Earth görüntüsü üzerinden yazar tarafından hazırlanmıştır)



Resim 3.2. Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi (URL-15)

Hastanenin D1 ve D2 Blokları 1997 yılında yataklı tedavi hizmetleri, laboratuvarlar ve görüntüleme birimlerinin yer aldığı binalar olarak yaklaşık 300 yatak kapasitesi ile hizmete girmiştir (URL-13). D1 ve D2 Bloklarının doğu-batı yönünde bir yerleşime sahip olduğu görülmektedir. Yataklı hasta katlarını içinde barındıran D1 Blok bodrum kat + zemin kat + 16 kattan oluşmakta iken ameliyathanelerin, laboratuvarların ve bazı yataklı hasta odalarının yer aldığı D2 Blok ise bodrum kat + zemin kat + 5 kattan oluşmaktadır (Resim 3.3).



Resim 3.3. G.Ü. Tıp Fakültesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi D1 ve D2 blokları (URL-16, fotoğraf üzerinde yazar tarafından düzenleme yapılmıştır)

Alan çalışması G.Ü. Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığından elde edilen mimari proje çizimleri üzerinden yürütülmüştür. Çizimler üzerinde yapılan inceleme neticesinde yataklı hasta katlarının bulunduğu D1 blokta doğu-batı yönünde yerleşmiş tek kişilik, iki kişilik, üç kişilik ve dört kişilik hasta odalarının bulunduğu tespit edilmiştir. Hasta odaları incelendiğinde odaların yaklaşık %65'ini tek kişilik, %19'unu iki kişilik ve geri kalan %16'lık kısmını ise üç ve dört kişilik hasta odalarının oluşturduğu gözlemlenmiştir.

Yataklı hasta odalarının olduğu blok olan D1 blok neredeyse birbirinin aynısı olan kat planlarına sahiptir. Katta yaklaşık 26 hasta odasının bulunduğu blok 3,30 m kat yüksekliğine sahip olup hasta odaları iç temiz yüksekliği ise 3,07 m'dir. Şekil 3.1'de gösterildiği şekilde doğu-batı yönlerine bakan hasta odalarının iç ölçülerinin neredeyse aynı olduğu ve aynı oda tipolojisine sahip oldukları görülmektedir.

Gerek ülkemizde gerekse dünya genelinde sağlık yapılarında ağırlıklı olarak tek kişilik hasta odalarına doğru bir eğilimin olduğu görülmektedir. Alan çalışması için seçilen hastanedeki hasta odalarının çoğunluğunun da tek kişilik olması nedeniyle tez kapsamında çalışmanın tek kişilik bir hasta odası üzerinden ilerletilmesine karar verilmiştir. Hasta bloğunun benzer kat planlarına ve neredeyse birbirinin aynısı olan oda ölçülerine ve tipolojisine sahip olmasından dolayı orta ara bir katta (9.kat) yer alan ve doğu yönüne bakan Şekil 3.1'de

turuncu renkle işaretli olarak gösterilen tek kişilik bir hasta odası alan çalışmasında kullanılmak üzere seçilmiştir. Çalışma simülasyon ile elde edilen hesaplamalar üzerinden yürütüleceği ve ele alınan odanın dört ana yön için de gün ışığı aydınlık düzeyi hesaplamaları yapılacağı için simülasyon sürelerini kısaltmak amacıyla hem doğu hem batı yönünden birer oda seçme gereği duyulmamıştır.



Şekil 3.1. D1 blok 9.kata ait kat planı (G.Ü. Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığından alınan CAD dosyası üzerinden yazar tarafından yeniden çizilmiştir)

Türkiye’de bulunan mevcut hastanelerin tek kişilik hasta odalarına bakıldığında benzer ölçülere sahip olduğu görülmektedir. Türkiye Sağlık Yapıları Asgari Tasarım Standartları 2010 Yılı Kılavuzu’na göre tek kişilik hasta odasının en az 15 m² ve TS 12813 standardına göre en az 16 m² olması gerekmekte olup (Sağlık Bakanlığı, 2010) Türkiye’de bulunan mevcut hastanelerin tek kişilik hasta odalarına bakıldığında ülkemizdeki standartları karşıladığı görülmektedir. Dünyadaki tek kişilik hasta odalarının ölçülerine bakıldığında ise Uluslararası Sağlık Tesisi Yönergelerinin (*International Health Facility Guidelines*) verdiği ölçülerin 16-18 m² arasında olduğu (URL-8), benzer şekilde Hindistan Sağlık Tesisi Yönergelerine (*Indian Health Facility Guidelines*) bakıldığında tek kişilik hasta odası için 18-20 m² arasında ölçüler verdiği görülmektedir (URL-9). Türkiye ve dünyadaki örneklerin benzer olduğu görülmekte olup tez çalışması kapsamında seçilen hasta odasının 2,86 m genişlik ve 5,80 m derinlik ölçüleriyle standartları karşıladığı tespit edilmiş ve mevcut ölçüleri üzerinden çalışma yürütülmüştür. Odada ekipman olarak bir adet hasta yatağı, bir adet tek kişilik koltuk ve giyinme dolabı bulunmaktadır.

3.2. DIALux Evo Simülasyon Programı

Günümüzde gelişen teknoloji ile beraber binaların tasarım ve yapım aşamalarında bilgisayar tabanlı modellerin kullanımı her geçen gün artmaktadır. Bina endüstrisi, çevre ve yaşam kalitesini etkileyen en önemli endüstriyel ve ekonomik sektörlerin başında gelmektedir (Güvenkaya, 2008). Enerji etkin tasarım anlayışının her geçen gün öneminin artmasıyla beraber hem tasarım aşamasında hem de üretim sürecinde bina performans simülasyonlarının yapılabilmesi erken dönemde gerekli çözümlerin geliştirilmesini de sağlamaktadır. Simülasyon araçları, bir yapının henüz tasarım aşamasındayken farklı tasarım seçeneklerini değerlendirerek tasarımın optimizasyonunu sağlama, enerji standartlarına uygunluğunu tespit etme ve farklı stratejiler geliştirme olanağı sunmaktadır.

Enerjinin etkin ve verimli kullanımının önemli olduğu çağımızda, yapılarda aydınlatmanın işlevselliğini sağlayarak enerji etkin sistemlerin çözümünü olanaklı hale getiren çok çeşitli simülasyon programları mevcuttur. Programların çoğunda ileri görselleştirme teknikleriyle gerçeğe yakın 3 boyutlu model oluşturmak ve tasarlanan mekânların simülasyonlarını yaparak hem doğal hem de yapay aydınlatma hesaplamalarını yapmak mümkündür. Tez çalışmasında kullanılan DIALux Evo programı da bu simülasyon araçlarından birisidir.

DIALux programı, 1989 yılında Alman Uygulamalı Aydınlatma Teknolojisi Enstitüsü (*German Institute for Applied Lighting Technology*) olarak kurulan DIAL tarafından aydınlatma tasarımı üzerine 1994 yılında geliştirilen ve dünya genelinde kullanılan aydınlatma tasarım yazılımı programıdır (URL-17). DIALux, en son aydınlatma teknolojisinin bilgi ihtiyaçlarını karşılayan, otomatik teknik raporlar oluşturabilen ve gelişmiş görsel işleme yeteneklerine sahip, hızla büyüyen doğal ve yapay aydınlatma programıdır (Pratiwi ve Djafar, 2021). Program, armatür üreticilerinin ürünlerini program içerisine entegre ederek hem tasarımcıların işini kolaylaştırmakta hem de üreticilere ürünlerini pazarlamak için optimal bir platform sunmaktadır. DIALux ve DIALux Evo olmak üzere iki farklı yazılım türü bulunmakta olup programlar internet ortamından ücretsiz olarak temin edilebilmektedir. Program ile tek kişilik odadan tüm binaya, sokaklara ve dış mekânlara kadar modelleme yapmak, oluşturulan modeller için gün ışığı ve yapay aydınlatma tasarımlarını ve hesaplamalarını yapmak mümkündür. Firma yetkilileri tarafından acil durum aydınlatmaları için DIALux programı, diğer bütün alanlar için DIALux Evo programı önerilmektedir.

DIALux Evo programı AutoCAD ve 3D Studio Max yazılım programları ile uyumlu bir şekilde çalışmaktadır. Başka bir programda oluşturulan hazır bir model program içine alınabileceği gibi AutoCAD programında hazırlanan bir altlık da program içine alınarak modelleme işlemi yapılabilir (Meshkova ve Budak, 2013). Programda gün ışığı aydınlığı hesaplanırken programın içine entegre edilmiş olan CIE 97:2005 ile açık, kapalı ve orta gökyüzü modellerinden seçim yapılabilmekte, program içerisine entegre edilmiş olan TS EN 12464-1 standardı ile hazırlanan modelde uygun verilerin seçilmesiyle istenilen duruma göre hesaplama yapılabilmekte ve hesaplama sonucunda elde edilen değerin standartları karşılayıp karşılamadığı görülebilmektedir. DIALux Evo hem çalışma düzlemindeki hem de belirli noktadaki aydınlığı hesaplayabilmektedir. Programın önemli avantajlarından bir tanesi de mümkün olduğu kadar kısa sürede yüksek çözünürlüklü bir görselleştirme ile hesaplama yapma imkânı sunmasıdır.

Programa AutoCAD programından hazırlanan altlığın alınarak kolaylıkla modelleme yapılabilmesi, modellemede girilen parametrelerin çalışmanın amacına uygun olması ve hesaplama yöntemiyle hem gün ışığı aydınlık değeri hem de gün ışığı faktörü verilerinin birlikte elde edilebilmesinden ve simülasyonların hızlı yapılabilmesinden dolayı simülasyon aracı olarak tezde DIALux Evo kullanılmıştır.

3.3. Simülasyonda Kullanılan Girdi Parametrelerinin Belirlenmesi ve DIALux Evo Simülasyon Modelinin Oluşturulması

Bir binanın gün ışığı aydınlatma performansı; binanın alanı ve yönlenmesi, bina ve iç mekân geometrisi, iç mekân kaplama malzemelerinin yansıtıcılıkları, pencere alanı, cam türü ve gölgeleme elemanları ile dış engel gibi faktörlere bağlıdır (Bayram, 2015). Doğrudan pencereden giren gün ışığının yanı sıra bir binanın maruz kaldığı dağınık ışık iç ve dış faktörlere bağlıdır. İç faktörler; pencerelerin boyutu ve konumu, duvar ve yüzey renkleri ile odanın derinliği ve şeklidir. Dış faktörler ise dış zeminden ve dış engel olan bina cephelerinden yansıyan ışıktır (D. H. W. Li ve diğerleri, 2006).

DIALux Evo simülasyon aracı, aydınlık düzeyi hesaplarını etkileyen binanın konumu ve yönü, kaplama malzemelerinin yansıtıcılık değerleri, pencere boyutu ve cam türü, gölgeleme elemanları gibi modellemesi yapılacak yapıya ait parametrelerin önceden belirlenerek model oluşturulurken bütün verilerin model üzerine işlendiği ve oluşturulan model üzerinden hesaplamaların yapıldığı bir programdır. Bu nedenle öncelikle doğal aydınlatma performansı

incelenecek olan hasta odasına ait girdi parametreleri belirlenmiş, daha sonra bu parametrelerin simülasyon aracına nasıl girildiği, senaryoların nasıl üretildiği ve modellerin nasıl oluşturulduğu açıklanmıştır.

Gün ışığı performansını etkileyen faktörler simülasyon programının girdi parametrelerini oluşturmaktadır. Alan çalışması için seçilen yapı bloğunun etrafında gün ışığı performansına etki edecek dış engel bulunmadığından modele yansıtılmamış ve girdi parametresi olarak alınmamıştır. Bina alanı ve yönlenmesi sadece hasta odası modellendiğinden ve yön model üzerine işlendiğinden simülasyon girdisi olarak alınmamıştır.

Hasta odasında gün ışığının odada oluşturduğu aydınlık düzeyini belirlerken;

- Hacim boyutları,
- İç mekânda kullanılan malzemeler ve yansıtıcılıkları,
- Pencere boyutu ve konumu,
- Cam türü
- Gölgeleme elemanı,

mevcut durumun modellenmesinde girdi parametreleri olarak seçilmiştir.

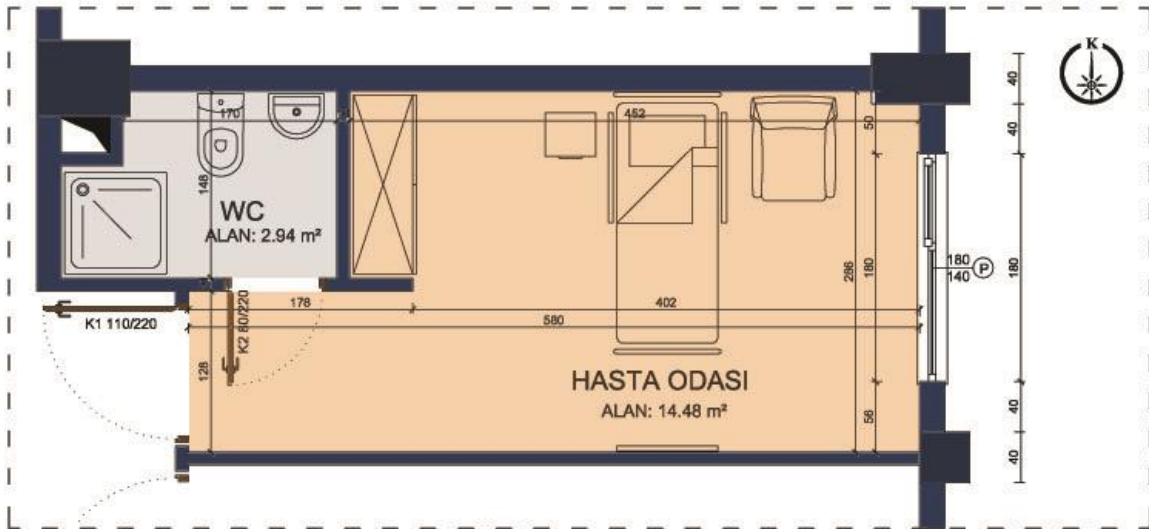
Tez çalışmasında hasta odalarında iç mekân görsel konfor koşullarının sağlanmasında gün ışığı performansını arttırmanın yollarını bulmak ve elde edilen veriler ışığında tasarımcıların erken tasarım aşamasında karar vermelerine yardımcı olacak bir yöntem ve çerçeve sunmak amaçlanmaktadır. Bu amaçla gün ışığı aydınlatma performansını etkileyen faktörlerden olan pencerelerin boyutu ve dış duvar üzerindeki konumları senaryoların oluşturulmasında değişken girdi parametreleri olarak seçilmiş olup hem mevcut durumun hem de oluşturulan senaryoların modellenmesinde ele alınan parametreler aşağıda açıklanmıştır.

3.3.1. Hasta odasının boyutları

Hacmin genişlik, derinlik ve yükseklik olarak sıralanabilen boyutları ile bu büyüklüklerin birbirlerine oranı gün ışığı yoluyla gerçekleşen aydınlık düzeyi üzerinde etkilidir. Odanın pencereden arka duvara kadar olan derinliği, odanın genişliği ve yüksekliği ile karşılaştırıldığında çok uzunsa, odanın arka kısmı, parlak şekilde aydınlatılmış ön kısmına

kıyasla karanlık olacak ve çoğu zaman gündüz vakti bu bölgeler için ek elektrik aydınlatması gerekecektir (Danny H. W. Li ve Tsang, 2008).

Alan çalışmasında kullanılan hasta odası 2,86 m genişliğinde ve 5,80 m derinliğindedir (Şekil 3.2). Odanın iç temiz yüksekliği 3,07 m'dir (Şekil 3.3). G.Ü. Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığından elde edilen mimari proje çizimleri üzerinden hasta odasına ait veriler alınarak AutoCAD programında 2 boyutlu çizimleri yapılmış ve DWG formatındaki dosya DIALux Evo simülasyon programının içine alınarak model oluştururken altlık olarak kullanılmıştır. Tez çalışmasında incelenmek üzere üretilen senaryolar pencere boyutları ve dış duvar üzerindeki konumları üzerinden oluşturulduğundan oda boyutları bütün senaryolarda mevcut durum ile aynı alınarak sabit tutulmuştur. Aydınlık düzeyi ölçümlerinde kullanılan çalışma düzlemi ise duvarlardan 1 m içeriden ve TS EN 17037 standardına göre yerden 0,85 m yukarıdan olacak şekilde belirlenmiş ve simülasyon programı ile çalışma düzlemi üzerindeki aydınlık düzeyi hesapları yapılmıştır.



Şekil 3.2. Hasta odasının plan ve ölçüleri (G.Ü. Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığından alınan CAD dosyası üzerinden yazar tarafından yeniden çizilmiştir)



Şekil 3.3. Hasta odasının kesiti (G.Ü. Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığından alınan CAD dosyası üzerinden yazar tarafından yeniden çizilmiştir)

3.3.2. Hasta odasında kullanılan malzemeler ve yansıtıcılık değerleri

Bir iç mekândaki görsel etki; renk, parlaklık ve aydınlık bileşenlerinin birlikte yarattığı etkiye bağlıdır. Hacim içindeki yeterli ışık dağılımı iç yüzeylerin yansıtma çarpanlarına bağlıdır. Işık, çeşitli yüzeylerden defalarca yansıyarak hacimdeki aydınlık düzeyinin artmasını sağlar (Bayar, 1994). TS EN 17037’de bir mekânın gün ışığı tasarımını değerlendirirken ana yüzeylerin yansıtıcılıklarının önemli olduğu belirtilerek yüzeylerin yansıtıcılık değer aralıkları tavan için 0,7 ila 0,9; iç duvarlar için 0,5 ila 0,8; döşeme için 0,2 ila 0,4 ve dış duvarlar için 0,2 ila 0,4 olarak önerilmiştir (TS EN 17037, 2019).

Bu çalışmada örnek hasta odası için yerinde yapılan gözlemlere dayanılarak model oluşturulurken iç mekânda kullanılan malzemelerin yansıtma katsayıları olarak alınan değerler Çizelge 3.1’de verilmiştir. Cephede kullanılan alüminyum doğramalı pencereler için çift cam ışık geçirgenliği ise TS EN 17037’de belirtilen çift camlar için ışık geçirgenlik değeri olan 0,81 olarak kabul edilmiştir ve modele yansıtılmıştır. Çalışmada doğal aydınlatma analizleri yapılacağı için ışık kaynağı olarak doğal ışık kullanılmıştır.

Çizelge 3.1. Hasta odasında kullanılan malzeme yansıtıcılık değerleri (yazar tarafından oluşturulmuştur)

Yüzey	Malzeme	Yansıtıcılık Değeri
Tavan	Beyaz renk boya	0,7
İç duvarlar	Açık renk boyalı	0,5
Dış duvarlar	Açık-koyu renk boyalı	0,2
Döşeme	Açık renk PVC zemin	0,3
Kapı	Ahşap	0,5
Pencere	Alüminyum	0,7
Giyinme dolabı	Ahşap	0,5
Koltuk	Kumaş	0,2
Hasta yatağı	Antibakteriyel malzeme & Kumaş	0,6

3.3.3. Pencere boyutu ve dış duvar üzerindeki konumu

Pencerenin boyutu ve dış duvardaki konumlandırılma şekli gün ışığının etkin kullanılması yönünden mimari tasarımın önemli unsurlarından birisidir. Belirli bir cam türü için, bir binaya giren gün ışığını belirleyen kritik faktör pencere alanıdır. Pencere alanı genellikle, pencerelerin toplam alanının pencereler dâhil toplam brüt dış duvar alanına oranı olarak tanımlanan pencere-duvar oranı (*window-wall ratio*, *WWR*) ile tarif edilir (Danny H. W. Li ve Tsang, 2008). ASHRAE 90.1-2016'ya göre pencere-duvar oranı düşey pencere alanının brüt dış duvar alanına oranı olarak tanımlanmakta ve pencere alanının çerçeve, kanat ve camsız pencere bileşenleri ile birlikte olan kaba açıklık alanı olarak ifade edilmektedir (ASHRAE90.1-2016, 2017). Bu oran saydamlık oranı olarak da ifade edilmektedir. Kullanıcının dış ortamla ilişki kurması ve görsel hoşnutluğu için saydamlık oranının minimum %20 olması önerilmektedir. %50'den fazla olması durumunda aşırı ısı kazancı-kayıpları olabileceği için gerekli önlemler alınmalıdır (Çelik, 2018).

Tez çalışmasında, gün ışığının etkin kullanımında en önemli mimari tasarım elemanlarından biri olması ve mevcut yapılarda dahi tadilat kapsamında kolayca değiştirilebileceği düşünüldüğünden pencere boyutları (saydamlık oranı) ve dış duvardaki konumu girdi değişkenleri olarak alınmıştır. Oluşturulan senaryolarda mevcut pencerenin doğramalarının malzemesinin ve kalınlığının, camın geçirgenliğinin ve renginin sabit (mevcut durum ile aynı) ve değişmemiş olduğu varsayılmıştır.

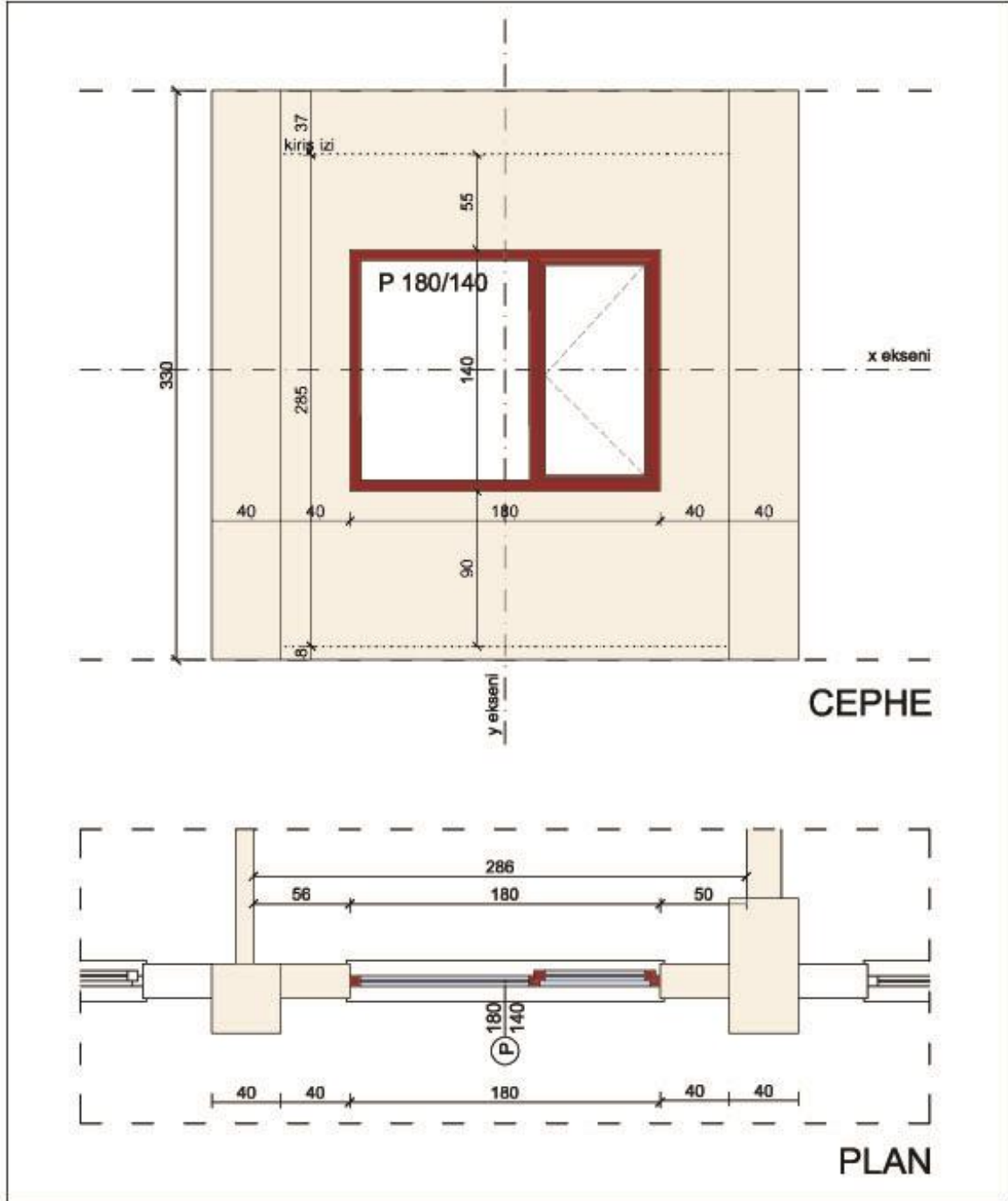
Pencere boyutlarına ve dış duvardaki konumlarına ait alternatiflerin belirlenmesi

Hasta odasına ait mevcut pencere 180x140 cm boyutlarında ve 90 cm parapet yüksekliğindedir (Şekil 3.4). Pencere doğramasının malzemesi alüminyum olup pencere doğramalarının kalınlığı 6 cm'dir (Şekil 3.5). Mevcut pencerenin, cephe üzerinde bulunduğu duvarın X ve Y eksenlerini merkeze alarak yerleştirildiği gözlemlenmiştir. Pencere boyutları ve dış duvardaki konumu ile ilgili senaryolar üretilirken odanın iki yanında bulunan kolonlarla ve giriş yüksekliği ile oynanmadan iki farklı şekilde senaryolar oluşturulmuştur. Senaryolar üretilirken öncelikle AutoCAD programında cephenin X ve Y eksenleri ele alınarak pencere boyutları ve dış duvardaki konumları 2 boyutlu çizimle belirlenmiştir. Buradan elde edilen veriler (pencerenin eni, yüksekliği ve parapet yüksekliği) DIALux Evo programına girilerek her bir seçenek için yeni model oluşturulmuş ve gün ışığı hesaplamaları yapılmıştır.

Pencere 1 (*Window1-W1*) ile pencere 18 (*Window18-W18*) arasında senaryolar üretilirken pencerenin eni (*width*) sabit kabul edilmiş ve pencerenin yüksekliği (*height*) sırasıyla 100 cm, 70 cm, 50 cm, 185 cm ve 220 cm olarak alınmıştır. Pencere boyutları bu şekilde belirlendikten sonra pencerenin Y eksenindeki konumu (merkezde) sabit kabul edilmiş ve X ekseninin üzerine ve altına alınarak her bir pencere boyutu için X ekseninin merkezinde olması, X ekseninin üzerinde olması ve X ekseninin altında olması şeklinde üçer alternatif oluşturulmuştur. X ekseninin üzerine alındığı durumda çıkabileceği maksimum yükseklik girişe kadar olan yükseklik olarak alınmıştır.

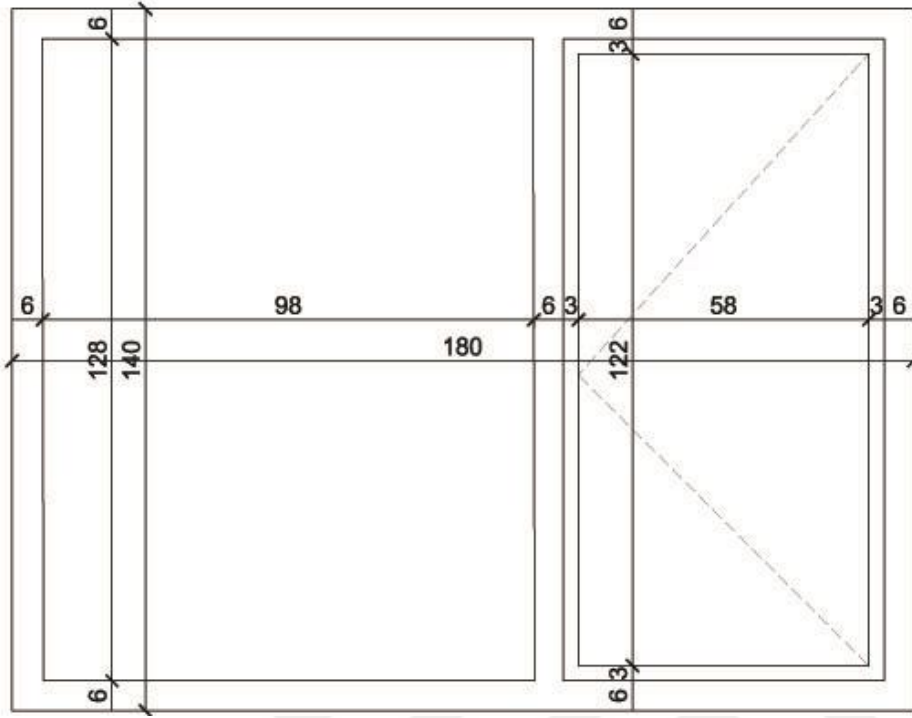
Pencere 19 (*W19*) ile pencere 29 (*W29*) arasında senaryolar üretilirken pencerenin yüksekliği (*height*) sabit kabul edilmiş ve pencerenin eni (*width*) sırasıyla 130 cm, 90 cm, 60 cm, 210 cm ve 240 cm olarak alınmıştır. Üretilen her bir yeni pencere boyutu için pencerenin X eksenindeki konumu (merkezde) sabit kabul edilmiş, Y ekseninin merkezinde olması ve Y ekseninde yana kaydırılması şeklinde ikişer alternatif üretilmiştir (Y ekseninin sağına ve soluna kaydırıldığı durumlar değerlendirilmiş ve ölçümlerde hacim içindeki aydınlık düzeyinde herhangi bir değişiklik olmadığı tespit edildiğinden simülasyonların hızlı yapılabilmesi için senaryolar üretilirken sadece sola kaydırıldığı durum için hesaplamalar yapılmış, sağa kaydırılması durumu değerlendirilmemiştir).

Mevcut pencere ve üretilen alternatif pencere boyutlarının konum alternatifleriyle birlikte 29 farklı senaryo üzerinden gün ışığı hesaplamaları yapılmıştır. Üretilen senaryolar ile ilgili pencere görsellerinin ve bilgilerinin olduğu tablolar Çizelge 3.2’de verilmiştir.



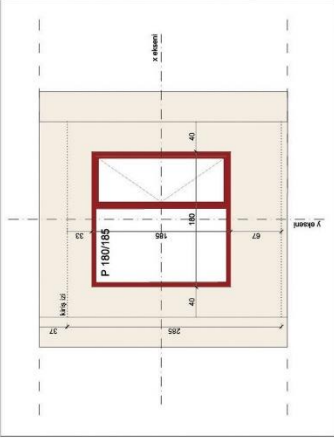
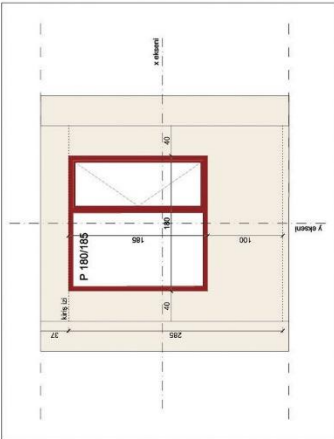
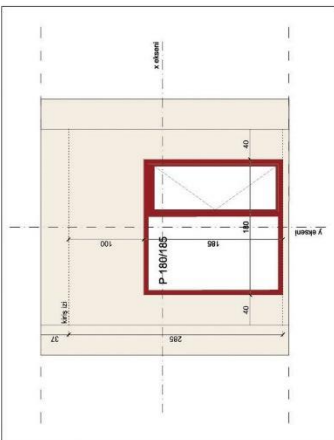
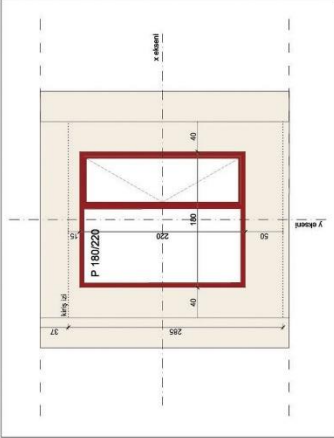
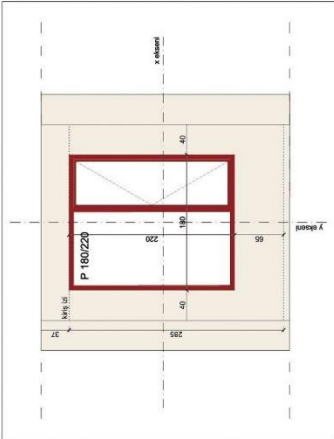
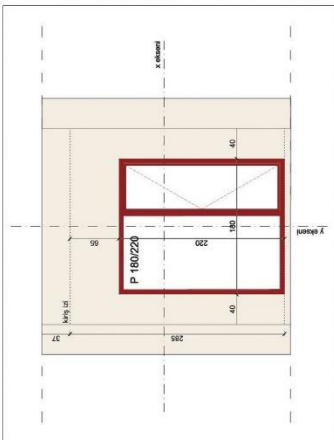
Şekil 3.4. Hasta odasına ait mevcut pencere boyutları ve dış duvar üzerindeki yeri (yazar tarafından çizilmiştir)

P 180/140

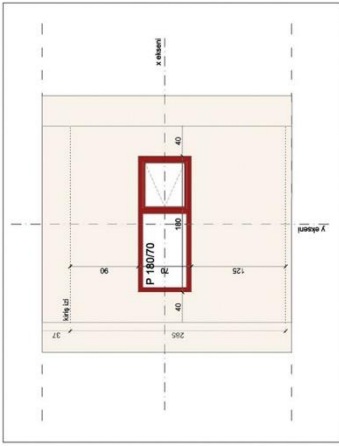
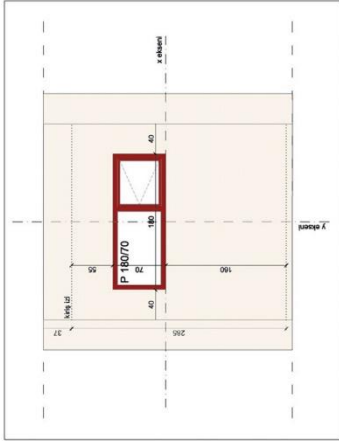
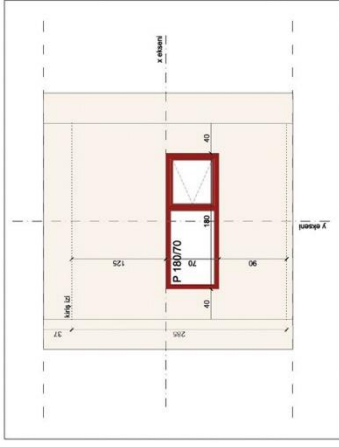
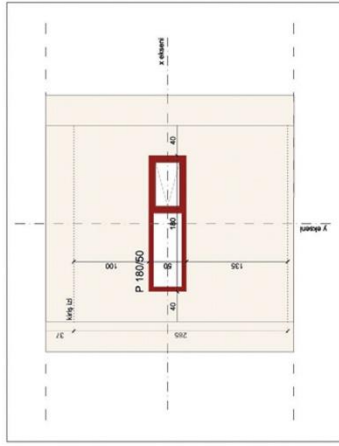
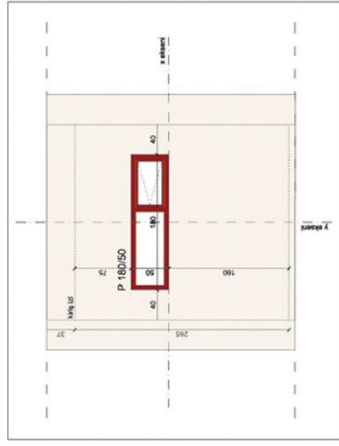
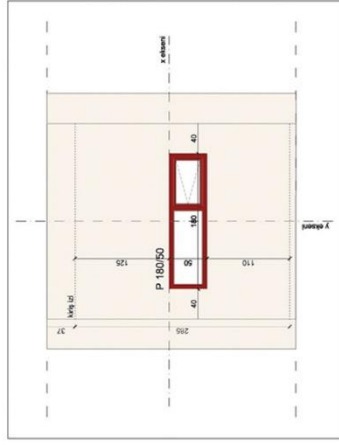


Şekil 3.5. Hasta odasına ait mevcut pencerenin boyutları (yazar tarafından çizilmiştir)

Çizelge 3.2. (devam) Pencere boyutları ve dış duvar üzerindeki konumları ile ilgili senaryolar (yazar tarafından hazırlanmıştır)

PENCERE KODU	W180xH185-XcYc-SH67	W180xH185-XaYc-SH100	W180xH185-XuYc-SH00
PENCERE GÖRSELİ			
	Pencerenin eni (cm)	180 cm	180 cm
	Pencerenin yüksekliği (cm)	185 cm	185 cm
	Parapet yüksekliği (cm)	100 cm	00 cm
	Parça sayısı	2	2
	Pencere alanı (m ²)	3,33 m ²	3,33 m ²
PENCERE KODU	W180xH220-XcYc-SH50	W180xH220-XaYc-SH65	W180xH220-XuYc-SH00
			
	Pencerenin eni (cm)	180 cm	180 cm
	Pencerenin yüksekliği (cm)	220 cm	220 cm
	Parapet yüksekliği (cm)	65 cm	00 cm
	Parça sayısı	2	2
	Pencere alanı (m ²)	3,96 m ²	3,96 m ²
PENCERE KODU	Pencerere-duvar oranı (WWR %)	%35	%35
	Pencerere-taban alanı oranı (WFR %)	%27	%27

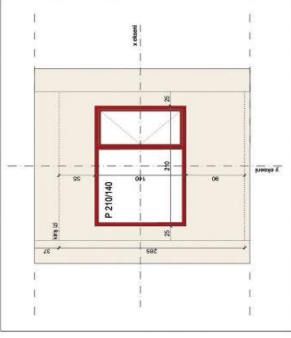
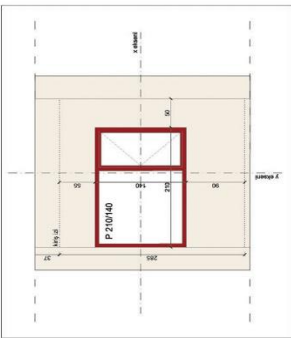
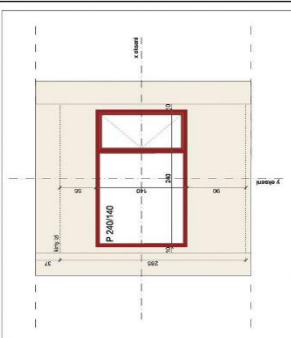
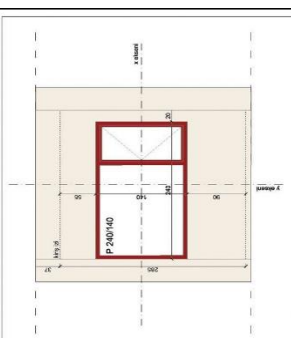
Çizelge 3.2. (devam) Pencere boyutları ve dış duvar üzerindeki konumları ile ilgili senaryolar (yazar tarafından hazırlanmıştır)

PENCERE KODU	W180xH70-XcYc-SH125	W180xH70-XaYc-SH160	W180xH70-XuYc-SH90
PENCERE GÖRSELİ			
Pencerenin eni (cm)	180 cm	180 cm	180 cm
Pencerenin yüksekliği (cm)	70 cm	70 cm	70 cm
Parapet yüksekliği (cm)	125 cm	160 cm	90 cm
Parça sayısı	2	2	2
Pencere alanı (m²)	1,26 m²	1,26 m²	1,26 m²
Pencere-duvar oranı (WWR %)	%11	%11	%11
Pencere-taban alanı oranı (WFR %)	%9	%9	%9
	W180xH50-XcYc-SH135	W180xH50-XaYc-SH160	W180xH50-XuYc-SH110
			
Pencerenin eni (cm)	180 cm	180 cm	180 cm
Pencerenin yüksekliği (cm)	50 cm	50 cm	50 cm
Parapet yüksekliği (cm)	135 cm	160 cm	110 cm
Parça sayısı	2	2	2
Pencere alanı (m²)	0,90 m²	0,90 m²	0,90 m²
Pencere-duvar oranı (WWR %)	%8	%8	%8
Pencere-taban alanı oranı (WFR %)	%6	%6	%6

Çizelge 3.2. (devam) Pencere boyutları ve dış duvar üzerindeki konumları ile ilgili senaryolar (yazar tarafından hazırlanmıştır)

PENCERE KODU	W180xH140-XcYc-SH90	W180xH140-XcYl-SH90	W130xH140-XcYc-SH90	W130xH140-XcYl-SH90
PENCERE GÖRSELİ				
Pencerenin eni (cm)	180 cm	180 cm	130 cm	130 cm
Pencerenin yüksekliği (cm)	140 cm	140 cm	140 cm	140 cm
Panepet yüksekliği (cm)	90 cm	90 cm	90 cm	90 cm
Parça sayısı	2	2	2	2
Pencere alanı (m ²)	2,52 m ²	2,52 m ²	1,82 m ²	1,82 m ²
Pencere-duvar oranı (WVR %)	%22	%22	%16	%16
Pencere-taban alanı oranı (WFR %)	%17	%17	%12	%12
	W90xH140-XcYc-SH90	W90xH140-XcYl-SH90	W60xH140-XcYc-SH90	W60xH140-XcYl-SH90
Pencerenin eni (cm)	90 cm	90 cm	60 cm	60 cm
Pencerenin yüksekliği (cm)	140 cm	140 cm	140 cm	140 cm
Panepet yüksekliği (cm)	90 cm	90 cm	90 cm	90 cm
Parça sayısı	1	1	1	1
Pencere alanı (m ²)	1,26 m ²	1,26 m ²	0,84 m ²	0,84 m ²
Pencere-duvar oranı (WVR %)	%11	%11	%8	%8
Pencere-taban alanı oranı (WFR %)	%9	%9	%6	%6

Çizelge 3.2. (devam) Pencere boyutları ve dış duvar üzerindeki konumları ile ilgili senaryolar (yazar tarafından hazırlanmıştır)

PENCERE KODU	W210xH140-XcYc-SH90	W210xH140-XcYl-SH90	W240xH140-XcYc-SH90	W240xH140-XcYl-SH90
PENCERE GÖRSELİ				
Pencerenin eni (cm)	210 cm	210 cm	240 cm	240 cm
Pencerenin yüksekliği (cm)	140 cm	140 cm	140 cm	140 cm
Parapet yüksekliği (cm)	90 cm	90 cm	90 cm	90 cm
Parça sayısı	2	2	2	2
Pencere alanı (m ²)	2,94 m ²	2,94 m ²	3,36 m ²	3,36 m ²
Pencere-duvar oranı (WWR %)	%26	%26	%30	%30
Pencere-laban alanı oranı (WFR %)	%20	%20	%23	%23

Oluşturulan pencere alternatiflerine ait kodlamaların belirlenmesi

Değişen pencere boyutlarına ve dış duvardaki konumlarına göre yapılacak hesaplamalarda elde edilen değerlere kolay bir şekilde ulaşabilmek ve herhangi bir karışıklık olmasını engellemek amacıyla oluşturulan pencere çeşitleri ile ilgili senaryolarda; pencerenin bulunduğu yön, pencerenin eni ve yüksekliği, pencerenin bulunduğu duvarın X ve Y eksenine göre konumu ve parapet yüksekliği değişken parametreleri için bir kodlama sistemi oluşturulmuştur. Her bir pencere alternatifi için oluşturulan kodlamalar Çizelge 3.3'te görülmekte olup kodlama sistemi ise aşağıda belirtildiği şekildedir.

D-WxH-XxYy-SH

D (direction): Pencerenin bulunduğu duvarın yönünü ifade etmektedir. Kuzey (N), güney (S), doğu (E) ve batı (W) şeklinde gösterilmiştir.

W (width) x H (height): Pencerenin enini ve yüksekliğini cm cinsinden ifade etmektedir.

XxYy: Pencerenin bulunduğu duvarın X ve Y eksenine göre konumunu ifade etmektedir. X ve Y ekseninin merkezinde olması “c” (*center*), yukarısında olması “a” (*above*), altında olması “u” (*under*) ve solunda olması “l” (*left*) harfleri ile gösterilmiştir.

SH (sill height): Pencerenin parapet yüksekliğini cm cinsinden ifade etmektedir.

Örneğin, E-W180xH140-XcYc-SH90 kodunun açılımı aşağıdaki gibidir.

E: Hasta odasının bulunduğu pencere doğu yönündedir.

W180xH140: Pencerenin eni 180 cm, yüksekliği ise 140 cm'dir.

XcYc: Pencere duvarın X ve Y ekseninin merkezindedir.

SH90: Pencerenin parapet yüksekliği 90 cm'dir.

Çizelge 3.3. Oluşturulan alternatif pencerelere ait kodlama sistemi (yazar tarafından hazırlanmıştır)

Pencere Çeşidi Kodları		Pencerenin Yönü Kuzey(N), Güney(S), Doğu(E), Batı(W)	Pencerenin Eni ve Yüksekliği W(en)xH(yükseklik) (cm)	Duvarın X ve Y Eksenine Göre Pencerenin Konumu c(merkezinde), a(yukarısında), u(altında), l(solunda)	Pencerenin Parapet Yüksekliği SH (cm)
W1	E-W180xH140-XcYc-SH90	Doğu	180 cm x140 cm	X ve Y ekseninin merkezinde	90 cm
	W-W180xH140-XcYc-SH90	Batı			
	N-W180xH140-XcYc-SH90	Kuzey			
	S-W180xH140-XcYc-SH90	Güney			
W1	E-W120xH100-XcYc-SH110	Doğu	120 cm x 100 cm	X ve Y ekseninin merkezinde	110 cm
	W-W120xH100-XcYc-SH110	Batı			
	N-W120xH100-XcYc-SH110	Kuzey			
	S-W120xH100-XcYc-SH110	Güney			
W2	E-W180xH140-XaYc-SH145	Doğu	180 cm x140 cm	X ekseninin yukarısında, Y ekseninin merkezinde	145 cm
	W-W180xH140-XaYc-SH145	Batı			
	N-W180xH140-XaYc-SH145	Kuzey			
	S-W180xH140-XaYc-SH145	Güney			
W3	E-W180xH140-XuYc-SH20	Doğu	180 cm x140 cm	X ekseninin altında, Y ekseninin merkezinde	20 cm
	W-W180xH140-XuYc-SH20	Batı			
	N-W180xH140-XuYc-SH20	Kuzey			
	S-W180xH140-XuYc-SH20	Güney			
W4	E-W180xH100-XcYc-SH110	Doğu	180 cm x100 cm	X ve Y ekseninin merkezinde	110 cm
	W-W180xH100-XcYc-SH110	Batı			
	N-W180xH100-XcYc-SH110	Kuzey			
	S-W180xH100-XcYc-SH110	Güney			
W5	E-W180xH100-XaYc-SH160	Doğu	180 cm x100 cm	X ekseninin yukarısında, Y ekseninin merkezinde	160 cm
	W-W180xH100-XaYc-SH160	Batı			
	N-W180xH100-XaYc-SH160	Kuzey			
	S-W180xH100-XaYc-SH160	Güney			
W6	E-W180xH100-XuYc-SH60	Doğu	180 cm x100 cm	X ekseninin altında, Y ekseninin merkezinde	60 cm
	W-W180xH100-XuYc-SH60	Batı			
	N-W180xH100-XuYc-SH60	Kuzey			
	S-W180xH100-XuYc-SH60	Güney			
W7	E-W180xH70-XcYc-SH125	Doğu	180 cm x 70 cm	X ve Y ekseninin merkezinde	125 cm
	W-W180xH70-XcYc-SH125	Batı			
	N-W180xH70-XcYc-SH125	Kuzey			
	S-W180xH70-XcYc-SH125	Güney			
W8	E-W180xH70-XaYc-SH160	Doğu	180 cm x 70 cm	X ekseninin yukarısında, Y ekseninin merkezinde	160 cm
	W-W180xH70-XaYc-SH160	Batı			
	N-W180xH70-XaYc-SH160	Kuzey			
	S-W180xH70-XaYc-SH160	Güney			
W9	E-W180xH70-XuYc-SH90	Doğu	180 cm x 70 cm	X ekseninin altında, Y ekseninin merkezinde	90 cm
	W-W180xH70-XuYc-SH90	Batı			
	N-W180xH70-XuYc-SH90	Kuzey			
	S-W180xH70-XuYc-SH90	Güney			

Çizelge 3.3. (devam) Oluşturulan alternatif pencerelere ait kodlama sistemi (yazar tarafından hazırlanmıştır)

Pencere Çeşidi Kodları		Pencerenin Yönü Kuzey(N), Güney(S), Doğu(E), Batı(W)	Pencerenin Eni ve Yüksekliği W(en)xH(yükseklik) (cm)	Duvarın X ve Y Eksenine Göre Pencerenin Konumu c(merkezinde), a(yukarısında), u(altında), l(solunda)	Pencerenin Parapet Yüksekliği SH (cm)
W10	E-W180xH50-XcYc-SH135	Doğu	180 cm x 50 cm	X ve Y ekseninin merkezinde	135 cm
	W-W180xH50-XcYc-SH135	Batı			
	N-W180xH50-XcYc-SH135	Kuzey			
	S-W180xH50-XcYc-SH135	Güney			
W11	E-W180xH50-XaYc-SH160	Doğu	180 cm x 50 cm	X ekseninin yukarısında, Y ekseninin merkezinde	160 cm
	W-W180xH50-XaYc-SH160	Batı			
	N-W180xH50-XaYc-SH160	Kuzey			
	S-W180xH50-XaYc-SH160	Güney			
W11	E-W180xH50-XaYc-SH160	Doğu	180 cm x 50 cm	X ekseninin yukarısında, Y ekseninin merkezinde	160 cm
	W-W180xH50-XaYc-SH160	Batı			
	N-W180xH50-XaYc-SH160	Kuzey			
	S-W180xH50-XaYc-SH160	Güney			
W12	E-W180xH50-XuYc-SH110	Doğu	180 cm x 50 cm	X ekseninin altında, Y ekseninin merkezinde	110 cm
	W-W180xH50-XuYc-SH110	Batı			
	N-W180xH50-XuYc-SH110	Kuzey			
	S-W180xH50-XuYc-SH110	Güney			
W13	E-W180xH180-XcYc-SH70	Doğu	180 cm x180 cm	X ve Y ekseninin merkezinde	70 cm
	W-W180xH180-XcYc-SH70	Batı			
	N-W180xH180-XcYc-SH70	Kuzey			
	S-W180xH180-XcYc-SH70	Güney			
W14	E-W180xH180-XaYc-SH105	Doğu	180 cm x180 cm	X ekseninin yukarısında, Y ekseninin merkezinde	105 cm
	W-W180xH180-XaYc-SH105	Batı			
	N-W180xH180-XaYc-SH105	Kuzey			
	S-W180xH180-XaYc-SH105	Güney			
W15	E-W180xH180-XuYc-SH00	Doğu	180 cm x180 cm	X ekseninin altında, Y ekseninin merkezinde	00 cm
	W-W180xH180-XuYc-SH00	Batı			
	N-W180xH180-XuYc-SH00	Kuzey			
	S-W180xH180-XuYc-SH00	Güney			
W16	E-W180xH220-XcYc-SH50	Doğu	180 cm x 220 cm	X ve Y ekseninin merkezinde	50 cm
	W-W180xH220-XcYc-SH50	Batı			
	N-W180xH220-XcYc-SH50	Kuzey			
	S-W180xH220-XcYc-SH50	Güney			
W17	E-W180xH220-XaYc-SH65	Doğu	180 cm x 220 cm	X ekseninin yukarısında, Y ekseninin merkezinde	65 cm
	W-W180xH220-XaYc-SH65	Batı			
	N-W180xH220-XaYc-SH65	Kuzey			
	S-W180xH220-XaYc-SH65	Güney			
W18	E-W180xH220-XuYc-SH00	Doğu	180 cm x 220 cm	X ekseninin altında, Y ekseninin merkezinde	00 cm
	W-W180xH220-XuYc-SH00	Batı			
	N-W180xH220-XuYc-SH00	Kuzey			
	S-W180xH220-XuYc-SH00	Güney			
W19	E-W180xH140-XcYl-SH90	Doğu	180 cm x 140 cm	X ekseninin merkezinde, Y ekseninin solunda	90 cm
	W-W180xH140-XcYl-SH90	Batı			
	N-W180xH140-XcYl-SH90	Kuzey			
	S-W180xH140-XcYl-SH90	Güney			

Çizelge 3.3. (devam) Oluşturulan alternatif pencerelere ait kodlama sistemi (yazar tarafından hazırlanmıştır)

Pencere Çeşidi Kodları		Pencerenin Yönü Kuzey(N), Güney(S), Doğu(E), Batı(W)	Pencerenin Eni ve Yüksekliği W(en)xH(yükseklik) (cm)	Duvarın X ve Y Eksenine Göre Pencerin Konumu c(merkezinde), a(yukarısında), u(altında), l(solunda)	Pencerenin Parapet Yüksekliği SH (cm)
W20	E-W120xH140-XcYc-SH90	Doğu	120 cm x 140 cm	X ve Y ekseninin merkezinde	90 cm
	W-W120xH140-XcYc-SH90	Batı			
	N-W120xH140-XcYc-SH90	Kuzey			
	S-W120xH140-XcYc-SH90	Güney			
W11	E-W180xH50-XaYc-SH160	Doğu	180 cm x 50 cm	X ekseninin yukarısında, Y ekseninin merkezinde	160 cm
	W-W180xH50-XaYc-SH160	Batı			
	N-W180xH50-XaYc-SH160	Kuzey			
	S-W180xH50-XaYc-SH160	Güney			
W21	E-W120xH140-XcYl-SH90	Doğu	120 cm x 140 cm	X ekseninin merkezinde, Y ekseninin solunda	90 cm
	W-W120xH140-XcYl-SH90	Batı			
	N-W120xH140-XcYl-SH90	Kuzey			
	S-W120xH140-XcYl-SH90	Güney			
W22	E-W90xH140-XcYc-SH90	Doğu	90 cm x 140 cm	X ve Y ekseninin merkezinde	90 cm
	W-W90xH140-XcYc-SH90	Batı			
	N-W90xH140-XcYc-SH90	Kuzey			
	S-W90xH140-XcYc-SH90	Güney			
W23	E-W90xH140-XcYl-SH90	Doğu	90 cm x 140 cm	X ekseninin merkezinde, Y ekseninin solunda	90 cm
	W-W90xH140-XcYl-SH90	Batı			
	N-W90xH140-XcYl-SH90	Kuzey			
	S-W90xH140-XcYl-SH90	Güney			
W24	E-W60xH140-XcYc-SH90	Doğu	60 cm x 140 cm	X ve Y ekseninin merkezinde	90 cm
	W-W60xH140-XcYc-SH90	Batı			
	N-W60xH140-XcYc-SH90	Kuzey			
	S-W60xH140-XcYc-SH90	Güney			
W25	E-W60xH140-XcYl-SH90	Doğu	60 cm x 140 cm	X ekseninin merkezinde, Y ekseninin solunda	90 cm
	W-W60xH140-XcYl-SH90	Batı			
	N-W60xH140-XcYl-SH90	Kuzey			
	S-W60xH140-XcYl-SH90	Güney			
W26	E-W210xH140-XcYc-SH90	Doğu	210 cm x 140 cm	X ve Y ekseninin merkezinde	90 cm
	W-W210xH140-XcYc-SH90	Batı			
	N-W210xH140-XcYc-SH90	Kuzey			
	S-W210xH140-XcYc-SH90	Güney			
W27	E-W210xH140-XcYl-SH90	Doğu	210 cm x 140 cm	X ekseninin merkezinde, Y ekseninin solunda	90 cm
	W-W210xH140-XcYl-SH90	Batı			
	N-W210xH140-XcYl-SH90	Kuzey			
	S-W210xH140-XcYl-SH90	Güney			
W28	E-W240xH140-XcYc-SH90	Doğu	240 cm x 140 cm	X ve Y ekseninin merkezinde	90 cm
	W-W240xH140-XcYc-SH90	Batı			
	N-W240xH140-XcYc-SH90	Kuzey			
	S-W240xH140-XcYc-SH90	Güney			
W29	E-W240xH140-XcYl-SH90	Doğu	240 cm x 140 cm	X ekseninin merkezinde, Y ekseninin solunda	90 cm
	W-W240xH140-XcYl-SH90	Batı			
	N-W240xH140-XcYl-SH90	Kuzey			
	S-W240xH140-XcYl-SH90	Güney			

3.3.4. Cam türü

Saydam yüzeyler, üzerlerine düşen ışığın belirli bir kısmını diğer tarafa geçirirler. Cam yüzeyine gelen toplam ışığın, cam ve kombinasyonları tarafından içeri geçirilen yüzdesi ışık geçirgenliği olarak tanımlanmaktadır (Sezer, 2005). Cam türü, ışık geçirgenliği açısından iç hacme giren gün ışığı miktarını kontrol eden önemli parametrelerden birisidir. Camın ışık geçirgenliği gün ışığı faktörü ile doğru orantılıdır (Danny H. W. Li ve Tsang, 2008).

Büro hacimlerinde kabuk alternatiflerinin gün ışığı aydınlatması üzerine etkilerinin incelediği bir çalışmada elde edilen sonuçlara göre; yön, dış engel durumu ve saydamlık oranının gerekli aydınlık düzeylerinin elde edilmesinde önemli parametreler olduğu, bununla birlikte cam türünün görsel konfor koşullarının elde edilmesinde önemli bir parametre olmadığı tespit edilmiştir (Ünver ve diğerleri, 2003) .

İncelenecek hasta odasında kullanılan cam türü çift cam olup bu cam türü termal veya görsel problemlerden daha çok akustik sorunlar için kullanılmakta olan bir cam türüdür. Tez çalışmasında pencere boyutlarının ve dış duvar üzerindeki konumlarının iç hacimdeki gün ışığı performansına etkisi araştırıldığı için cam türü sabit tutulmuş ve değişken olarak alınmamıştır. Mevcut cam türü olan çift cam oluşturulan pencere alternatifleri için de kullanılmış olup ışık geçirgenliği %81 olarak alınmıştır.

3.3.5. Gölgeleme elemanı

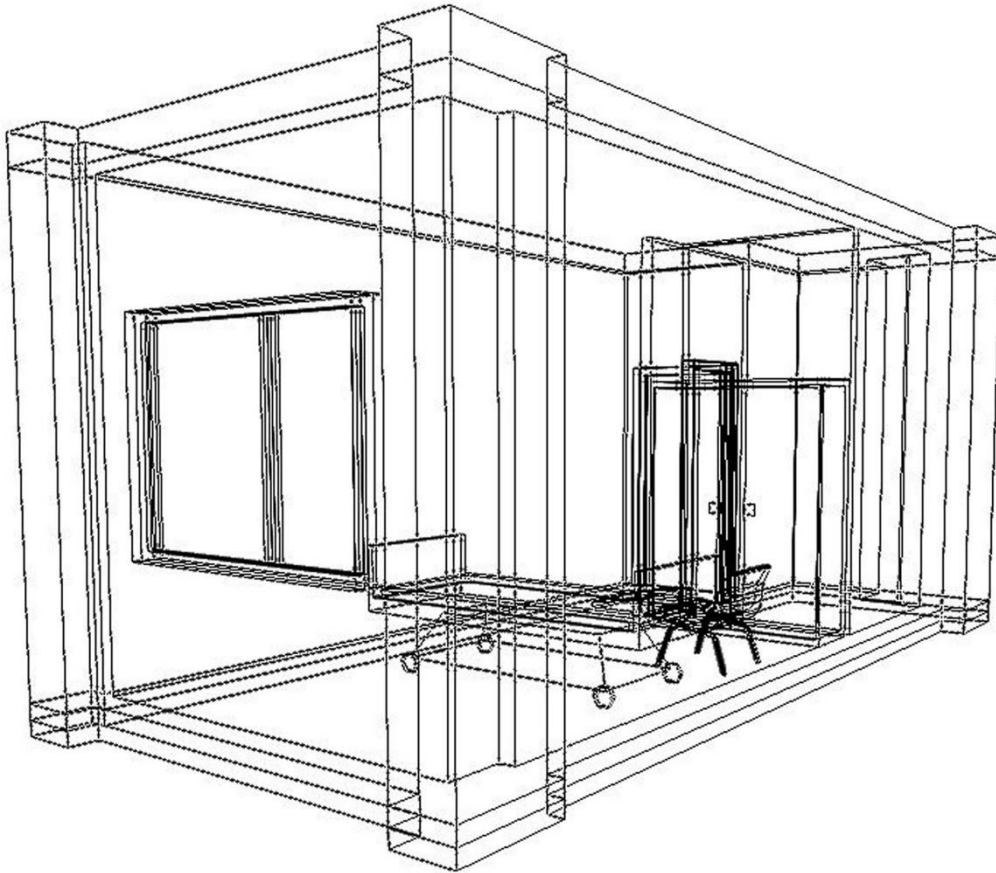
Hacim içerisine giren gün ışığının kontrol edilmesi ve kullanıcıların konforunun sağlanması amacıyla kullanılan gölgeleme elemanları, binalarda enerji verimliliği konusunda önemli yapı bileşenlerindendir.

Örnek hasta odasında mevcut durumda pencereler üzerinde gölgeleme elemanı bulunmamaktadır. Ancak yapının cephesinde bulunan kolon çıkıntıları da doğal aydınlatmada gölgeleme elemanı gibi işlev göstereceğinden modele işlenerek gün ışığı aydınlık düzeyi hesaplamalarına dahil edilmiştir.

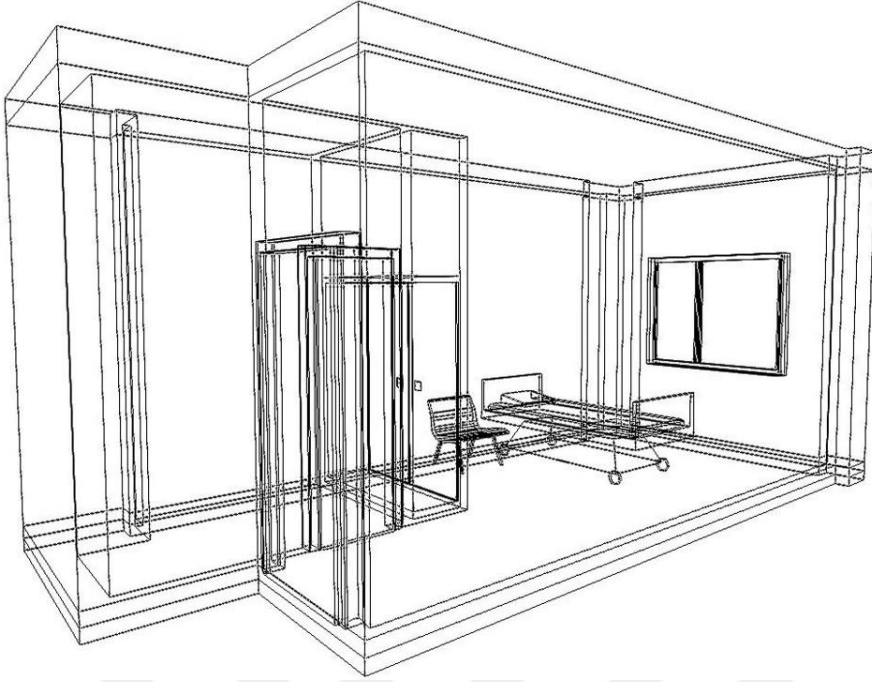
3.3.6. Hasta odasının DIALux Evo simülasyon modelinin oluşturulması

Tez kapsamında alan çalışmasında kullanılmak üzere simülasyon programı olarak DIALux Evo programı seçilmiş ve çalışmalar burada hazırlanan modeller üzerinden ilerletilmiştir.

Seçilen sağlık yapısındaki hasta odasının doğal aydınlatma kapsamında değerlendirildiği alan çalışmasında öncelikli olarak G.Ü. Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığından elde edilen örnek hasta odasının CAD dosyası üzerinden 2 boyutlu çizimleri hazırlanmış, DWG formatında DIALux Evo simülasyon aracı içine alınarak altlık olarak kullanılmış ve mevcut durum modellemesi yapılmıştır (Şekil 3.6 ve Şekil 3.7). Hasta odasının mevcut durumu ile ilgili girdi parametreleri saha araştırmasında yapılan gözlemlere ve birtakım kabullere dayandırılmıştır.

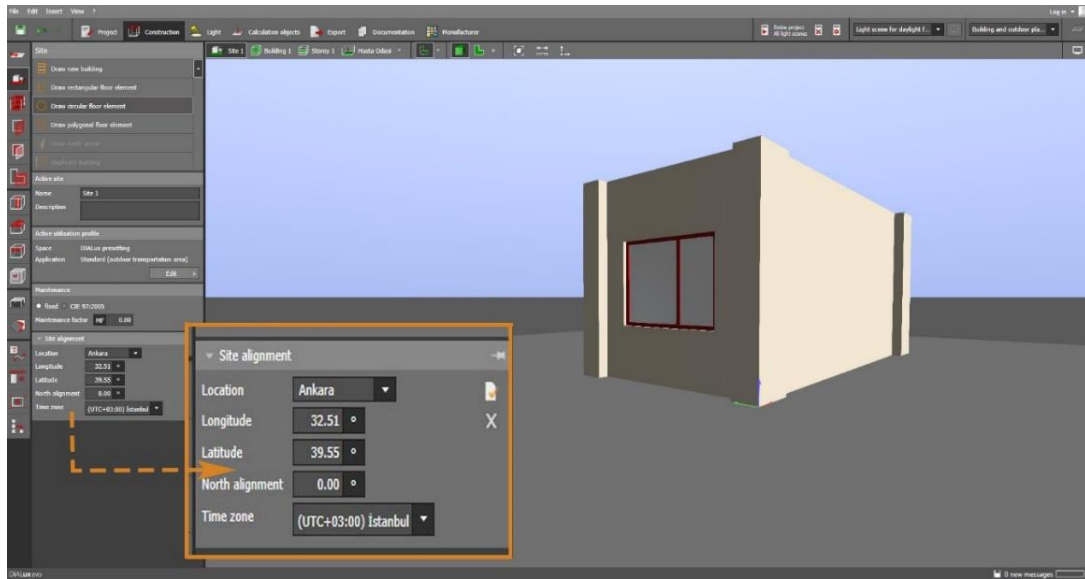


Şekil 3.6. Alan çalışmasında kullanılan hasta odasının mevcut durumunun DIALux Evo programında modellemesi / dış cephe tarafından bakış



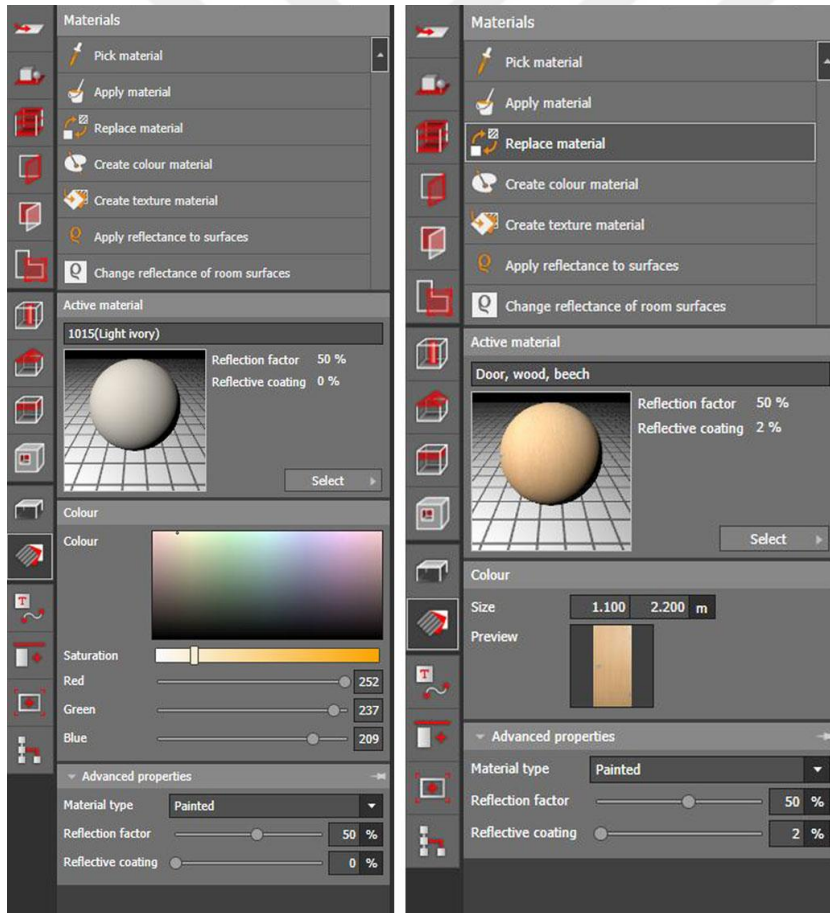
Şekil 3.7. Alan çalışmasında kullanılan hasta odasının mevcut durumunun DIALux Evo programında modelinin oluşturulması / koridor tarafından bakış

Model oluşturulurken ilk olarak G.Ü. Tıp Fakültesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi'nin Google Earth üzerinden alınan enlem ve boylam bilgisi, kullanılan saat dilimi ve kuzey yönü programa girilmiştir (Resim 3.4). DIALux Evo gün ışığı aydınlık değerini; girilen bu bilgilere, seçilen tarih ve saate göre güneşin konumunu belirleyerek hesaplamaktadır.



Resim 3.4. Hasta odasının enlem, boylam, saat dilimi ve kuzey yönü bilgilerinin DIALux Evo programına girilmesi

Alana ait veriler girildikten sonra kat yüksekliği bilgisi 3,30 m olarak girilmiş ve hacmin temiz yüksekliği 3,07 m olacak şekilde döşeme bilgileri girilerek odanın iç modellemesi yapılmıştır. Daha sonra pencere, boyutları 180x140 cm olarak alüminyum malzeme seçilerek modellenmiş ve pencereye program içinde sunulan cam türlerinden çift cam seçilerek hasta odasının modellenmesi tamamlanmıştır. Hasta odasında bulunan mobilya ve ekipmanlar programın kütüphanesinden alınarak odadaki mevcutlara uygun ölçüler verilerek modele eklenmiştir. Son olarak Resim 3.5'te görüldüğü gibi hasta odasının mevcut durumuna en uygun malzemeler seçilerek tez çalışmasında kabul edilen yansıtıcılık değerleri malzeme ayarları kısmına girilmiş ve modele malzeme atamaları yapılarak mevcut hasta odasının modellenmesi tamamlanmış, gün ışığı aydınlık düzeyi ölçümleri yapılmak üzere hazır hale getirilmiştir.

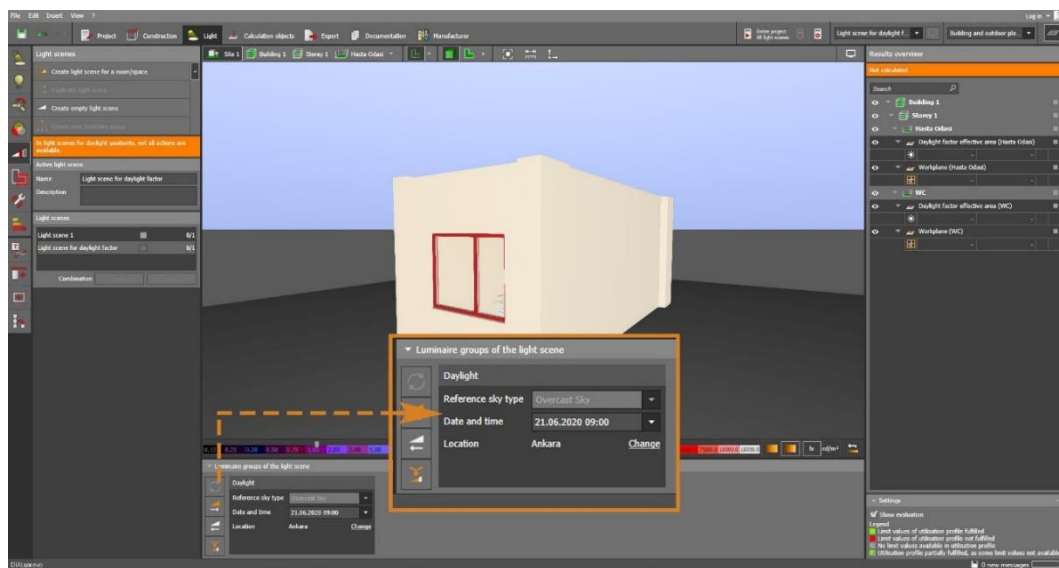


Resim 3.5. Hasta odasına ait malzeme verilerinin DIALux Evo programına girilmesi

Mevcut durum modeli hazırlandıktan sonra pencere boyutları ve pencerelerin dış duvardaki konumları değiştirilerek çeşitli senaryolar üretilmiş ve her bir senaryonun öncelikle AutoCAD programında çizimleri hazırlanmış ve DIALux Evo programına alınarak mevcut

durum modellemesinde anlatıldığı şekilde modelleri oluşturulmuştur. Mevcut durum ile birlikte bütün senaryoların doğu, batı, kuzey ve güney olmak üzere dört ana yön için de değerlendirilebilmesi için ayrı ayrı modelleri oluşturulmuş ve doğal aydınlık düzeyi hesaplamaları için hazır hale getirilmiştir.

Hesaplamalar, program içerisinde tanımlı olan gök modellerinden istenilen modelin seçilmesi üzerine belirlenen gün ve saatler için yapılmıştır (Resim 3.6). Hesaplamalar yapılırken gün ışığı faktörünü ölçerken kullanılan gökyüzü modeli olan ve gökyüzünü tamamen bulutlarla kaplı varsayarak gün ışığı bakımından en kötü senaryoyu temsil eden CIE Standart Kapalı Gök modeli tercih edilmiştir. Kapalı gök modeli güneşin olmadığı varsayımı üzerinden hesaplamalar yaptığı için dört ana yöndeki gün ışığı aydınlık düzeyleri arasında kıyaslama yapılabilecek önemde fark oluşmamaktadır. Tez çalışmasında yönlere göre değişimler de inceleneceği için gök modellerinin oluşumunda yaptığı kabullerden dolayı CIE kapalı ve açık gök modellerine yakın parlaklık dağılımının gerçekleşme sıklığının düşük olmasından dolayı gerçeği yansıtmadığı görüşüyle CIE orta gök modelinde de ölçümlerin yapılmasına karar verilmiştir. CIE orta gök modeli, açık ve kapalı gökyüzü arasında bulunan bir gökyüzü türü olup her iki CIE standart gökyüzüne benzer gökyüzü hariç tüm gökyüzünün her bir güneş yüksekliğinin ortalama gökyüzü modellerinin bir türü olarak tanımlanmaktadır (Igawa ve diğerleri, 2004). Basit şekliyle CIE orta gök modeli açık gökyüzünün biraz daha puslu halini yansıtmaktadır.



Resim 3.6. Gün ışığı aydınlık düzeyi hesaplamaları yapılırken gök modeli, tarih ve saat bilgilerinin DIALux Evo programına girilmesi

Hesaplamaların yaz ve kış mevsimlerini de temsil etmesi düşünülerek güneş ışınlarının en büyük ve en küçük açı ile geldiği günler olan 21 Haziran ve 21 Aralık gün dönümü tarihlerinde ve günün sabah, öğlen ve akşam vakitlerini yansıtmak bakımından 09.00, 12.00 ve 16.00 saatleri için yapılması planlanmıştır. Mevcut durum ile birlikte oluşturulan senaryoların gün dönümlerinde ve belirlenen saatlerde doğu, batı, kuzey ve güney olmak üzere dört ana yön için hesaplamaları yapılmıştır. Simülasyonlar Şekil 3.8'de görülmekte olan çalışma düzlemi üzerinde yapılmış ve sonuçlar değerlendirilirken düzlem üzerinde elde edilen E_{min} , E_{ort} ve E_{max} değerleri çizelgeler ile verilmiş ve hesaplanan aydınlık düzeyleri-oda derinliği değişimi grafiklerle ifade edilmiştir. Elde edilen sonuçlardan E_{max} değeri 1 metre oda derinliğindeki aydınlık düzeyini, E_{ort} değeri 2 metre oda derinliğindeki aydınlık düzeyini ve E_{min} değeri 3 metre oda derinliğindeki aydınlık düzeyini göstermektedir. Üretilen senaryolar üzerinden karşılaştırma yapılarak incelenen hasta odası için en iyi performansı sağlayan pencere alanı ve konumu belirlenmeye çalışılmıştır. Bu araştırma ile hem mevcut hasta odalarının hem de yeni yapılacak sağlık yapılarındaki hasta odalarının doğal aydınlatma performanslarının artırılması için pencere açıklıkları ve konumları konusunda tasarımcılara öneri niteliğinde bir çalışma oluşturulmaya çalışılmıştır.



Şekil 3.8. Hasta odasında simülasyonlarda hesaplamaların yapıldığı çalışma düzlemi (yazar tarafından hazırlanmıştır)

Bulguların değerlendirilmesi bölümünde simülasyonlardan elde edilen veriler değerlendirilmiştir. Simülasyonlarda, alan hesaplarına ilişkin veriler doğrudan çalışmada incelenen hasta odasının ilgili kurum arşivinden alınan projeler üzerinden yapılan ölçümlerden elde edilmiştir.

4. BULGULARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Tezin bu bölümünde, iç mekân görsel konfor koşullarının sağlanmasında gün ışığı performansını artırarak elektrik kaynaklı yapay aydınlatma yükünü azaltmak hedefiyle örnek hasta odasında pencere boyutları ve pencerelerin dış duvardaki konumları üzerinden simülasyon yolu ile yürütülen çalışmadan elde edilen sonuçlar ele alınmış ve analiz edilmiştir. Elde edilen aydınlık düzeylerinin değerlendirme kriterleri aşağıda belirtilmiştir.

Değerlendirme Kriterleri

Hasta odalarında sağlanması gerekli aydınlık düzeyi ile ilgili standartlara bakıldığında ülkemizde de geçerli olan TS EN 12464-1 standardında hasta odalarında genel aydınlatma için en az 100 lx, basit muayene ve okuma aydınlatması için en az 300 lx aydınlık düzeyi istenmektedir (TS EN 12464-1, 2013). Tez çalışması kapsamında, gün ışığından maksimum düzeyde yararlanılarak yapay aydınlatma kaynaklı enerji tüketiminin azaltılmasında hasta odasında sağlanması gerekli aydınlatma türlerinden genel aydınlatma, okuma aydınlatması ve basit muayene aydınlatmasının gün ışığı yoluyla sağlanabileceği değerlendirilmiştir. Bu doğrultuda, simülasyonlar sonucunda elde edilen veriler hasta odalarında sağlanması gerekli görsel konfor koşullarını karşılaması bakımından hem 100 lx genel aydınlatma düzeyinin hem de 300 lx okuma ve basit muayene aydınlatma düzeyinin sağlanması kabulü üzerinden değerlendirilmiştir.

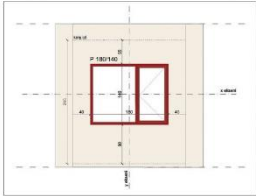
Üretilen senaryoların simülasyonlarından elde edilen sonuçların kıyaslamasında hesaplanan aydınlık düzeylerinden E_{ort} değerleri esas alınmış, senaryolar arasındaki kıyaslamalar mevcut duruma göre yapılmış ve iyileştirme oranları da mevcut duruma göre verilmiştir. Mevcut durum; 180 cm eninde ve 140 cm yüksekliğinde ve pencere-duvar oranı %22 olan, duvarın X ve Y eksenlerinin merkezinde bulunan ve parapet yüksekliği 90 cm olan durumu ifade etmektedir. CIE kapalı gök modeli ve CIE orta gök modeli için ayrı ayrı elde edilen sonuçlar kendi içlerinde incelenerek karşılaştırılmıştır.

4.1. CIE Kapalı Gök Modelinde Elde Edilen Verilerin Değerlendirilmesi

Literatür taraması çalışmasında doğal aydınlatma analizleri için ağırlıklı olarak CIE kapalı gök modelinin tercih edildiği gözlemlenmiştir. Bu çalışma kapsamında da doğal aydınlatma

düzeyi hesaplamaları öncelikle kapalı gök modelinde yapılmıştır. Kapalı gök modelinde güneşin olmadığı varsayımı ile hesaplamalar yapıldığı için gün ışığı aydınlık düzeylerinde yönler arasında ayrı ayrı inceleme yapmayı gerektirecek farklılıkların olmadığı Çizelge 4.1’de görülmekte olup bütün yönler için doğal aydınlatma simülasyon sonuçları tabloları Ek-1, Ek-2, Ek-3 ve Ek-4’te verilmiştir. Bu nedenle CIE kapalı gök modelinde yapılan hesaplamaların değerlendirmeleri örnek hasta odasının bulunduğu yön olan doğu yönü için yapılmıştır.

Çizelge 4.1. Hasta odasının mevcut durumunun dört ana yön için yapılan doğal aydınlatma simülasyonlarının sonuçları (yazar tarafından hazırlanmıştır)

MEVCUT PENCERE BOYUTU İÇİN DÖRT ANA YÖNE GÖRE HESAPLANAN DOĞAL AYDINLIK DÜZEYİ DEĞERLERİ (CIE KAPALI GÖK MODELİ)													
PENCERE ÇEŞİDİ	Pencere Alanı (m²)	WWR % (Pen. Alanı/ Duvar Alanı)	WFR % (Pen. Alanı/ Taban Alanı)	Pencerenin Bulunduğu Yön	Saat	21 HAZİRAN			21 ARALIK			Güneşli Çarpanı (DF %)	Mevcut Duruma Göre Güneşli Çarpanı Değişim Yüzdesi
						Aydınlık Düzeyi (lux)			Aydınlık Düzeyi (lux)				
						E _{ort}	E _{min}	E _{max}	E _{ort}	E _{min}	E _{max}		
W180xH140-XcYc-SH90 	2,52	%22	%17	DOĞU	9.00	311	119	737	71	27,1	168	2,457	Mevcut Durum
					12.00	463	177	1097	219	83,8	519		
					16.00	363	138	858	113	43,3	269		
				BAĞI	9.00	312	122	740	71,2	27,8	169	2,458	%0,4 Artış
					12.00	464	181	1101	220	85,9	521		
					16.00	363	142	862	114	44,4	270		
				KUZEY	9.00	314	122	739	71,5	27,8	169	2,458	%0,4 Artış
					12.00	466	181	1099	221	85,8	521		
					16.00	365	142	860	114	44,4	269		
				GÜNEY	9.00	311	119	739	70,9	27,1	169	2,455	%0,8 Azalış
					12.00	463	177	1100	219	83,7	521		
					16.00	362	138	861	113	43,3	269		

Tez çalışmasında, ideal pencere boyutunun ve pencerenin duvar üzerindeki konumunun belirlenebilmesi için çeşitli senaryolar üretilerek DIALux Evo programında modellenmiş ve doğal aydınlık düzeyi simülasyonları yapılmıştır. Simülasyon sonucunda elde edilen verilerin değerlendirilmesi üç farklı kategoride yapılmıştır. İlk grupta aynı boyuttaki pencereler için değişen konuma göre duvarın X ve Y eksenlerinin merkezinde olması, X ekseninin üzerinde veya altında olması ve Y ekseninde yana kaydırılması durumlarında elde edilen aydınlık düzeylerindeki değişimler analiz edilmiş ve en uygun konum belirlenmeye çalışılmıştır. Senaryolar ikinci grupta ise eksenlerdeki konumları aynı olan pencereler için boyutlarının değiştirilmesine bağlı olarak değişen aydınlık düzeyleri analiz edilmiş ve aynı konumdaki en ideal pencere boyutu belirlenmeye çalışılmıştır. Son olarak üretilen 29 adet senaryoya ait 21 Haziran ve 21 Aralık günleri öğlen 12.00 için elde edilen aydınlık düzeyi-oda derinliği grafikleri verilerek genel değerlendirmeleri yapılmıştır.

4.1.1. Aynı boyuttaki pencerelerin duvarın X ve Y eksenlerindeki konumlarına göre değişen aydınlık düzeylerinin değerlendirilmesi

Senaryolar için belirlenen pencere boyutları üzerinden ilk olarak üzerinde bulunduğu dış duvarın X ve Y eksenlerine göre konumları değiştirilerek senaryolar üretilmiş ve CIE kapalı gök modeli için simülasyonları yapılmıştır. Elde edilen aydınlık düzeyleri ve gün ışığı çarpanları üzerinden değerlendirmeler yapılarak üretilen senaryoların mevcut durumu temsil eden değerlere göre karşılaştırmaları yapılmıştır.

Pencerelerin X ekseninin merkezinde, üzerinde ve altında olması durumları için üretilen senaryoların değerlendirilmesi

İlk olarak 180 cm eninde ve 140 cm yüksekliğinde olan mevcut pencere boyutu üzerinden üretilen senaryolar değerlendirilmiştir. Mevcut pencerenin alanının bulunduğu duvarın alanına oranı (WWR) %22 olarak hesaplanmıştır. 21 Haziran ve 21 Aralık tarihlerinde günün sabah, öğlen ve akşam vakitlerini temsilen 9.00, 12.00 ve 16.00 saatlerinde simülasyonlar yapılmıştır.

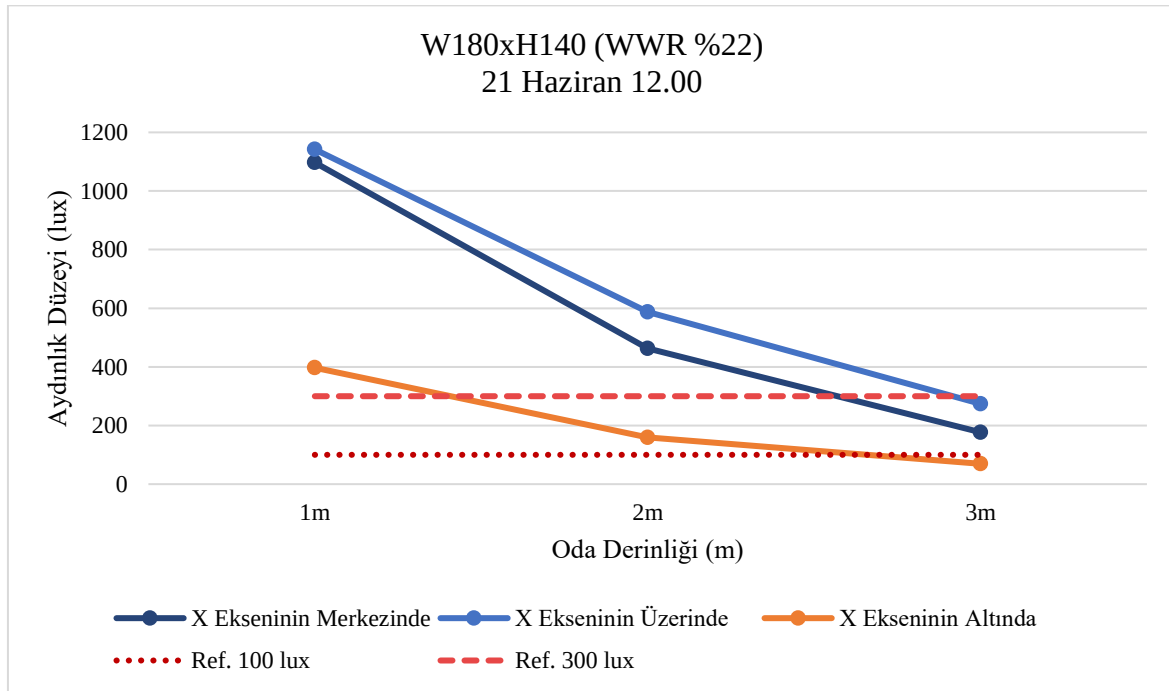
21 Haziran tarihi için yapılan simülasyonlar sonucunda elde edilen E_{ort} değerleri incelendiğinde, üç senaryo durumu için de TS EN 12464-1'e göre genel aydınlatma için istenilen 100 lx aydınlık değerinin simülasyon yapılan her saat için sağlandığı görülmektedir. Pencerenin X ekseninin altına alındığı durum haricinde, okuma ve basit muayene için standartlarda istenilen 300 lx aydınlık değerinin üzerinde olunduğu ve standartların sağlandığı görülmektedir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Pencere-duvar oranı %22 olan 180cm x 140cm boyutlarındaki pencerenin duvarın X ekseninde bulunan konumlarına göre üretilen senaryoların doğal aydınlık düzeyi simülasyon sonuçları (yazar tarafından hazırlanmıştır)

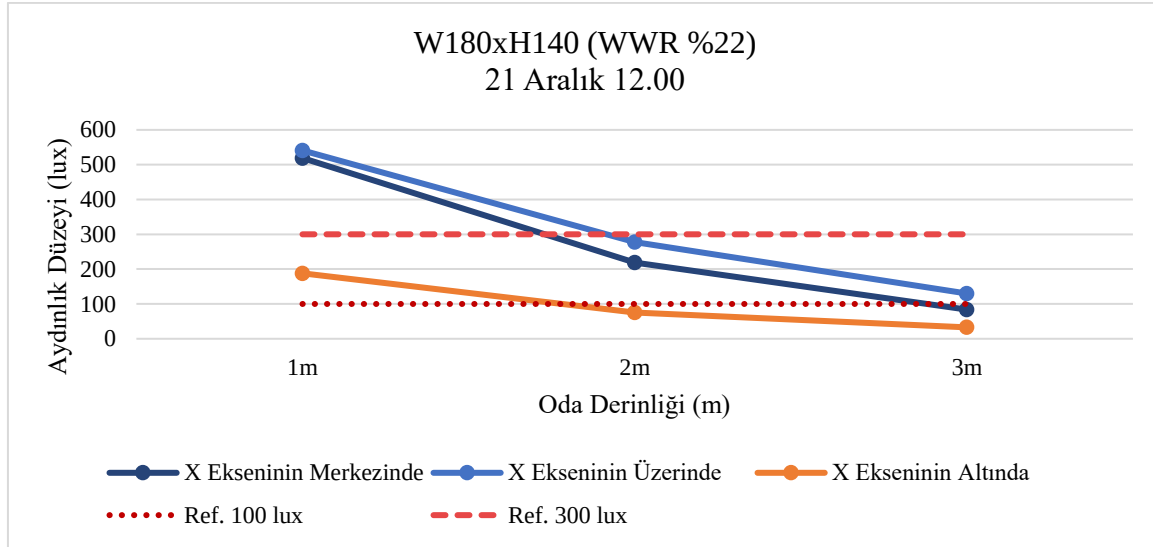
DEĞİŞEN PENCERE KONUMLARINA GÖRE HESAPLANAN DOĞAL AYDINLIK DÜZEYİ DEĞERLERİ (CIE KAPALI GÖK MODELİ)													
PENCERE ÇEŞİDİ		Pencere Alanı (m ²)	WWR % (Pen. Alanı/ Duvar Alanı)	WFR % (Pen. Alanı/ Taban Alanı)	Saat	21 HAZİRAN			21 ARALIK			Güneşli Çarpanı (DF %)	Mevcut Duruma Göre Güneşli Çarpanı Değişim Yüzdesi
						Aydınlık Düzeyi (lux)			Aydınlık Düzeyi (lux)				
						E _{ort}	E _{min}	E _{max}	E _{ort}	E _{min}	E _{max}		
W180xH140-XcYc-SH90		2,52	%22	%17	9.00	311	119	737	71	27,1	168	2,457	Mevcut Durum
					12.00	463	177	1097	219	83,8	519		
					16.00	363	138	858	113	43,3	269		
W180xH140-XaYc-SH145		2,52	%22	%17	9.00	394	184	768	89,9	42	175	3,025	%23 Artış
					12.00	587	274	1142	278	130	541		
					16.00	459	214	894	144	67,1	280		
W180xH140-XuYc-SH20		2,52	%22	%17	9.00	107	46,6	267	24,4	10,6	60,8	0,869	%65 Azalış
					12.00	159	69,4	397	75,4	32,8	188		
					16.00	125	54,3	311	39	17	97,2		

21 Aralık tarihi için yapılan simülasyonlar sonucunda elde edilen E_{ort} değerleri incelendiğinde, mevcut durumu gösteren eksenlerin merkezinde olması durumunda ve X ekseninin üzerine alındığı senaryo durumunda sabah 9.00’da, X ekseninin altına alındığı durumda ise simülasyon yapılan saatlerin hiçbirinde TS EN 12464-1’e göre genel aydınlatma için istenilen 100 lx aydınlık değerinin sağlanamadığı görülmektedir. Üç senaryo durumu için de okuma ve basit muayene aydınlatması için standartlarda istenilen 300 lx aydınlık düzeyinin sağlanamadığı görülmektedir (Bkz. Çizelge 4.2).

Pencere duvarın X ekseninin merkezinde iken gün ışığı çarpanı %2,457 olarak saptanmıştır. Bu değer mevcut durumu yansıtmakta olup diğer değerlerin kıyaslaması bu değere göre yapılmıştır. Pencere mevcut boyutu ile duvarın X ekseninin üzerine alındığında gün ışığı çarpanının değeri %3,025 olarak bulunmuş olup hasta odasında mevcut durum aydınlık düzeyinde %23 oranında artış meydana geldiği saptanmıştır. Pencerenin konumu X ekseninin altına alındığında gün ışığı çarpanının değeri %0,869 olarak bulunmuş ve aydınlık düzeyinde %65 oranında azalma olduğu belirlenmiştir. Pencerenin konumunun değişmesine bağlı olarak hacim içindeki aydınlık düzeylerinin değişiminin görüldüğü grafikler Şekil 4.1 ve Şekil 4.2’de verilmektedir.

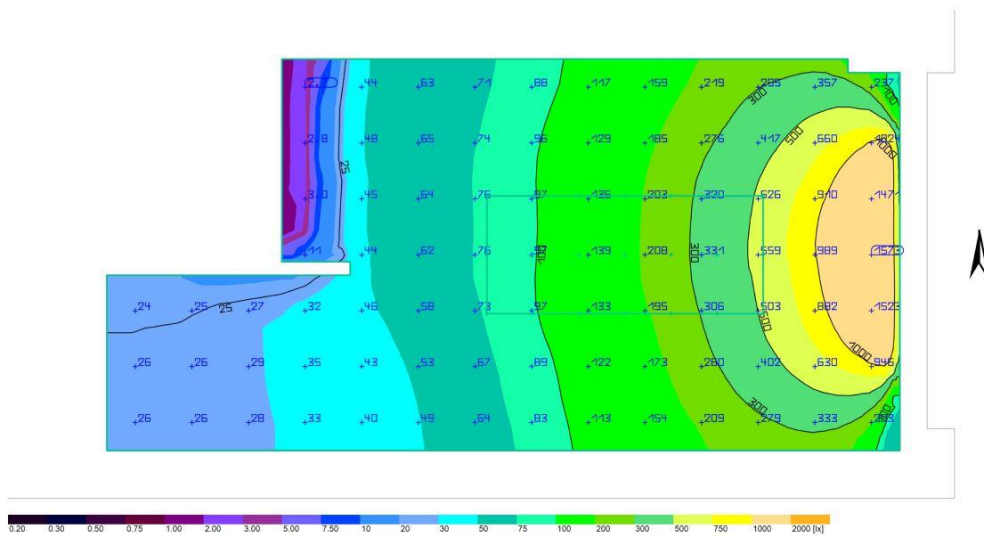


Şekil 4.1. CIE kapalı gök modelinde 180cm x 140cm boyutlarındaki pencerenin 21 Haziran 12.00’de duvar X eksenini üzerindeki konumuna göre değişen doğal aydınlık düzeyleri



Şekil 4.2. CIE kapalı gök modelinde 180cm x 140cm boyutlarındaki pencerenin 21 Aralık 12.00’de duvar X eksenindeki konumuna göre değişen doğal aydınlık düzeyleri

Grafiklerden de görüldüğü gibi gün ışığından yararlanma bakımından en iyi performans X ekseninin üzerine alınması durumunda elde edilmiştir. Hacim içindeki aydınlık düzeylerinin renksel dağılımlarını gösteren şekiller de her bir alternatif için elde edilmiş olup değerlendirmeler elde edilen rakamsal veriler üzerinden yapıldığı için sadece mevcut durum için 21 Haziran 12.00’de hesaplanan aydınlık düzeyine ait şekil örnek oluşturması adına aşağıda verilmiştir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. W180xH140-XcYc-SH90 için 21 Haziran 12.00’de hacim içerisinde oluşan doğal aydınlık düzeyinin renksel dağılımı

İkinci durumda pencerenin genişliği sabit tutularak yüksekliği 100 cm'ye düşürülmüş ve elde edilen yeni pencere boyutu için sabit tutulan genişlik değerinin olduğu X ekseninde yer değiştirmeler yapılarak üç adet senaryo elde edilmiş ve bu senaryolar için simülasyonlar yapılmıştır. 180 cm genişliğindeki ve 100 cm yüksekliğindeki pencerenin alanının bulunduğu duvarın alanına oranı (WWR) %16 olarak hesaplanmış olup simülasyonlardan elde edilen değerler Çizelge 4.3'te görülmektedir.

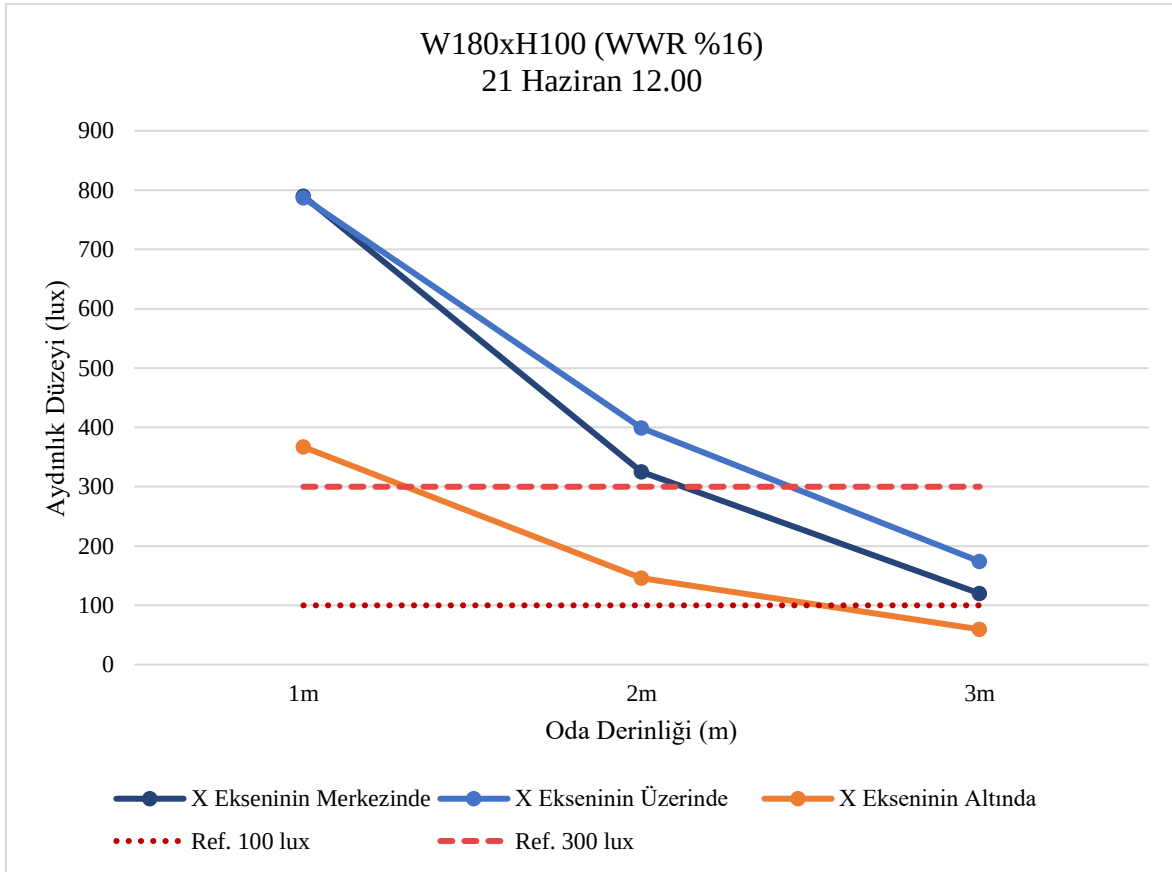
İkinci durum için 21 Haziran tarihinde yapılan simülasyonlardan elde edilen E_{ort} değerleri incelendiğinde, pencerenin X ekseninin altına alındığı durumda sabah 9.00 hariç standartlarda genel aydınlatma için istenilen 100 lx aydınlık düzeyinin sağlandığı görülmektedir. Okuma ve basit muayene içi istenilen 300 lx aydınlık düzeyinin ise, pencerenin X ekseninin merkezinde olması durumunda sadece öğlen 12.00 için sağlandığı görülmektedir. Pencere X ekseninin üzerine alındığında hem 12.00 hem de 16.00 saatlerinde 300 lx aydınlık düzeyinin sağlandığı tespit edilmiştir. Pencerenin X ekseninin altına alınması durumunda ise hesaplama yapılan saatlerin hiçbirinde okuma ve basit muayene için istenilen 300 lx aydınlık değerinin sağlanamadığı görülmektedir.

21 Aralık tarihinde yapılan simülasyonlardan elde edilen E_{ort} değerleri incelendiğinde, genel aydınlatma için istenilen 100 lx aydınlık düzeyinin sadece pencerenin X ekseninin merkezinde ve üzerinde olduğu durumlarda öğlen 12.00 için sağlandığı görülmektedir. Okuma ve basit muayene için istenilen 300 lx aydınlık düzeyinin ise hesaplama yapılan saatler için bu pencere boyutunda hiçbir konumda sağlanamadığı görülmektedir.

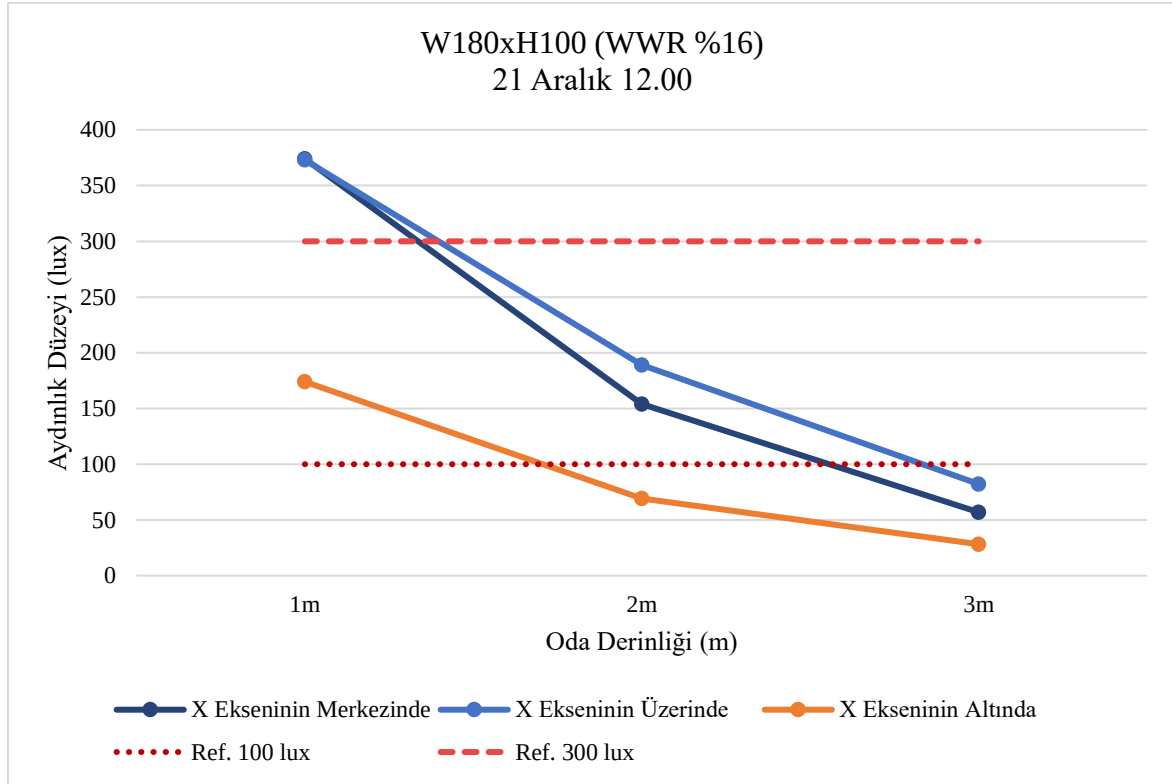
Çizelge 4.3. Pencere-duvar oranı %16 olan 180cm x 100cm boyutlarındaki pencerenin duvarın X eksenindeki değişen konumlarına göre üretilen senaryoların doğal aydınlık düzeyi simülasyon sonuçları

DEĞİŞEN PENCERE KONUMLARINA GÖRE HESAPLANAN DOĞAL AYDINLIK DÜZEYİ DEĞERLERİ (CIE KAPALI GÖK MODELİ)													
PENCERE ÇEŞİDİ		Pencere Alanı (m ²)	WWR % (Pen. Alanı/ Duvar Alanı)	WFR % (Pen. Alanı/ Taban Alanı)	Saat	21 HAZİRAN Aydınlık Düzeyi (lux)			21 ARALIK Aydınlık Düzeyi (lux)			Güneşli Çarpanı (DF %)	Mevcut Duruma Göre Güneşli Çarpanı Değişim Yüzdesi
						E _{ort}	E _{min}	E _{max}	E _{ort}	E _{min}	E _{max}		
W180xH100-XcYc-SH110		1,80	%16	%12	9.00	218	80,7	531	49,8	18,4	121	1,742	%29 Azalış
					12.00	325	120	790	154	56,9	374		
					16.00	254	94	618	79,6	29,4	193		
W180xH100-XaYc-SH160		1,80	%16	%12	9.00	268	117	529	61,2	26,6	121	2,044	%17 Azalış
					12.00	399	174	787	189	82,2	373		
					16.00	312	136	616	97,7	42,5	193		
W180xH100-XuYc-SH60		1,80	%16	%12	9.00	98,2	40,1	247	22,4	9,14	56,2	0,793	%68 Azalış
					12.00	146	59,6	367	69,2	28,2	174		
					16.00	114	46,7	287	35,8	14,6	89,8		

Genişliği 180 cm, yüksekliği 100 cm olarak belirlenen pencerenin duvarın X ekseninin merkezinde iken hesaplanan gün ışığı çarpanı %1,742'dir. Mevcut duruma göre aydınlık düzeyinde %29 oranında azalma olduğu tespit edilmiştir. Pencerenin konumu X ekseninin üzerine alındığında gün ışığı çarpanının değeri %2,044 olarak bulunmuş ve aydınlık düzeyinde %17 oranında azalma olduğu belirlenmiştir. Pencerenin X ekseninin altına alınması durumunda ise gün ışığı çarpanının %0,793 olduğu ve aydınlık düzeyinde %68 oranında azalma olduğu saptanmıştır. Pencerenin konumunun değişmesine bağlı olarak hacim içinde değişen aydınlık düzeylerine ait oluşturulan grafikler şekil 4.4 ve şekil 4.5'te görülmektedir.



şekil 4.4. CIE kapalı gök modelinde 180cm x 100cm boyutlarındaki pencerenin 21 Haziran 12.00'de duvarın X eksenini üzerindeki konumuna göre değişen doğal aydınlık düzeyleri



Şekil 4.5. CIE kapalı gök modelinde 180cm x 100cm boyutlarındaki pencerenin 21 Aralık 12.00’de duvarın X eksenini üzerindeki konumuna göre değişen doğal aydınlık düzeyleri

Üçüncü durumda yine pencerenin genişliği sabit tutularak yüksekliği 70 cm’ye düşürülmüş ve elde edilen yeni pencere boyutu için duvarın X eksenini üzerinde yer değiştirmeler yapılarak üç adet senaryo elde edilmiş ve bu senaryolar için simülasyonlar yapılmıştır. Pencerenin alanının bulunduğu duvarın alanına oranı (WWR) %11 olarak hesaplanmış olup simülasyonlardan elde edilen değerler Çizelge 4.4’te görülmektedir.

Üçüncü durum için 21 Haziran tarihinde yapılan simülasyonlardan elde edilen E_{ort} değerleri incelendiğinde, pencerenin X eksenini altına alındığı durumda sabah 9.00 hariç genel aydınlatma için öngörülen 100 lx aydınlık düzeyinin sağlandığı görülmektedir. Okuma ve basit muayene için standartlarda istenilen 300 lx aydınlık düzeyinin ise, bu boyuttaki pencere için üretilen alternatiflerin hiçbirinde sağlanamadığı görülmektedir.

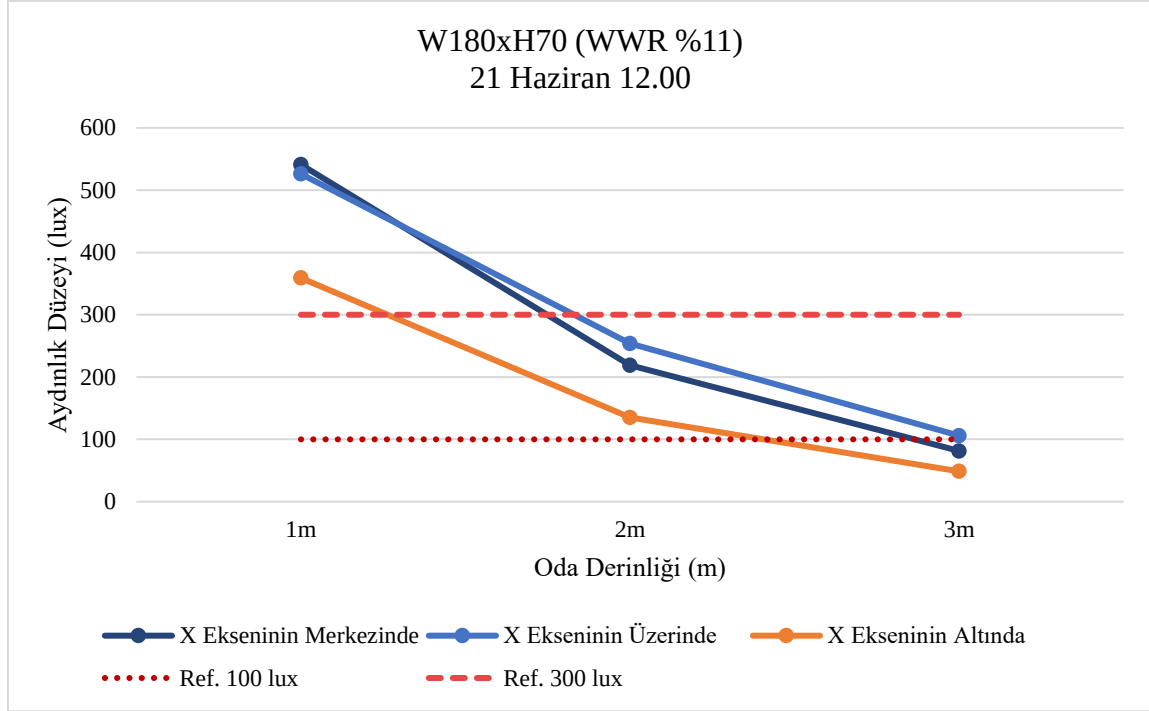
21 Aralık tarihinde yapılan simülasyonlardan elde edilen E_{ort} değerleri incelendiğinde, genel aydınlatma için öngörülen 100 lx aydınlık düzeyinin sadece pencerenin X eksenini merkezinde ve üzerinde olduğu durumlarda öğlen 12.00 için sağlandığı görülmektedir.

Okuma ve basit muayene için istenilen 300 lx aydınlık düzeyinin ise hesaplama yapılan saatler için bu pencere boyutunda hiçbir konumda sağlanamadığı görülmektedir.

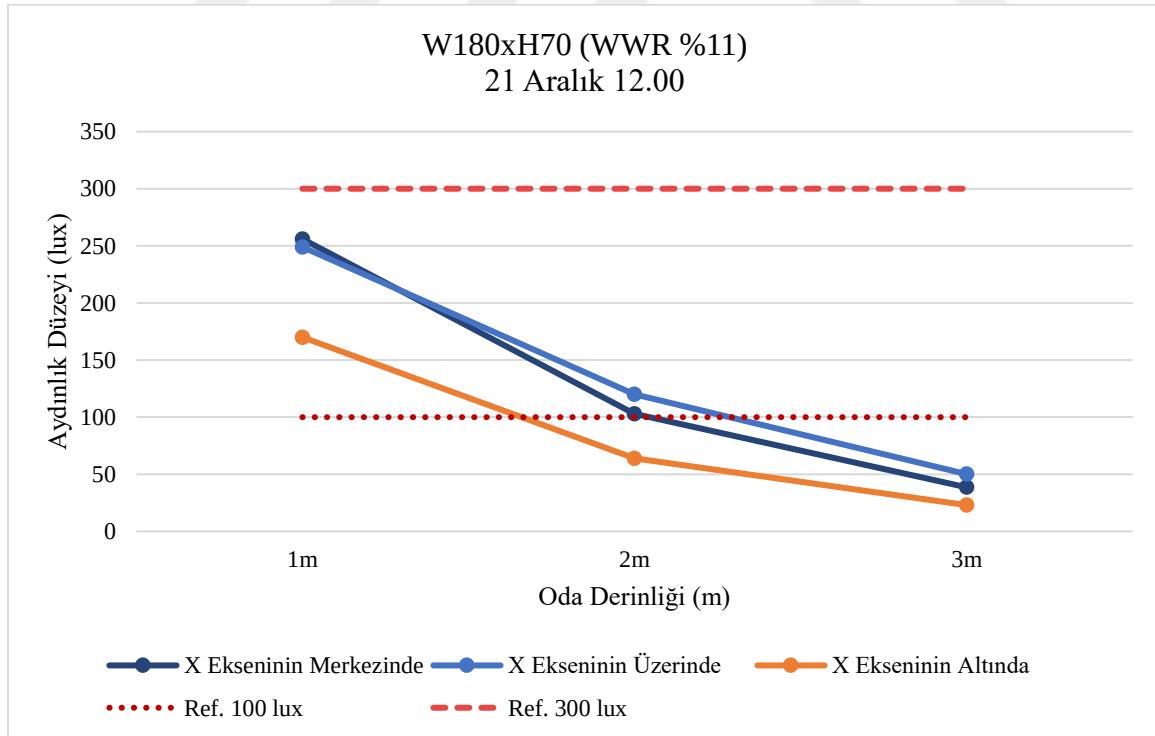
Çizelge 4.4. Pencere-duvar oranı %11 olan 180cm x 70cm boyutlarındaki pencerenin duvarın X eksenini üzerindeki değişen konumlarına göre üretilen senaryoların doğal aydınlık düzeyi simülasyon sonuçları

DEĞİŞEN PENCERE KONUMLARINA GÖRE HESAPLANAN DOĞAL AYDINLIK DÜZEYİ DEĞERLERİ (CIE KAPALI GÖK MODELİ)													
PENCERE ÇEŞİDİ		Pencere Alanı (m²)	WWR % (Pen. Alanı/ Duvar Alanı)	WFR % (Pen. Alanı/ Taban Alanı)	Saat	21 HAZİRAN			21 ARALIK			Güneşli Çarpanı (DF %)	Mevcut Duruma Göre Güneşli Çarpanı Değişim Yüzdesi
						Aydınlık Düzeyi (lux)			Aydınlık Düzeyi (lux)				
						E _{ort}	E _{min}	E _{max}	E _{ort}	E _{min}	E _{max}		
W180xH70-XcYc-SH125		1,26	%11	%9	9.00	147	54,8	364	33,5	12,5	83	1,175	%52 Azalış
					12.00	219	81,4	541	103	38,6	256		
					16.00	171	63,8	424	53,5	19,9	133		
W180xH70-XaYc-SH160		1,26	%11	%9	9.00	171	71,2	353	38,9	16,2	80,6	1,322	%46 Azalış
					12.00	254	106	526	120	50,1	249		
					16.00	199	82,9	412	62,2	25,9	129		
W180xH70-XuYc-SH90		1,26	%11	%9	9.00	90,7	32,6	241	20,7	7,44	55,1	0,740	%70 Azalış
					12.00	135	48,6	359	63,9	23	170		
					16.00	106	38	281	33	11,9	88		

Genişliği 180 cm, yüksekliği 70 cm olarak belirlenen pencerenin duvarın X ekseninin merkezinde iken hesaplanan gün ışığı çarpanı %1,175'tir. Mevcut duruma göre aydınlık düzeyinde %52 oranında azalma olduğu tespit edilmiştir. Pencerenin konumu X ekseninin üzerine alındığında gün ışığı çarpanının değeri %1,322 olarak bulunmuş ve aydınlık düzeyinde %46 oranında azalma olduğu belirlenmiştir. Pencerenin X ekseninin altına alınması durumunda ise gün ışığı çarpanının %0,740 olduğu ve aydınlık düzeyinde %70 oranında azalma olduğu saptanmıştır. Pencerenin konumunun değişmesine bağlı olarak hacim içinde değişen aydınlık düzeylerini gösteren grafikler Şekil 4.6 ve Şekil 4.7'de görülmektedir. Grafiklerden de anlaşılacağı üzere pencerenin X ekseninin üzerine alınması durumunda en iyi performans elde edilmiş olup Y eksenini yönündeki yer değiştirme oranına bağlı olarak X ekseninin merkezinde olması durumu ile birbirine yakın sonuçlar elde edilmiştir.



Şekil 4.6. CIE kapalı gök modelinde 180cm x 70cm boyutlarındaki pencerenin 21 Haziran 12.00'de duvarın X eksenini üzerindeki konumuna göre değişen doğal aydınlık düzeyleri



Şekil 4.7. CIE kapalı gök modelinde 180cm x 70cm boyutlarındaki pencerenin 21 Aralık 12.00'de duvarın X eksenini üzerindeki konumuna göre değişen doğal aydınlık düzeyleri

Dördüncü durumda pencerenin genişliği sabit tutularak yüksekliği 50 cm'ye düşürülmüş ve elde edilen yeni pencere boyutu için duvarın X eksenini üzerinde yer değiştirmeler yapılarak üç adet senaryo elde edilmiş ve bu senaryolar için simülasyonlar yapılmıştır. Pencerenin alanının bulunduğu duvarın alanına oranı (WWR) %8 olarak hesaplanmış olup simülasyonlardan elde edilen değerler Çizelge 4.5'te görülmektedir.

Çizelge 4.5. Pencere-duvar oranı %8 olan 180cm x 50cm boyutlarındaki pencerenin duvarın X eksenini üzerindeki değişen konumlarına göre üretilen senaryoların doğal aydınlık düzeyi simülasyon sonuçları

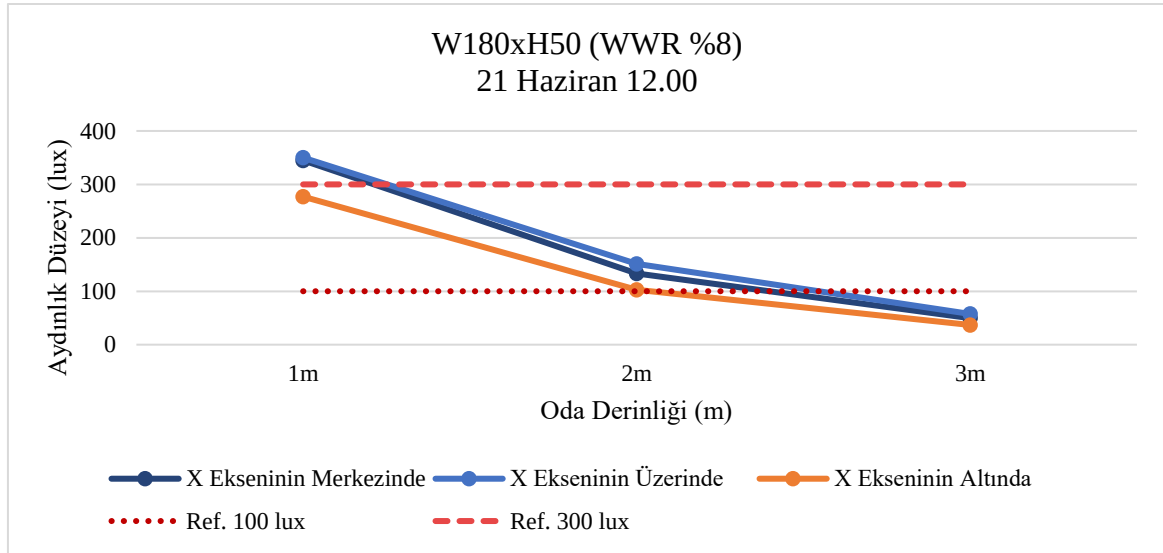
DEĞİŞEN PENCERE KONUMLARINA GÖRE HESAPLANAN DOĞAL AYDINLIK DÜZEYİ DEĞERLERİ (CIE KAPALI GÖK MODELİ)													
PENCERE ÇEŞİDİ		Pencere Alanı (m ²)	WWR % (Pen. Alanı/ Duvar Alanı)	WFR % (Pen. Alanı/ Taban Alanı)	Saat	21 HAZİRAN			21 ARALIK			Güneşli Çarpanı (DF %)	Mevcut Duruma Göre Güneşli Çarpanı Değişim Yüzdesi
						Aydınlık Düzeyi (lux)			Aydınlık Düzeyi (lux)				
						E _{ort}	E _{min}	E _{max}	E _{ort}	E _{min}	E _{max}		
W180xH50-XcYc-SH135		0.90	%8	%6	9.00	89,7	33,4	232	20,4	7,62	52,9	0.716	%71 Azalış
					12.00	133	49,7	345	63,2	23,5	163		
					16.00	104	38,9	270	32,7	12,2	84,5		
W180xH50-XaYc-SH160		0.90	%8	%6	9.00	102	38,6	235	23,2	8,81	53,6	0.794	%68 Azalış
					12.00	151	57,5	350	71,7	27,2	166		
					16.00	118	45	274	37,1	14,1	85,7		
W180xH50-XuYc-SH110		0.90	%8	%6	9.00	69,5	24,8	186	15,8	5,66	42,5	0.559	%77 Azalış
					12.00	103	36,9	277	49	17,5	131		
					16.00	80,9	28,9	217	25,3	9,04	67,9		

Dördüncü durum için 21 Haziran tarihinde yapılan simülasyonlardan elde edilen E_{ort} değerleri incelendiğinde, pencerenin X ekseninin merkezinde olduğu durumda sabah 9.00'da ve X ekseninin altına alındığı durumda 9.00 ve 16.00 saatlerinde hasta odasında genel aydınlatma için istenilen 100 lx aydınlık düzeyinin sağlanamadığı, onun haricindeki durumlarda 100 lx aydınlık düzeyinin sağlandığı görülmektedir. Okuma ve basit muayene için istenilen 300 lx aydınlık düzeyinin ise, bu boyuttaki pencere için üretilen alternatiflerin hiçbirinde sağlanamadığı görülmektedir.

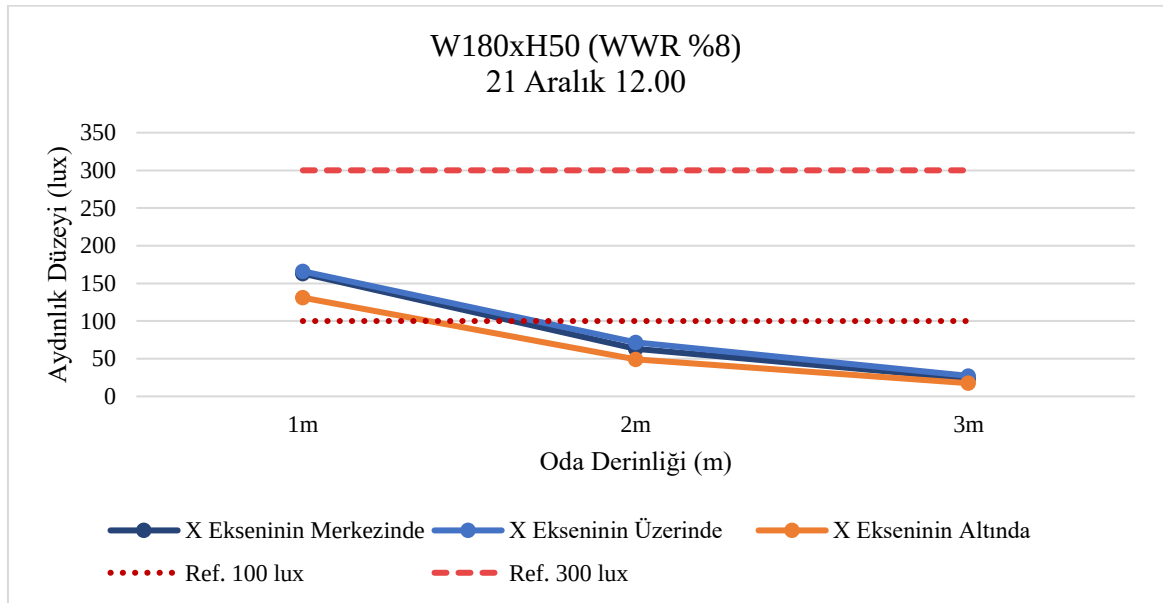
21 Aralık tarihinde yapılan simülasyonlardan elde edilen E_{ort} değerleri incelendiğinde, genel aydınlatma için öngörülen 100 lx aydınlık düzeyinin hiçbir konumda sağlanamadığı saptanmıştır.

Genişliği 180 cm ve yüksekliği 50 cm olarak belirlenen pencerenin duvarın X ekseninin merkezinde iken hesaplanan gün ışığı çarpanı %0,716'dır. Mevcut duruma göre aydınlık düzeyinde %71 oranında azalma olduğu tespit edilmiştir. Pencerenin konumu X ekseninin üzerine alındığında gün ışığı çarpanının değeri %0,794 olarak bulunmuş ve aydınlık düzeyinde %68 oranında azalma olduğu belirlenmiştir. Pencerenin X ekseninin altına alınması durumunda ise gün ışığı çarpanının %0,559 olduğu ve aydınlık düzeyinde %77

oranında azalma olduğu saptanmıştır. Pencerenin konumunun değişmesine bağlı olarak hacim içinde değişen aydınlık düzeylerini gösteren grafikler Şekil 4.8 ve Şekil 4.9’da görülmektedir. Grafiklerden de anlaşılabacağı üzere X ekseninin üzerine alınması durumunda en iyi performans elde edilmiş olup Y eksenı yönündeki yer değıştirme oranına bağılı olarak X ekseninin merkezinde olması durumu ile birbirine yakın sonuçlar elde edilmiştir.



Şekil 4.8. CIE kapalı gök modelinde 180cm x 50cm boyutlarındaki pencerenin 21 Haziran 12.00’de duvarın X eksenı üzerindeki konumuna göre değışen doğal aydınlık düzeyleri



Şekil 4.9. CIE kapalı gök modelinde 180cm x 50cm boyutlarındaki pencerenin 21 Aralık 12.00’de duvarın X eksenı üzerindeki konumuna göre değışen doğal aydınlık düzeyleri

Beşinci durumda pencerenin genişliği sabit tutularak yüksekliği 185 cm'ye çıkarılmış ve elde edilen yeni pencere boyutu için duvarın X eksenini üzerinde yer değiştirmeler yapılarak üç adet senaryo elde edilmiş ve bu senaryolar için simülasyonlar yapılmıştır. Pencerenin alanının bulunduğu duvarın alanına oranı (WWR) %30 olarak hesaplanmış olup simülasyonlardan elde edilen değerler Çizelge 4.6'da görülmektedir.

Beşinci durum için 21 Haziran tarihinde yapılan simülasyonlardan elde edilen E_{ort} değerleri incelendiğinde, bütün konumlarda genel aydınlatma için istenilen 100 lx aydınlık düzeyinin sağlandığı görülmektedir. Okuma ve basit muayene aydınlatması için öngörülen 300 lx aydınlık düzeyinin ise sadece pencerenin X ekseninin altına alınması durumunda sağlanamadığı görülmektedir.

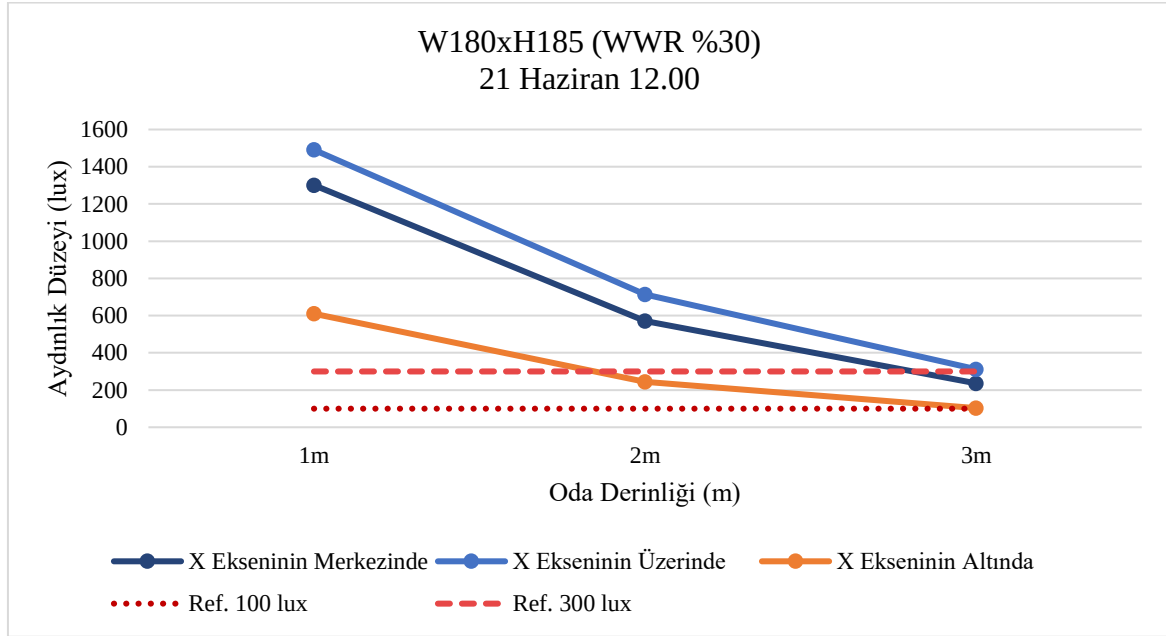
21 Aralık tarihinde yapılan simülasyonlardan elde edilen E_{ort} değerleri incelendiğinde, pencerenin X ekseninin merkezinde olduğu durumda sabah 9.00 saatinde ve X ekseninin altına alındığı durumda 9.00 ve 16.00 saatlerinde genel aydınlatma için istenilen 100 lx aydınlık düzeyinin sağlanamadığı saptanmıştır. Okuma ve basit muayene için istenilen 300 lx aydınlık düzeyinin ise sadece pencerenin X ekseninin üzerine alındığı durumda öğlen 12.00 saatinde sağlandığı görülmektedir.

Çizelge 4.6. Pencere-duvar oranı %30 olan 180cm x 185cm boyutlarındaki pencerenin duvarın X eksenini üzerindeki değişen konumlarına göre üretilen senaryoların doğal aydınlık düzeyi simülasyon sonuçları

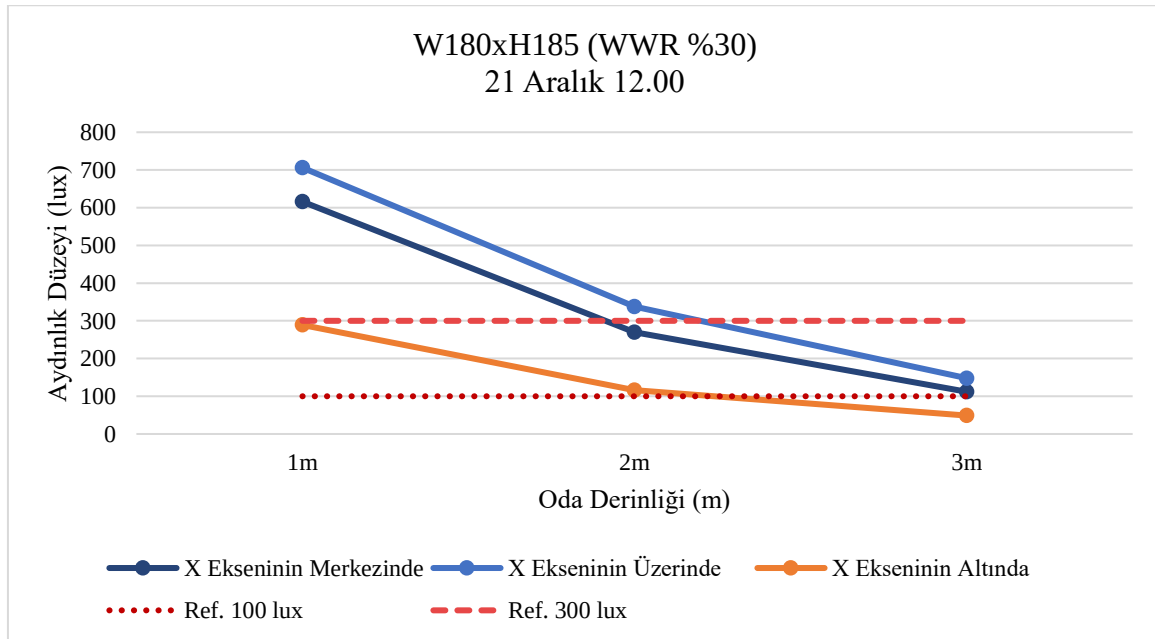
DEĞİŞEN PENCERE KONUMLARINA GÖRE HESAPLANAN DOĞAL AYDINLIK DÜZEYİ DEĞERLERİ (CIE KAPALI GÖK MODELİ)													
PENCERE ÇEŞİDİ		Pencere Alanı (m ²)	WWR % (Pen. Alanı/ Duvar Alanı)	WFR % (Pen. Alanı/ Taban Alanı)	Saat	21 HAZİRAN			21 ARALIK			Güneşli Çarpanı (DE %)	Mevcut Duruma Göre Güneşli Çarpanı Değişim Yüzdesi
						Aydınlık Düzeyi (lux)			Aydınlık Düzeyi (lux)				
						E _{ort}	E _{min}	E _{max}	E _{ort}	E _{min}	E _{max}		
W180xH185-XcYc-SH67		3,33	%30	%23	9.00	384	158	875	87,5	36,1	199	2,993	%22 Artış
					12.00	571	236	1301	270	112	616		
					16.00	447	184	1018	140	57,7	319		
W180xH185-XaYc-SH100		3,33	%30	%23	9.00	479	209	1002	109	47,8	229	3,680	%50 Artış
					12.00	713	312	1491	338	148	706		
					16.00	558	244	1167	175	76,3	365		
W180xH185-XuYc-SH00		3,33	%30	%23	9.00	165	69,5	410	37,6	15,8	93,5	1,320	%46 Azalış
					12.00	245	103	610	116	48,9	289		
					16.00	192	80,9	477	60,1	25,3	149		

Genişliği 180 cm ve yüksekliği 185 cm olarak belirlenen pencerenin, duvarın X ekseninin merkezinde iken hesaplanan gün ışığı çarpanı %2,993'tür. Mevcut duruma göre aydınlık düzeyinde %22 oranında artış olduğu tespit edilmiştir. Pencerenin konumu X ekseninin üzerine alındığında gün ışığı çarpanının değeri %3,680 olarak bulunmuş ve aydınlık düzeyinde %50 oranında artış olduğu belirlenmiştir. Pencerenin X ekseninin altına alınması

durumunda ise gün ışığı çarpanının %1,320 olduğu ve aydınlık düzeyinde %46 oranında azalma olduğu saptanmıştır. Pencerenin konumunun değişmesine bağlı olarak hacim içinde değişen aydınlık düzeylerini gösteren grafikler Şekil 4.10 ve Şekil 4.11’de görülmektedir.



Şekil 4.10. CIE kapalı gök modelinde 180cm x 185cm boyutlarındaki pencerenin 21 Haziran 12.00’de duvarın X eksenı üzerindeki konumuna göre değişen doğal aydınlık düzeyleri



Şekil 4.11. CIE kapalı gök modelinde 180cm x 185cm boyutlarındaki pencerenin 21 Aralık 12.00’de duvarın X eksenı üzerindeki konumuna göre değişen doğal aydınlık düzeyleri

Son durumda yine pencerenin genişliği sabit tutularak yüksekliği 220 cm'ye çıkarılmış ve elde edilen yeni pencere boyutu için duvarın X eksenini üzerinde yer değiştirmeler yapılarak üç adet senaryo elde edilmiş ve bu senaryolar için simülasyonlar yapılmıştır. Pencerenin alanının bulunduğu duvarın alanına oranı (WWR) %35 olarak hesaplanmış olup simülasyonlardan elde edilen değerler Çizelge 4.7'de görülmektedir.

Pencerenin genişliğinin 180 cm ve yüksekliğinin 220 cm olduğu durumda 21 Haziran tarihinde yapılan simülasyonlardan elde edilen E_{ort} değerleri incelendiğinde, bütün konumlarda genel aydınlatma için istenilen 100 lx aydınlık düzeyinin sağlandığı görülmektedir. Okuma ve basit muayene aydınlatması için öngörülen 300 lx aydınlık düzeyinin ise sadece pencerenin X ekseninin altına alındığı durumda sabah 9.00 saatinde sağlanamadığı görülmektedir.

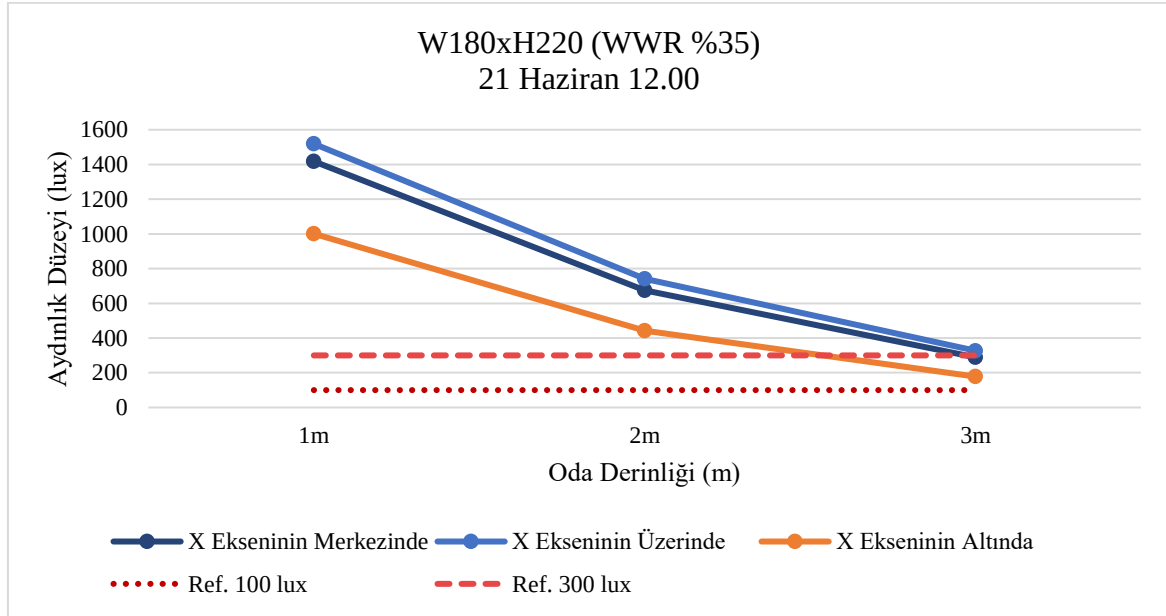
Son durumda 21 Aralık tarihinde yapılan simülasyonlardan elde edilen E_{ort} değerleri incelendiğinde, yalnızca pencerenin X ekseninin altına alındığı durumda 9.00 saati için yapılan gün ışığı simülasyonlarında genel aydınlatma için istenilen 100 lx aydınlık düzeyinin sağlanamadığı saptanmıştır. Okuma ve basit muayene aydınlatması için standartlarda belirtilen 300 lx aydınlık düzeyinin ise pencerenin X ekseninin merkezinde olduğu ve üzerine alındığı durumlarda öğlen 12.00 saati için sağlandığı görülmektedir.

Çizelge 4.7. Pencere-duvar oranı %35 olan 180cm x 220cm boyutlarındaki pencerenin duvarın X eksenini üzerindeki değişen konumlarına göre üretilen senaryoların doğal aydınlık düzeyi simülasyon sonuçları

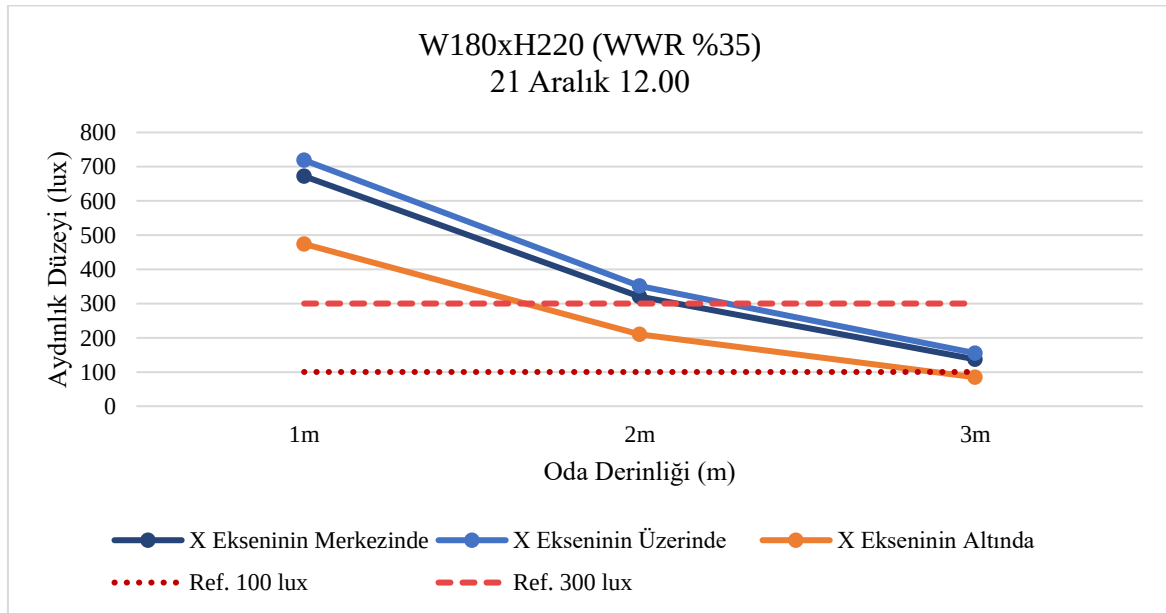
DEĞİŞEN PENCERE KONUMLARINA GÖRE HESAPLANAN DOĞAL AYDINLIK DÜZEYİ DEĞERLERİ (CIE KAPALI GÖK MODELİ)													
PENCERE ÇEŞİDİ		Pencere Alanı (m²)	WWR % (Pen. Alanı/ Duvar Alanı)	WFR % (Pen. Alanı/ Taban Alanı)	Saat	21 HAZİRAN Aydınlık Düzeyi (lux)			21 ARALIK Aydınlık Düzeyi (lux)			Güneşli Çarpanı (DF %)	Mevcut Duruma Göre Güneşli Çarpanı Değişim Yüzdesi
						E _{ort}	E _{min}	E _{max}	E _{ort}	E _{min}	E _{max}		
W180xH220-XcYc-SH50		3,96	%35	%27	9.00	454	194	954	104	44,3	217	3,513	%43 Artış
					12.00	675	289	1418	320	137	672		
					16.00	529	226	1110	165	70,8	347		
W180xH220-XaYc-SH65		3,96	%35	%27	9.00	498	220	1021	114	50,2	233	3,837	%56 Artış
					12.00	741	327	1519	351	155	719		
					16.00	580	256	1189	181	80,2	372		
W180xH220-XuYc-SH00		3,96	%35	%27	9.00	297	120	673	67,8	27,4	153	2,334	%5 Azalış
					12.00	442	178	1001	210	84,5	474		
					16.00	346	140	784	108	43,7	245		

Genişliği 180 cm ve yüksekliği 220 cm olarak belirlenen pencerenin, duvarın X ekseninin merkezinde iken hesaplanan gün ışığı çarpanı %3,513'tür. Mevcut duruma göre aydınlık düzeyinde %43 oranında artış olduğu tespit edilmiştir. Pencerenin konumu X ekseninin üzerine alındığında gün ışığı çarpanının değeri %3,837 olarak bulunmuş ve aydınlık

düzeyinde %56 oranında artış olduğu belirlenmiştir. Pencerenin X ekseninin altına alınması durumunda ise gün ışığı çarpanının %2,334 olduğu ve aydınlık düzeyinde %5 oranında azalma olduğu saptanmıştır. Pencerenin konumunun değişmesine bağlı olarak hacim içinde değişen aydınlık düzeylerini gösteren grafikler Şekil 4.12’de ve Şekil 4.13’te görülmektedir.



Şekil 4.12. CIE kapalı gök modelinde 180cm x 220cm boyutlarındaki pencerenin 21 Haziran 12.00’de duvarın X eksenini üzerindeki konumuna göre değişen doğal aydınlık düzeyleri



Şekil 4.13. CIE kapalı gök modelinde 180cm x 220cm boyutlarındaki pencerenin 21 Aralık 12.00’de duvarın X eksenini üzerindeki konumuna göre değişen doğal aydınlık düzeyleri

Pencerelerin duvarın X eksenine göre yerlerinin değiştirildiği senaryolardan elde edilen sonuçlar ayrı ayrı değerlendirilmiş olup, X ekseninin altına alındığı durumlarda aydınlık düzeylerinde %5-77 aralığında azalma olduğu tespit edilmiştir. X ekseninin üzerine alındığı durumlarda ise her zaman merkezinde olduğu duruma göre gün ışığı aydınlık düzeyinde artış olduğu saptanmıştır.

Elde edilen sonuçlara bakıldığında pencerelerin parapet yüksekliğinin arttırılmasının gün ışığı aydınlık düzeyinde artış sağlayarak elektrik kaynaklı aydınlatma enerji tüketiminin azaltılmasına katkıda bulunduğu görülmektedir. Pencerenin eksenlerin merkezine yerleştirildiği durumda pencere-duvar oranının yaklaşık %40 civarlarında olması gerektiği, X ekseninin üzerine alındığı yani parapet yüksekliğinin artırıldığı durumlarda bu oranın %25 civarlarına kadar düşürülebileceği tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara bakıldığında parapet yüksekliğinin düşürülmesinin hem gün ışığı aydınlık düzeyi hem de gün ışığının hacim içerisindeki homojen dağılımı yönünden uygun olmadığı değerlendirilmiştir.

Pencerelerin Y ekseninde yana kaydırılması durumu için üretilen senaryoların değerlendirilmesi

Senaryoların bu grubunda pencerelerin yükseklik değeri sabit tutulmuş ve genişlikleri değiştirilerek senaryolar üretilmiştir. Bu grup için ise pencerenin Y ekseninde yana kaydırılması durumunda aydınlık düzeylerindeki değişiklikler saptanmaya çalışılmıştır. Yapılan simülasyon sonuçlarına bakıldığında sağa ve sola kaydırılması durumunda hacim içindeki aydınlık düzeyinde dikkate alınacak bir değişiklik olmadığı, sadece hacim içerisindeki gün ışığı dağılımının farklı olduğu tespit edildiğinden simülasyonlar ve değerlendirmeler sadece Y ekseninde sola kaydırılması durumu için yapılmıştır.

İlk olarak 180 cm eninde, 140 cm yüksekliğinde ve %22 pencere-duvar oranına (WWR) sahip olan mevcut pencere boyutu üzerinden üretilen senaryolar değerlendirilmiştir. Y ekseninden yana kayırılması durumunda aydınlık düzeyindeki değişimleri araştırmak için eksenlerin merkezinde olması ve yana kaydırılması olarak iki farklı senaryo üretilmiştir.

İlk durum için 21 Haziran tarihinde yapılan simülasyonlardan elde edilen E_{ort} değerleri incelendiğinde, bütün konumlarda genel aydınlatma için istenilen 100 lx aydınlık düzeyinin sağlandığı görülmektedir. Okuma ve basit muayene aydınlatması için öngörülen 300 lx

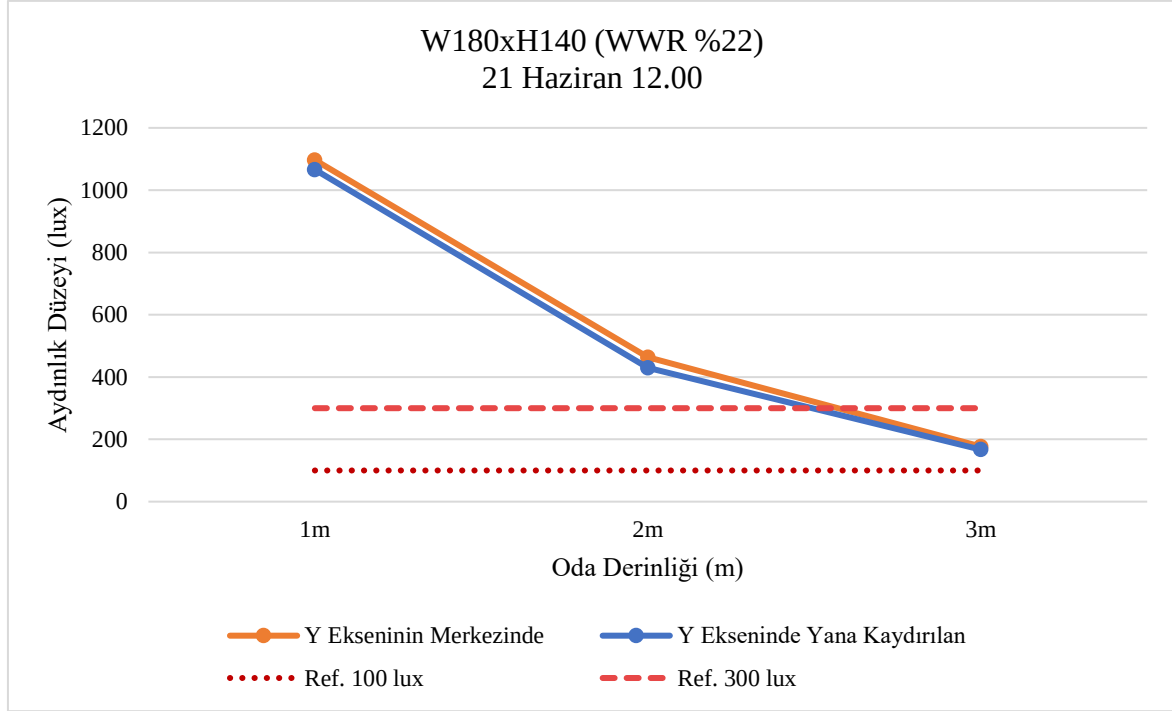
aydınlık düzeyinin ise sadece pencerenin Y ekseninde yana kaydırılması durumunda sabah 9.00 saati için yapılan hesaplamalarda sağlanamadığı, onun haricindeki durumlarda ve saatlerde sağlandığı saptanmıştır.

İlk durum için 21 Aralık tarihinde yapılan simülasyonlardan elde edilen E_{ort} değerleri incelendiğinde, genel aydınlatma için öngörülen 100 lx aydınlık düzeyinin eksenlerin merkezinde olduğu ve Y ekseninde yana kaydırıldığı durumda sadece sabah 9.00 saati için yapılan simülasyonlarda sağlanamadığı tespit edilmiştir. Okuma ve basit muayene aydınlatması için öngörülen 300 lx aydınlık düzeyinin ise 21 Aralık tarihinde hiçbir konumda ve saatte sağlanamadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.8).

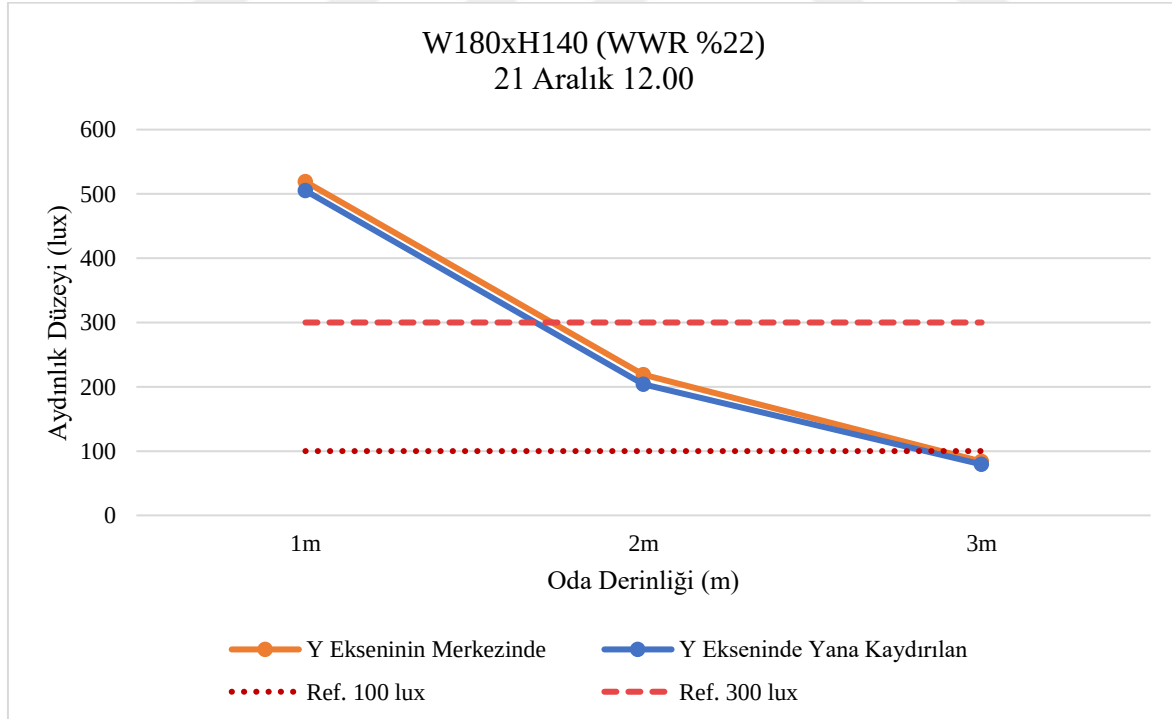
Çizelge 4.8. Pencere-duvar oranı %22 olan 180cm x 140cm boyutlarındaki pencerenin duvarın Y eksenı üzerindeki değişen konumlarına göre üretilen senaryoların doğal aydınlık düzeyi simülasyon sonuçları

DEĞİŞEN PENCERE KONUMLARINA GÖRE HESAPLANAN DOĞAL AYDINLIK DÜZEYİ DEĞERLERİ (CIE KAPALI GÖK MODELİ)													
PENCERE ÇEŞİDİ		Pencere Alanı (m²)	WWR % (Pen. Alanı/ Duvar Alanı)	WFR % (Pen. Alanı/ Taban Alanı)	Saat	21 HAZİRAN			21 ARALIK			Güneşli Çarpanı (DF %)	Mevcut Duruma Göre Güneşli Çarpanı Değişim Yüzdesi
						Aydınlık Düzeyi (lux)			Aydınlık Düzeyi (lux)				
						E _{ort}	E _{min}	E _{max}	E _{ort}	E _{min}	E _{max}		
W180xH140-XcYc-SH90		2,52	%22	%17	9.00	311	119	737	71	27,1	168	2,457	Mevcut Durum
					12.00	463	177	1097	219	83,8	519		
					16.00	363	138	858	113	43,3	269		
W180xH140-XcYl-SH90		2,52	%22	%17	9.00	289	113	717	65,9	25,7	163	2,264	%8 Azalış
					12.00	430	167	1066	204	79,3	505		
					16.00	337	131	834	105	41	261		

Mevcut duruma ait pencere boyutunda ve konumunda gün ışığı çarpanı değeri %2,457 olarak belirlenmiştir. Pencerenin parapet yüksekliği ile oynanmadan sadece duvarın Y ekseninde yana kaydırılması durumunda gün ışığı çarpanının değeri %2,264 olarak bulunmuş ve aydınlık düzeyinde %8 oranında azalma olduğu tespit edilmiştir. Pencerenin konumunun değişmesine bağlı olarak hacim içinde değişen aydınlık düzeylerini gösteren grafikler Şekil 4.14 ve Şekil 4.15'te görülmektedir.



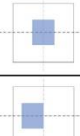
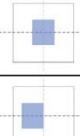
Şekil 4.14. CIE kapalı gök modelinde 180cm x 140cm boyutlarındaki pencerenin 21 Haziran 12.00'de duvarın Y eksenı üzerindeki konumuna göre değışen doğal aydınlık düzeyleri



Şekil 4.15. CIE kapalı gök modelinde 180cm x 140cm boyutlarındaki pencerenin 21 Aralık 12.00'de duvarın Y eksenı üzerindeki konumuna göre değışen doğal aydınlık düzeyleri

İkinci durumda pencerenin yüksekliği sabit tutularak genişliği 130 cm'ye düşürülmüş ve elde edilen yeni pencere boyutu için eksenlerin merkezinde olması ve Y ekseninde yana kaydırılması durumu için iki adet senaryo elde edilmiş ve bu senaryolar için simülasyonlar yapılmıştır. 130 cm genişliğindeki ve 140 cm yüksekliğindeki pencerenin alanının bulunduğu duvarın alanına oranı (WWR) %16 olarak hesaplanmış olup simülasyonlardan elde edilen değerler Çizelge 4.9'da görülmektedir.

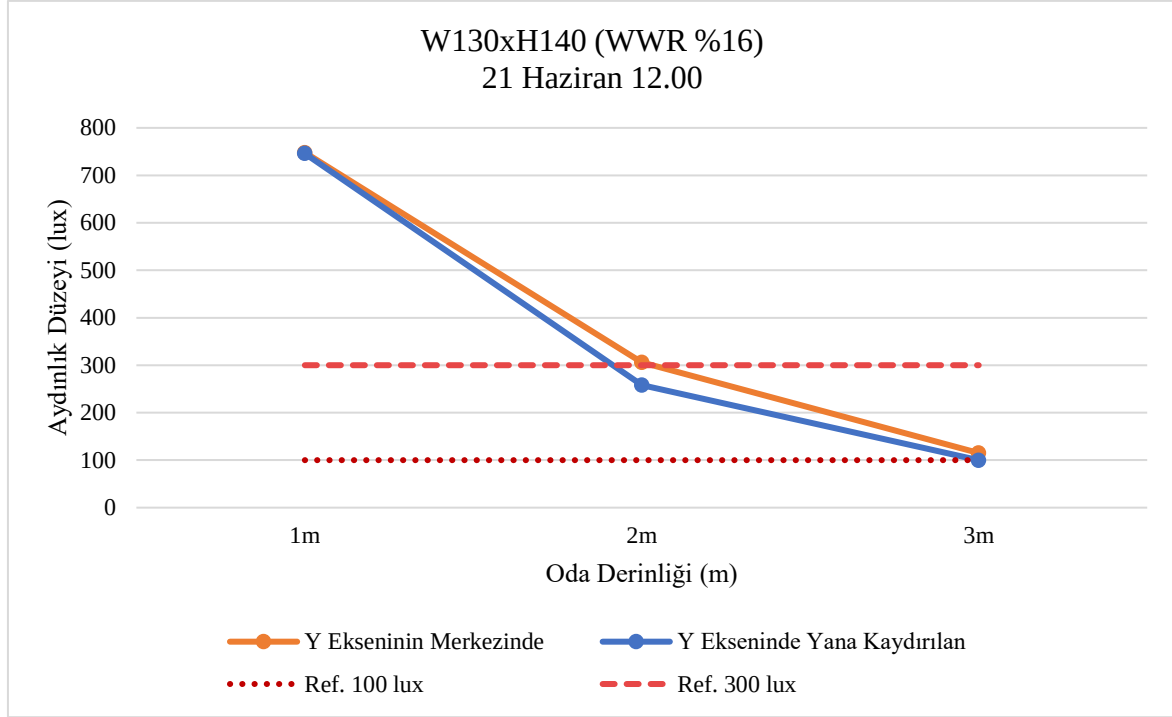
Çizelge 4.9. Pencere-duvar oranı %16 olan 130cm x 140cm boyutlarındaki pencerenin duvarın Y eksenı üzerindeki değişen konumlarına göre üretilen senaryoların doğal aydınlık düzeyi simülasyon sonuçları

PENCERE ÇEŞİDİ													
		Pencere Alanı (m²)	WWR % (Pen. Alanı/ Duvar Alanı)	WFR % (Pen. Alanı/ Taban Alanı)	Saat	21 HAZİRAN			21 ARALIK			Güneşli Çarpanı (DF %)	Mevcut Duruma Göre Güneşli Çarpanı Değişim Yüzdesi
						Aydınlık Düzeyi (lux)			Aydınlık Düzeyi (lux)				
						E _{ort}	E _{min}	E _{max}	E _{ort}	E _{min}	E _{max}		
W130xH140-XcYc-SH90		1,82	%16	%12	9.00	206	77,4	503	46,9	17,7	115	1,595	%35 Azalış
					12.00	306	115	748	145	54,6	354		
					16.00	240	90,2	586	75	28,2	183		
W130xH140-XcYl-SH90		1,82	%16	%12	9.00	173	67,2	502	39,5	15,3	114	1,350	%45 Azalış
					12.00	258	99,9	746	122	47,3	353		
					16.00	202	78,2	584	63,1	24,5	183		

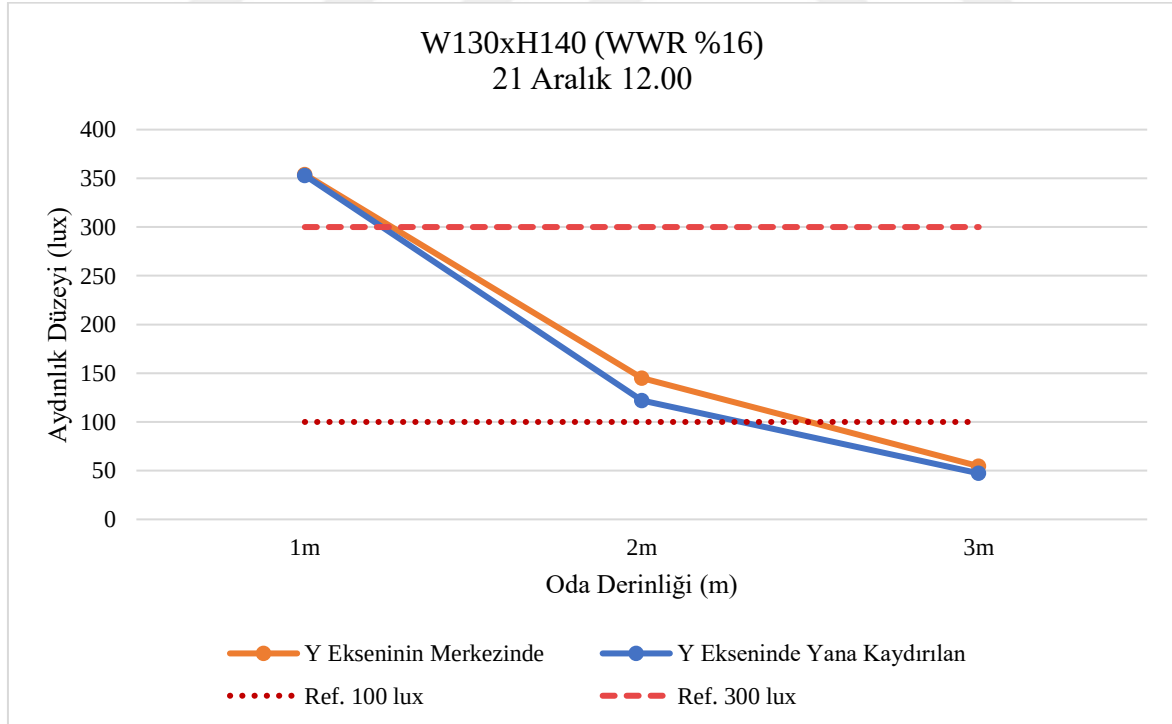
İkinci durum için 21 Haziran tarihinde yapılan simülasyonlardan elde edilen E_{ort} değerlerine bakıldığında, genel aydınlatma için istenilen 100 lx aydınlık düzeyinin sağlandığı, ancak okuma ve basit muayene için istenilen 300 lx aydınlık düzeyinin sadece pencerenin Y ekseninin merkezinde olduğu durumda öğlen 12.00 saati için sağlanabildiği görülmektedir.

21 Aralık tarihinde yapılan simülasyonlardan elde edilen E_{ort} değerlerine bakıldığında, Y ekseninin merkezinde olduğu ve yana kaydırıldığı durumlarda sadece öğlen 12.00 saati için genel aydınlatma için öngörülen 100 lx aydınlık düzeyinin sağlandığı, diğer durumlarda ve saatlerde gerekli aydınlık düzeylerinin sağlanamadığı belirlenmiştir.

Genişliği 130 cm ve yüksekliği 140 cm olarak belirlenen pencerenin, duvarın X ve Y eksenlerinin merkezinde iken hesaplanan gün ışığı çarpanı %1,595'tir. Mevcut duruma göre aydınlık düzeyinde %35 oranında azalma olduğu tespit edilmiştir. Pencerenin konumu Y ekseninde yana kaydırıldığında gün ışığı çarpanının değeri %1,350 olarak bulunmuş ve aydınlık düzeyinde %45 oranında azalma olduğu belirlenmiştir. Pencerenin konumunun değişmesine bağlı olarak hacim içinde değişen aydınlık düzeylerini gösteren grafikler Şekil 4.16 ve Şekil 4.17'de görülmektedir.



Şekil 4.16. CIE kapalı gök modelinde 130cm x 140cm boyutlarındaki pencerenin 21 Haziran 12.00'de duvar Y eksenine üzerindeki konumuna göre değişen doğal aydınlık düzeyleri



Şekil 4.17. CIE kapalı gök modelinde 130cm x 140cm boyutlarındaki pencerenin 21 Aralık 12.00'de duvar Y eksenine üzerindeki konumuna göre değişen doğal aydınlık düzeyleri

Üçüncü durumda pencerenin yüksekliği sabit tutularak genişliği 90 cm'ye düşürülmüş ve elde edilen yeni pencere boyutu için duvarın Y eksenine göre yer değiştirmeler yapılarak iki adet senaryo elde edilmiş ve bu senaryolar için simülasyonlar yapılmıştır. 90 cm genişliğindeki ve 140 cm yüksekliğindeki pencerenin alanının bulunduğu duvarın alanına oranı (WWR) %11 olarak hesaplanmış olup simülasyonlardan elde edilen değerler Çizelge 4.10'da görülmektedir.

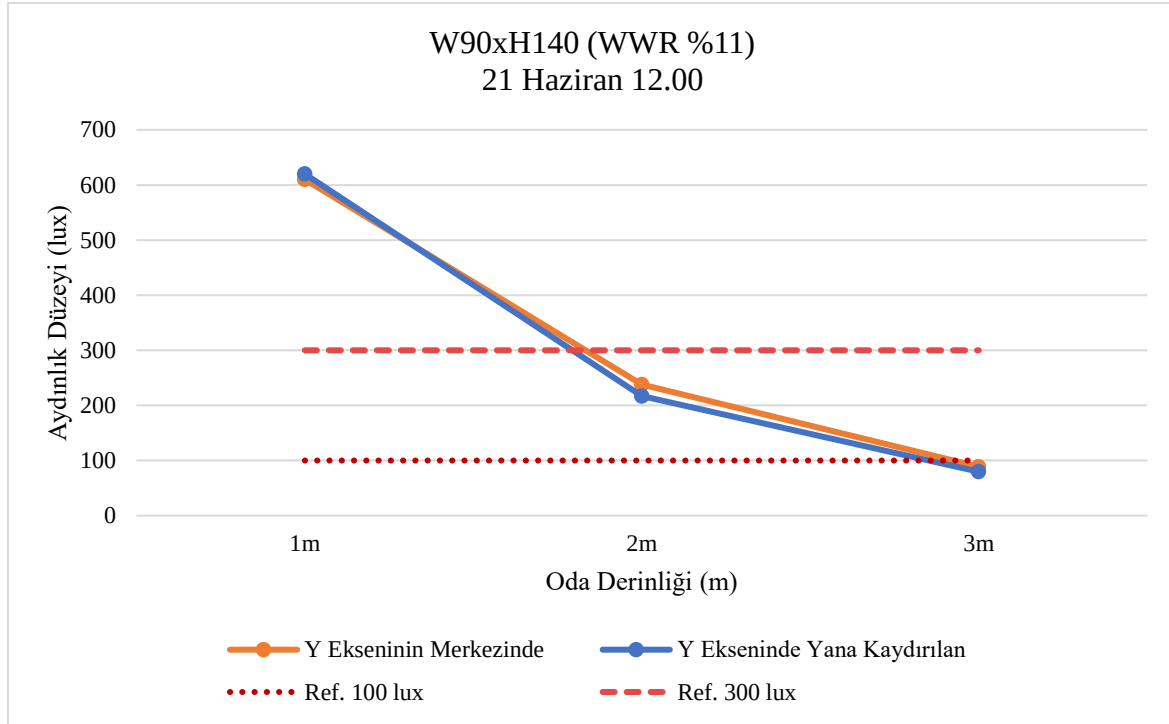
Çizelge 4.10. Pencere-duvar oranı %11 olan 90cm x 140cm boyutlarındaki pencerenin duvarın Y eksenini üzerindeki değişen konumlarına göre üretilen senaryoların doğal aydınlık düzeyi simülasyon sonuçları

DEĞİŞEN PENCERE KONUMLARINA GÖRE HESAPLANAN DOĞAL AYDINLIK DÜZEYİ DEĞERLERİ (CIE KAPALI GÖK MODELİ)													
PENCERE ÇEŞİDİ		Pencere Alanı (m²)	WWR % (Pen. Alanı/ Duvar Alanı)	WFR % (Pen. Alanı/ Taban Alanı)	Saat	21 HAZİRAN			21 ARALIK			Güneşli Çarpanı (DE %)	Mevcut Duruma Göre Güneşli Çarpanı Değişim Yüzdesi
						Aydınlık Düzeyi (lux)			Aydınlık Düzeyi (lux)				
						E _{ort}	E _{min}	E _{max}	E _{ort}	E _{min}	E _{max}		
W90xH140-XcYc-SH90		1,26	%11	%9	9.00	160	59,7	410	36,5	13,6	93,6	1,248	%49 Azalış
					12.00	238	88,8	610	113	42	289		
					16.00	186	69,5	478	58,4	21,7	150		
W90xH140-XcY1-SH90		1,26	%11	%9	9.00	146	53,6	417	33,3	12,2	95	1,148	%53 Azalış
					12.00	217	79,7	620	103	37,8	294		
					16.00	170	62,4	485	53,3	19,5	152		

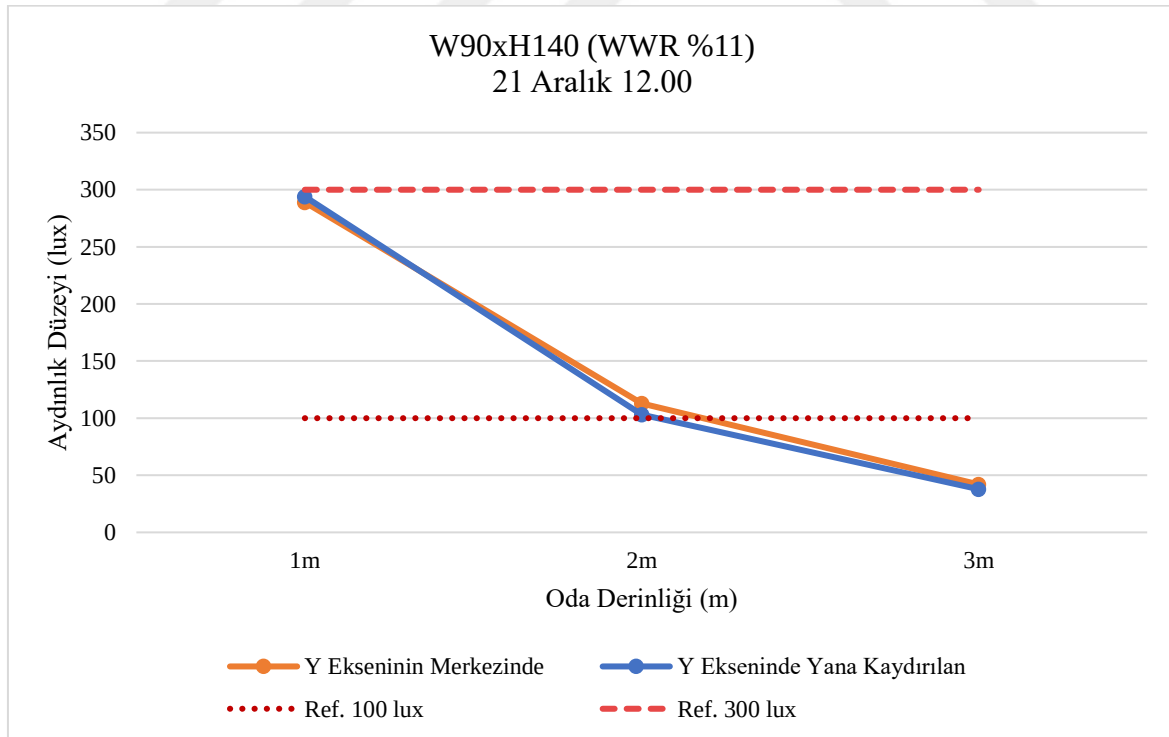
Üçüncü durum için 21 Haziran tarihinde yapılan simülasyonlardan elde edilen E_{ort} değerlerine bakıldığında, genel aydınlatma için standartlarda istenilen 100 lx aydınlık düzeyinin hesaplama yapılan bütün saatler için sağlandığı, ancak okuma ve basit muayene için istenilen 300 lx aydınlık düzeyinin hiçbir konum ve saat için sağlanamadığı görülmektedir.

21 Aralık tarihinde yapılan simülasyonlardan elde edilen E_{ort} değerlerine bakıldığında, Y ekseninin merkezinde olduğu ve Y ekseninde yana kaydırıldığı durumda sadece öğlen 12.00 saati için genel aydınlatma için standartlarda öngörülen 100 lx aydınlık düzeyinin sağlandığı, diğer durumlarda ve saatlerde gerekli aydınlık düzeylerinin sağlanamadığı saptanmıştır.

Genişliği 90 cm ve yüksekliği 140 cm olarak belirlenen pencerenin, duvarın Y ekseninin merkezinde iken hesaplanan gün ışığı çarpanı %1,248'dir. Mevcut duruma göre aydınlık düzeyinde %49 oranında azalma olduğu tespit edilmiştir. Pencerenin konumu Y ekseninde yana kaydırıldığında gün ışığı çarpanının değeri %1,148 olarak saptanmış ve aydınlık düzeyinde %53 oranında azalma olduğu belirlenmiştir. Pencerenin konumunun değişmesine bağlı olarak hacim içinde değişen aydınlık düzeylerini gösteren grafikler Şekil 4.18 ve Şekil 4.19'de görülmektedir.



Şekil 4.18. CIE kapalı gök modelinde 90cm x 140cm boyutlarındaki pencerenin 21 Haziran 12.00'de duvarın Y eksenı üzerindeki konumuna göre değışen doğal aydınlık düzeyleri



Şekil 4.19. CIE kapalı gök modelinde 90cm x 140cm boyutlarındaki pencerenin 21 Aralık 12.00'de duvarın Y eksenı üzerindeki konumuna göre değışen doğal aydınlık düzeyleri

Dördüncü durumda yine pencerenin yüksekliği sabit tutularak genişliği 60 cm'ye düşürülmüş ve elde edilen yeni pencere boyutu için duvarın Y eksenine göre yer değiştirmeler yapılarak iki adet senaryo elde edilmiş ve bu senaryolar için simülasyonlar yapılmıştır. 60 cm genişliğindeki ve 140 cm yüksekliğindeki pencerenin alanının, bulunduğu duvarın alanına oranı (WWR) %8 olarak hesaplanmış olup simülasyonlardan elde edilen değerler Çizelge 4.11'de görülmektedir.

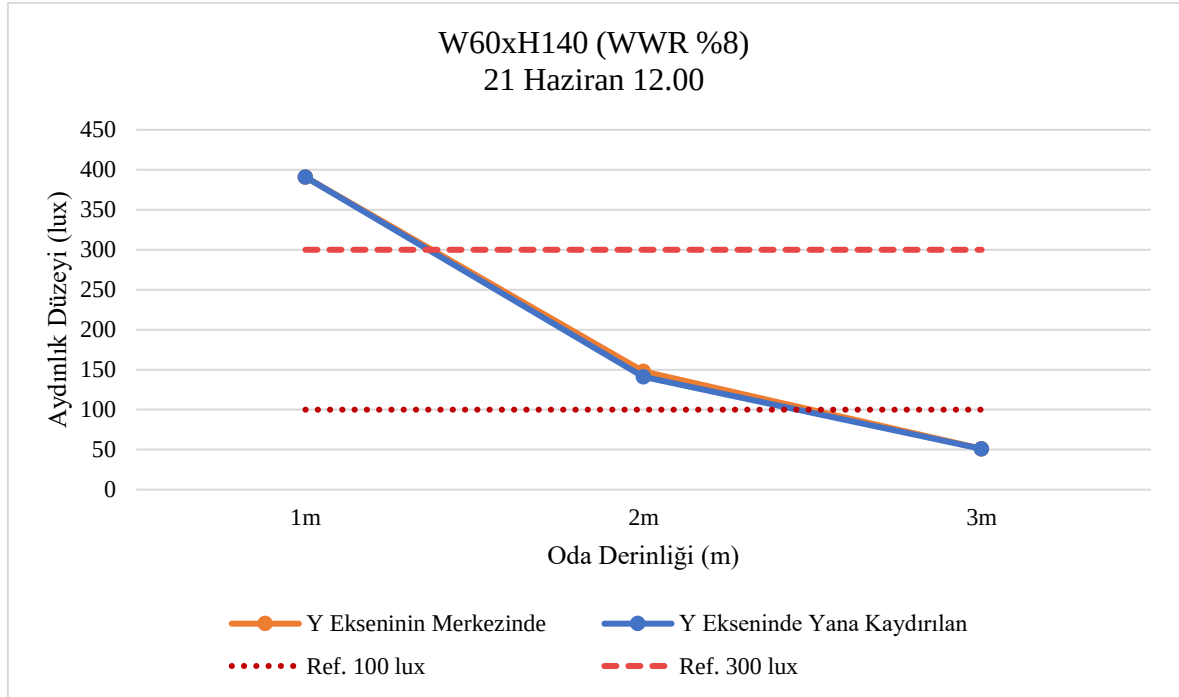
Dördüncü durum için 21 Haziran tarihinde yapılan simülasyonlardan elde edilen E_{ort} değerleri incelendiğinde, iki konumda da sabah 9.00 haricinde genel aydınlatma için standartlarda istenilen 100 lx aydınlık düzeyinin sağlandığı, ancak okuma ve basit muayene için istenilen 300 lx aydınlık düzeyinin sağlanamadığı görülmektedir.

21 Aralık tarihinde yapılan simülasyonlardan elde edilen E_{ort} değerleri incelendiğinde, iki senaryo durumunda da hem genel aydınlatma için standartlarda istenilen 100 lx aydınlık düzeyinin hem de okuma ve basit muayene için istenilen 300 lx aydınlık düzeyinin sağlanamadığı saptanmıştır.

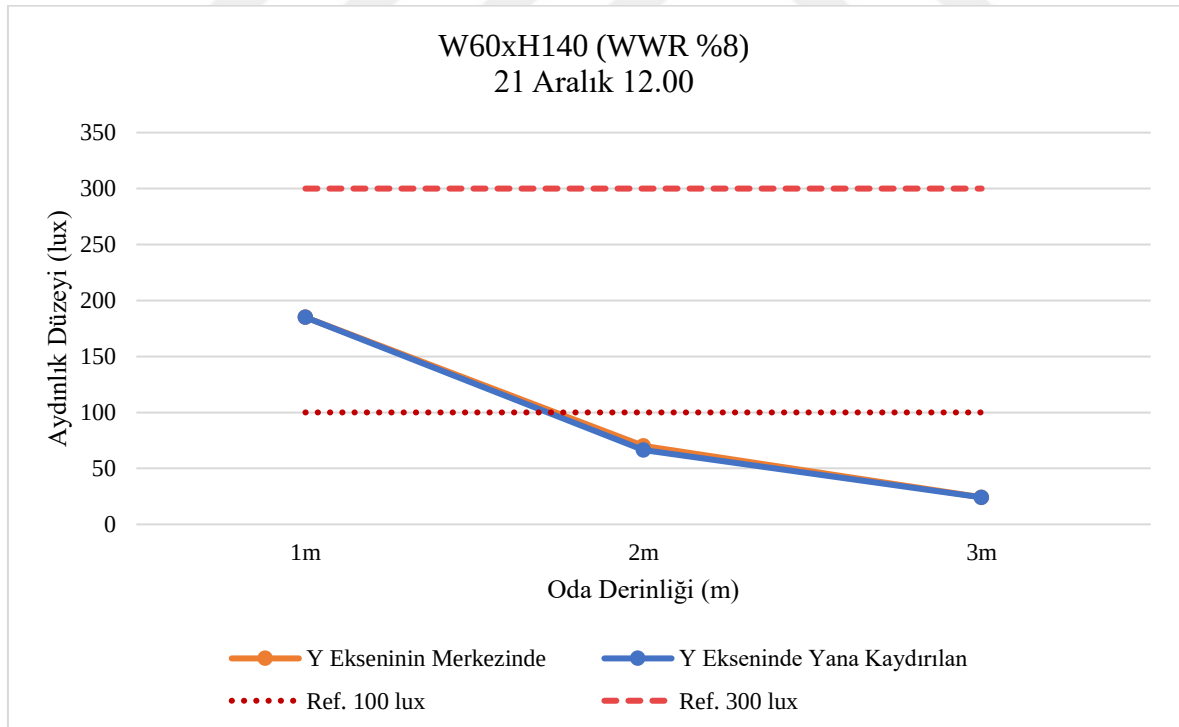
Çizelge 4.11. Pencere-duvar oranı %8 olan 60cm x 140cm boyutlarındaki pencerenin duvarın Y eksenini üzerindeki değişen konumlarına göre üretilen senaryoların doğal aydınlık düzeyi simülasyon sonuçları

DEĞİŞEN PENCERE KONUMLARINA GÖRE HESAPLANAN DOĞAL AYDINLIK DÜZEYİ DEĞERLERİ (CIE KAPALI GÖK MODELİ)													
PENCERE ÇEŞİDİ		Pencere Alanı (m ²)	WWR % (Pen. Alanı/ Duvar Alanı)	WFR % (Pen. Alanı/ Taban Alanı)	Saat	21 HAZİRAN Aydınlık Düzeyi (lux)			21 ARALIK Aydınlık Düzeyi (lux)			Güneşli Çarpanı (DF %)	Mevcut Duruma Göre Güneşli Çarpanı Değişim Yüzdesi
						E _{ort}	E _{min}	E _{max}	E _{ort}	E _{min}	E _{max}		
W60xH140-XcYc-SH90		0,84	%8	%6	9.00	99,5	34,3	263	22,7	7,83	60	0,765	%69 Azalış
					12.00	148	51,1	391	70,1	24,2	185		
					16.00	116	40	306	36,2	12,5	95,8		
W60xH140-XcYl-SH90		0,84	%8	%6	9.00	94,5	34,2	263	21,5	7,8	59,9	0,734	%70 Azalış
					12.00	141	50,9	391	66,5	24,1	185		
					16.00	110	39,8	306	34,4	12,5	95,8		

Genişliği 60 cm ve yüksekliği 140 cm olarak belirlenen pencerenin, duvarın X ve Y eksenlerinin merkezinde iken hesaplanan gün ışığı çarpanı %0,765'tir. Mevcut duruma göre aydınlık düzeyinde %69 oranında azalma olduğu saptanmıştır. Pencerenin konumu Y ekseninde yana kaydırıldığında gün ışığı çarpanının değeri %0,734 olarak saptanmış ve aydınlık düzeyinde %70 oranında azalma olduğu belirlenmiştir. Pencerenin konumunun değişmesine bağlı olarak hacim içinde değişen aydınlık düzeylerini gösteren grafikler Şekil 4.20 ve Şekil 4.21'de görülmektedir.



Şekil 4.20. CIE kapalı gök modelinde 60cm x 140cm boyutlarındaki pencerenin 21 Haziran 12.00'de duvarın Y eksenini üzerindeki konumuna göre değişen doğal aydınlık düzeyleri



Şekil 4.21. CIE kapalı gök modelinde 60cm x 140cm boyutlarındaki pencerenin 21 Aralık 12.00'de duvarın Y eksenini üzerindeki konumuna göre değişen doğal aydınlık düzeyleri

Beşinci durumda yine pencerenin yüksekliği sabit tutularak genişliği 210 cm'ye çıkarılmış ve elde edilen yeni pencere boyutu için duvarın Y eksenine göre yer değiştirmeler yapılarak iki adet senaryo elde edilmiş ve bu senaryolar için simülasyonlar yapılmıştır. 210 cm genişliğindeki ve 140 cm yüksekliğindeki pencerenin alanının, bulunduğu duvarın alanına oranı (WWR) %26 olarak hesaplanmış olup simülasyonlardan elde edilen değerler Çizelge 4.12'de görülmektedir.

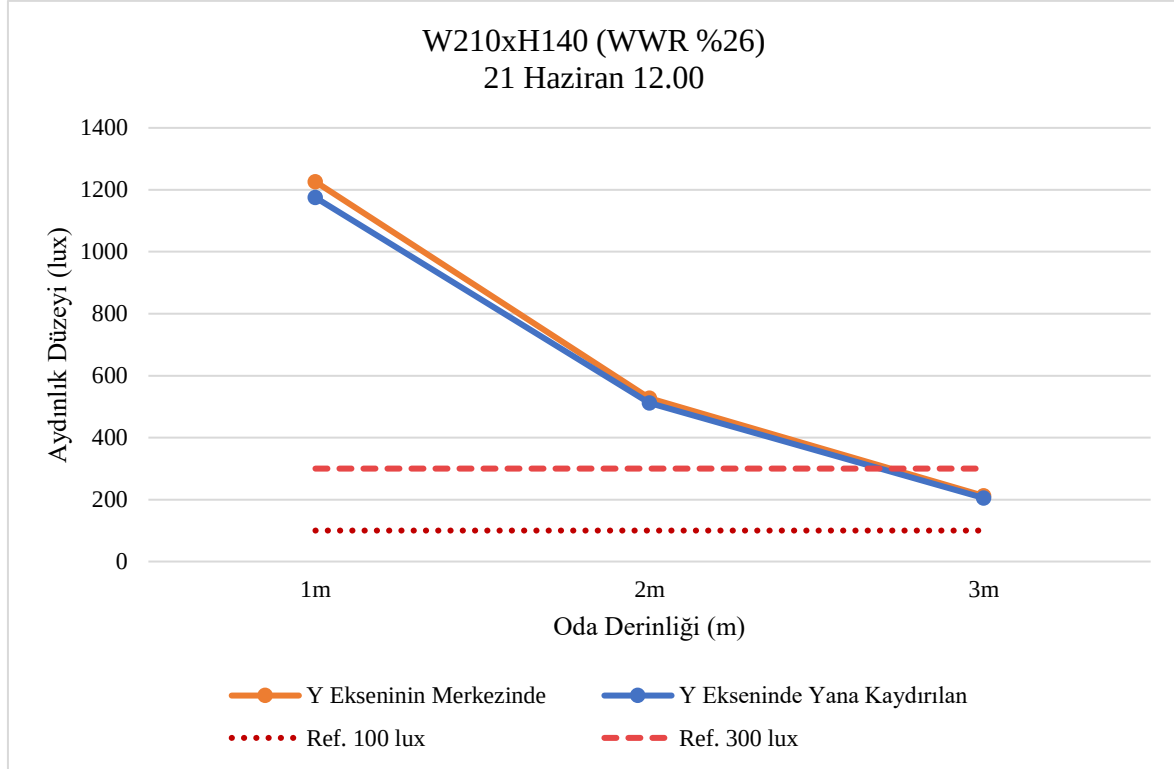
Çizelge 4.12. Pencere-duvar oranı %26 olan 210cm x 140cm boyutlarındaki pencerenin duvarın Y eksenı üzerindeki değişen konumlarına göre üretilen senaryoların doğal aydınlık düzeyi simülasyon sonuçları

DEĞİŞEN PENCERE KONUMLARINA GÖRE HESAPLANAN DOĞAL AYDINLIK DÜZEYİ DEĞERLERİ (CIE KAPALI GÖK MODELİ)													
PENCERE ÇEŞİDİ		Pencere Alanı (m²)	WWR % (Pen. Alanı/ Duvar Alanı)	WFR % (Pen. Alanı/ Taban Alanı)	Saat	21 HAZİRAN			21 ARALIK			Güneşli Çarpanı (DF %)	Mevcut Duruma Göre Güneşli Çarpanı Değişim Yüzdesi
						Aydınlık Düzeyi (lux)			Aydınlık Düzeyi (lux)				
						E _{ort}	E _{min}	E _{max}	E _{ort}	E _{min}	E _{max}		
W210xH140-XcYc-SH90		2.94	%26	%20	9.00	354	142	824	80,8	32,5	188	2.795	%14 Artış
					12.00	527	212	1226	250	100	581		
					16.00	413	166	960	129	51,9	300		
W210xH140-XcYl-SH90		2.94	%26	%20	9.00	345	138	790	78,6	31,5	180	2.688	%9 Artış
					12.00	512	205	1175	243	97,3	556		
					16.00	401	161	920	126	50,3	288		

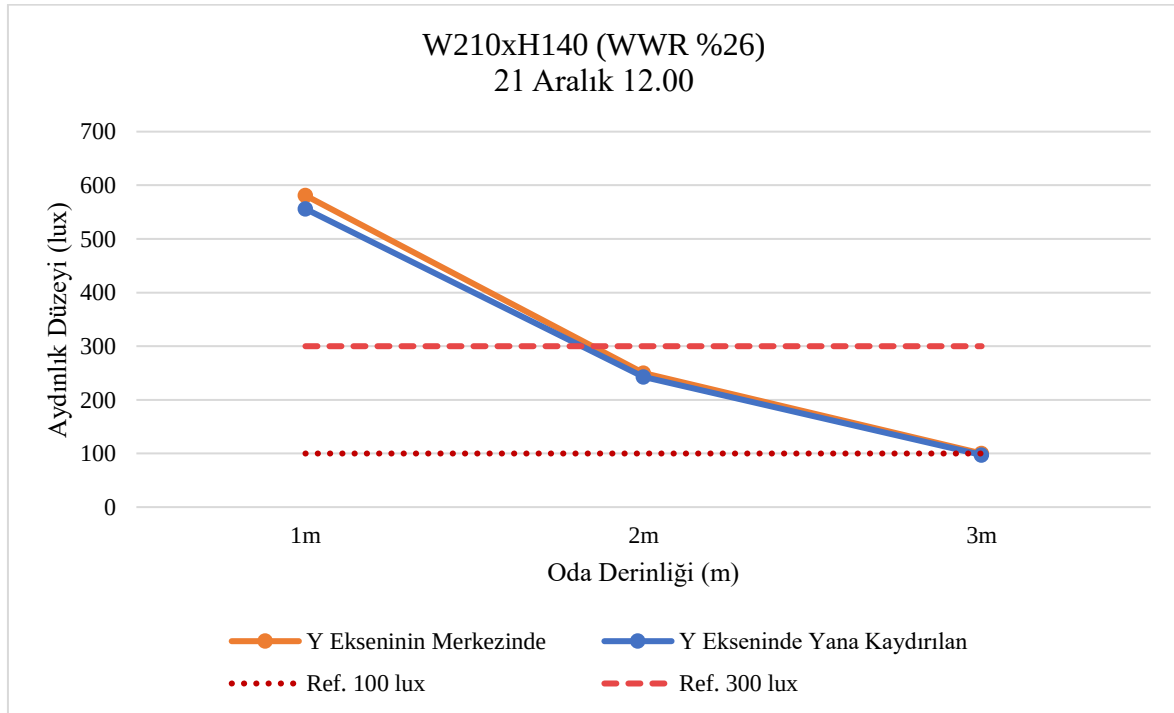
Beşinci durum için 21 Haziran tarihinde yapılan simülasyonlardan elde edilen E_{ort} değerleri incelendiğinde, iki konumda da hem genel aydınlatma için standartlarda istenilen 100 lx aydınlık düzeyinin hem de okuma ve basit muayene için istenilen 300 lx aydınlık düzeyinin sağlandığı görülmektedir.

21 Aralık tarihinde yapılan simülasyonlardan elde edilen E_{ort} değerleri incelendiğinde, iki pencere konumunda da sabah 9.00 için genel aydınlatma için öngörülen 100 lx aydınlık düzeyinin sağlanamadığı saptanmıştır. Okuma ve basit muayene için öngörülen 300 lx aydınlık düzeyinin ise 21 Aralık tarihinde hiçbir konumda ve saatte sağlanamadığı tespit edilmiştir.

Genişliği 210 cm ve yüksekliği 140 cm olarak belirlenen pencerenin, duvarın Y ekseninin merkezinde iken hesaplanan gün ışığı çarpanı %2,795'tir. Mevcut duruma göre aydınlık düzeyinde %14 oranında artış olduğu saptanmıştır. Pencerenin konumu Y ekseninde yana kaydırıldığında gün ışığı çarpanının değeri %2,688 olarak saptanmış ve aydınlık düzeyinde %9 oranında artış olduğu belirlenmiştir. Pencerenin konumunun değişmesine bağlı olarak hacim içinde değişen aydınlık düzeylerini gösteren grafikler Şekil 4.22 ve Şekil 4.23'te görülmektedir.



Şekil 4.22. CIE kapalı gök modelinde 210cm x 140cm boyutlarındaki pencerenin 21 Haziran 12.00'de duvarın Y eksenı üzerindeki konumuna göre değişen doğal aydınlık düzeyleri



Şekil 4.23. CIE kapalı gök modelinde 210cm x 140cm boyutlarındaki pencerenin 21 Aralık 12.00'de duvarın Y eksenı üzerindeki konumuna göre değişen doğal aydınlık düzeyleri

Son durumda yine pencerenin yüksekliği sabit tutularak genişliği 240 cm'ye çıkarılmış ve elde edilen yeni pencere boyutu için duvarın Y eksenine göre yer değiştirmeler yapılarak iki adet senaryo elde edilmiş ve bu senaryolar için simülasyonlar yapılmıştır. 240 cm genişliğindeki ve 140 cm yüksekliğindeki pencerenin alanının, bulunduğu duvarın alanına oranı (WWR) %30 olarak hesaplanmış olup simülasyonlardan elde edilen değerler Çizelge 4.13'te görülmektedir.

Çizelge 4.13. Pencere-duvar oranı %30 olan 240cm x 140cm boyutlarındaki pencerenin duvarın Y eksenini üzerindeki değişen konumlarına göre üretilen senaryoların doğal aydınlık düzeyi simülasyon sonuçları

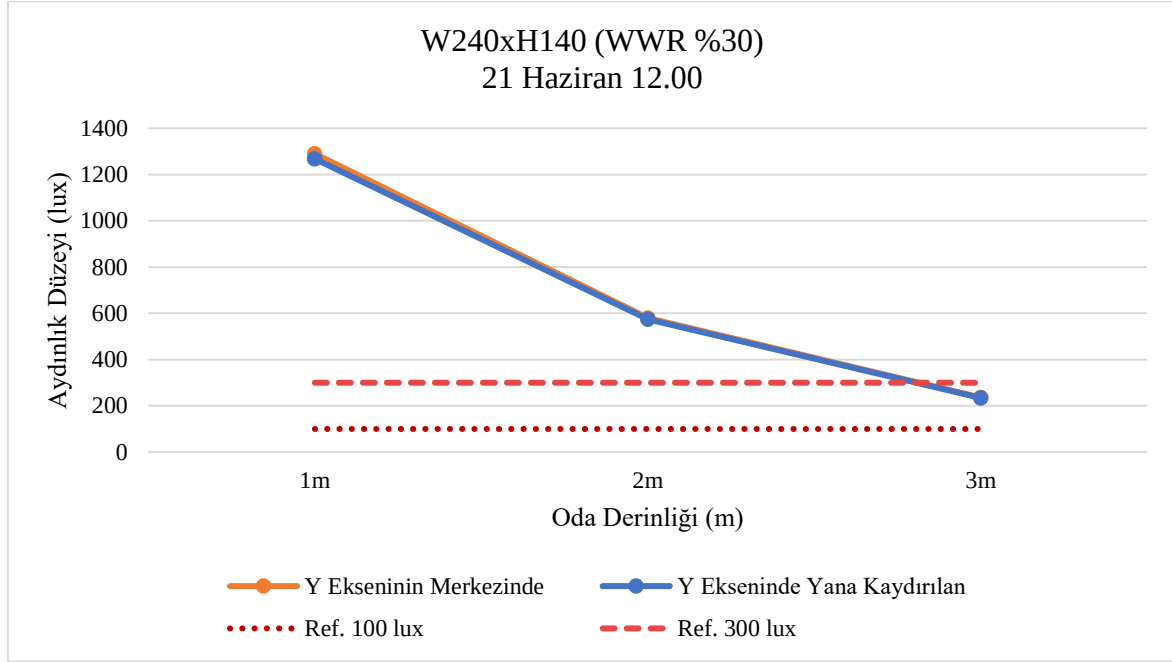
DEĞİŞEN PENCERE KONUMLARINA GÖRE HESAPLANAN DOĞAL AYDINLIK DÜZEYİ DEĞERLERİ (CIE KAPALI GÖK MODELİ)													
PENCERE ÇEŞİDİ		Pencere Alanı (m ²)	WWR % (Pen. Alanı/ Duvar Alanı)	WFR % (Pen. Alanı/ Taban Alanı)	Saat	21 HAZİRAN			21 ARALIK			Güneşli Çarpanı (DF %)	Mevcut Duruma Göre Güneşli Çarpanı Değişim Yüzdesi
						Aydınlık Düzeyi (lux)			Aydınlık Düzeyi (lux)				
						E _{ort}	E _{min}	E _{max}	E _{ort}	E _{min}	E _{max}		
W240xH140-XcYc-SH90		3,36	%30	%23	9.00	390	159	867	88,8	36,2	198	3,057	%24 Artış
					12.00	580	236	1290	274	112	611		
					16.00	454	185	1010	142	57,8	316		
W240xH140-XcYl-SH90		3,36	%30	%23	9.00	386	158	853	87,8	35,9	194	3,026	%23 Artış
					12.00	574	234	1268	272	111	601		
					16.00	449	183	993	140	57,4	311		

Pencerenin genişliğinin 240 cm ve yüksekliğinin 140 cm olduğu durumda 21 Haziran tarihinde yapılan simülasyonlardan elde edilen E_{ort} değerleri incelendiğinde, bütün konumlarda hem genel aydınlatma için istenilen 100 lx aydınlık düzeyinin hem de okuma ve basit muayene aydınlatması için öngörülen 300 lx aydınlık düzeyinin sağlandığı görülmektedir.

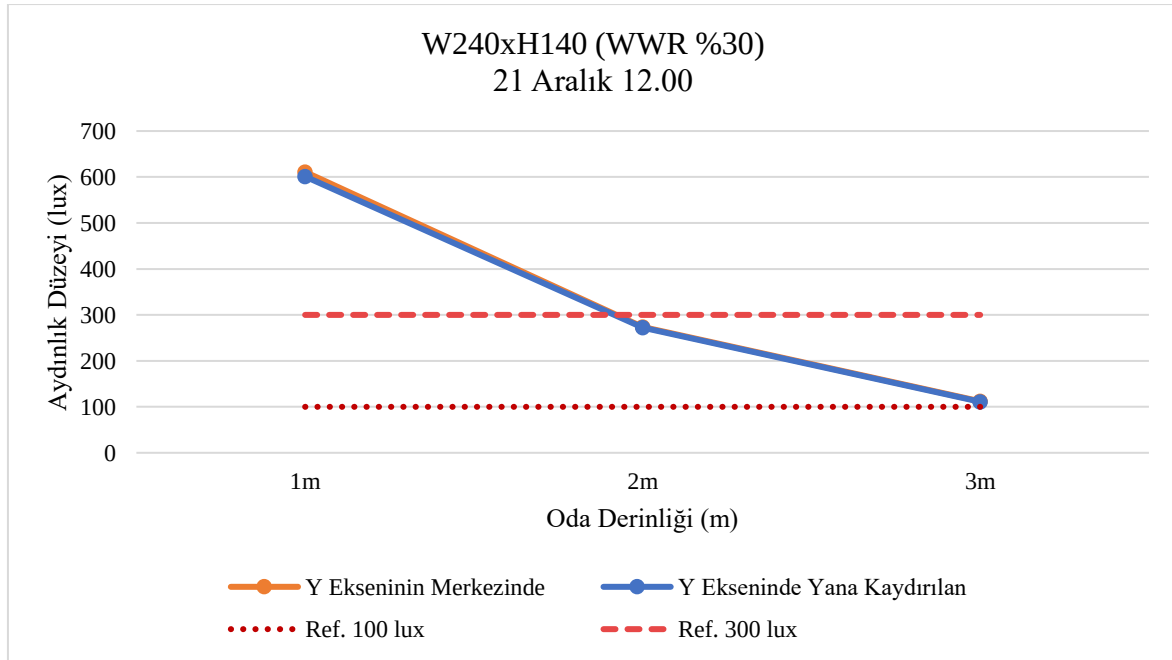
Son durumda 21 Aralık tarihinde yapılan simülasyonlardan elde edilen E_{ort} değerleri incelendiğinde, pencerenin her iki konumunda da sabah 9.00 saatinde genel aydınlatma için öngörülen 100 lx aydınlık düzeyinin sağlanamadığı saptanmıştır. Okuma ve basit muayene aydınlatması için öngörülen 300 lx aydınlık düzeyinin ise 21 Aralık tarihinde hiçbir konumda ve saatte sağlanamadığı tespit edilmiştir.

Genişliği 240 cm ve yüksekliği 140 cm olarak belirlenen pencerenin, duvarın Y ekseninin merkezinde iken hesaplanan gün ışığı çarpanı %3,057'dir. Mevcut duruma göre aydınlık düzeyinde %24 oranında artış olduğu saptanmıştır. Pencerenin konumu Y ekseninde yana kaydırıldığında gün ışığı çarpanının değeri %3,026 olarak saptanmış ve aydınlık düzeyinde %23 oranında artış olduğu belirlenmiştir. Pencerenin konumunun değişmesine bağlı olarak

hacim içinde değişen aydınlık düzeylerini gösteren grafikler Şekil 4.24 ve Şekil 4.25'te görülmektedir.



Şekil 4.24. CIE kapalı gök modelinde 240cm x 140cm boyutlarındaki pencerenin 21 Haziran 12.00'de duvarın Y eksenı üzerindeki konumuna göre değişen doğal aydınlık düzeyleri



Şekil 4.25. CIE kapalı gök modelinde 240cm x 140cm boyutlarındaki pencerenin 21 Aralık 12.00'de duvarın Y eksenı üzerindeki konumuna göre değişen doğal aydınlık düzeyleri

Pencerelerin duvarın Y eksenine göre yerlerinin değiştirildiği senaryolardan elde edilen sonuçlar ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Hem duvarın X ve Y ekseninin merkezinde olduğu hem de Y ekseninde yana kaydırıldığı durumlarda pencere boyutlarının küçülmesinden veya büyümesinden kaynaklı olarak aydınlık düzeylerinde artma ve azalma olduğu belirlenmiş olup merkezde olması ve yana kaydırılması durumları arasında aydınlık düzeyinde önemli düzeyde bir değişiklik olmadığı, ancak hacim içerisindeki aydınlık dağılımında değişiklik olduğu saptanmıştır.

4.1.2. Aynı konumda, boyutları değişen pencerelerin aydınlık düzeylerinin değerlendirilmesi

Pencere boyutları ve dış duvar üzerindeki konumları üzerinden üretilen senaryoların ikinci grubunda, simülasyonlar sonucunda elde edilen aydınlık düzeyleri ve gün ışığı çarpanları aynı konumdaki pencerelerin hem değişen boyutlarına göre kendi içlerinde değerlendirilmiş hem de mevcut duruma göre karşılaştırmaları yapılmıştır.

Duvarın X ve Y eksenlerinin merkezinde olan ve boyutları değişen pencerelerin değerlendirilmesi

Çalışmanın bu bölümünde bulundukları dış duvarın X ve Y eksenlerinin merkezinde olan pencerelerin, boyutlarının değişmesine bağlı olarak değişen aydınlık düzeyleri ve gün ışığı çarpanları değerlendirilmiştir. Hem mevcut duruma göre hem de kendi içlerinde kıyaslamaları yapılmıştır.

Pencerelerin boyutları, pencere-duvar oranları, simülasyonlar sonucunda elde edilen aydınlık düzeyleri ve gün ışığı çarpanı değişim yüzdeleri Çizelge 4.14'te görülmektedir.

Mevcut pencere 180 cm genişliğinde ve 140 cm yüksekliğinde olup pencere-duvar oranı %22 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde; pencere boyutlarının büyütülmesi durumunda aydınlık düzeylerinin ve gün ışığı çarpanlarının arttığı, benzer şekilde boyutlar küçültüldüğünde ise azaldığı tespit edilmiştir.

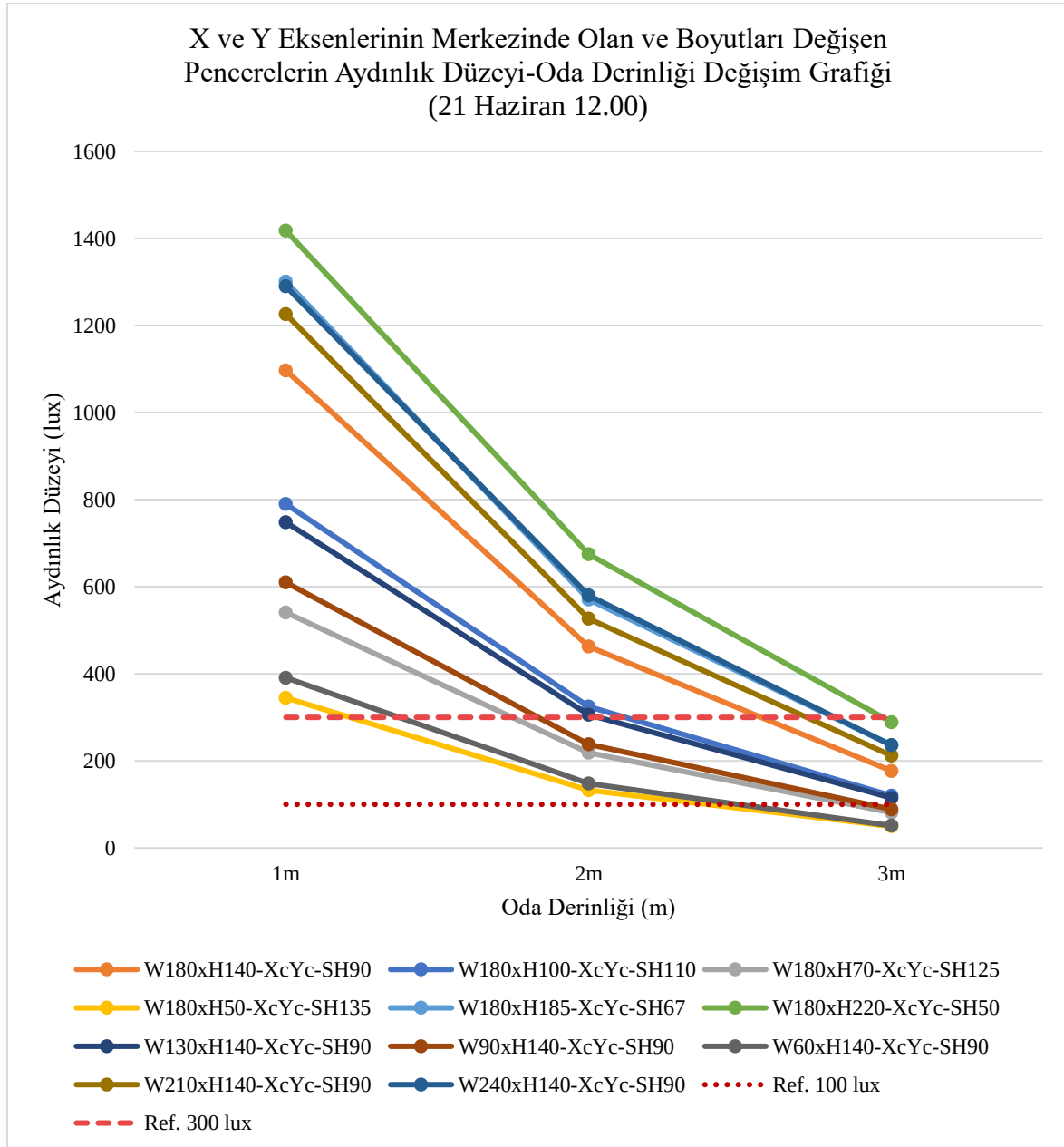
Çizelge 4.14. Duvarın X ve Y eksenlerinin merkezinde olan ve boyutları değişen pencerelerin doğal aydınlatma simülasyon sonuçları

DEĞİŞEN PENCERE BOYUTLARINA GÖRE HESAPLANAN DOĞAL AYDINLIK DÜZEYİ DEĞERLERİ (CIE KAPALI GÖK MODELİ)													
PENCERE ÇEŞİDİ		Pencere Alanı (m²)	WWR % (Pen. Alanı/ Duvar Alanı)	WER % (Pen. Alanı/ Taban Alanı)	Saat	21 HAZİRAN			21 ARALIK			Güneşli Çarpanı (DF %)	Mevcut Duruma Göre Güneşli Çarpanı Değişim Yüzdesi
						Aydınlık Düzeyi (lux)			Aydınlık Düzeyi (lux)				
						E _{ort}	E _{min}	E _{max}	E _{ort}	E _{min}	E _{max}		
W180xH140-XcYc-SH90		2,52	%22	%17	9.00	311	119	737	71	27,1	168	2,457	Mevcut Durum
					12.00	463	177	1097	219	83,8	519		
					16.00	363	138	858	113	43,3	269		
W180xH220-XcYc-SH50		3,96	%35	%27	9.00	454	194	954	104	44,3	217	3,513	%43 Artış
					12.00	675	289	1418	320	137	672		
					16.00	529	226	1110	165	70,8	347		
W180xH185-XcYc-SH67		3,33	%30	%23	9.00	384	158	875	87,5	36,1	199	2,993	%22 Artış
					12.00	571	236	1301	270	112	616		
					16.00	447	184	1018	140	57,7	319		
W180xH100-XcYc-SH110		1,80	%16	%12	9.00	218	80,7	531	49,8	18,4	121	1,742	%29 Azalış
					12.00	325	120	790	154	56,9	374		
					16.00	254	94	618	79,6	29,4	193		
W180xH70-XcYc-SH125		1,26	%11	%9	9.00	147	54,8	364	33,5	12,5	83	1,175	%52 Azalış
					12.00	219	81,4	541	103	38,6	256		
					16.00	171	63,8	424	53,5	19,9	133		
W180xH50-XcYc-SH135		0,90	%8	%6	9.00	89,7	33,4	232	20,4	7,62	52,9	0,716	%71 Azalış
					12.00	133	49,7	345	63,2	23,5	163		
					16.00	104	38,9	270	32,7	12,2	84,5		
W240xH140-XcYc-SH90		3,36	%30	%23	9.00	390	159	867	88,8	36,2	198	3,057	%24 Artış
					12.00	580	236	1290	274	112	611		
					16.00	454	185	1010	142	57,8	316		
W210xH140-XcYc-SH90		2,94	%26	%20	9.00	354	142	824	80,8	32,5	188	2,795	%14 Artış
					12.00	527	212	1226	250	100	581		
					16.00	413	166	960	129	51,9	300		
W130xH140-XcYc-SH90		1,82	%16	%12	9.00	206	77,4	503	46,9	17,7	115	1,595	%35 Azalış
					12.00	306	115	748	145	54,6	354		
					16.00	240	90,2	586	75	28,2	183		
W90xH140-XcYc-SH90		1,26	%11	%9	9.00	160	59,7	410	36,5	13,6	93,6	1,248	%49 Azalış
					12.00	238	88,8	610	113	42	289		
					16.00	186	69,5	478	58,4	21,7	150		
W60xH140-XcYc-SH90		0,84	%8	%6	9.00	99,5	34,3	263	22,7	7,83	60	0,765	%69 Azalış
					12.00	148	51,1	391	70,1	24,2	185		
					16.00	116	40	306	36,2	12,5	95,8		

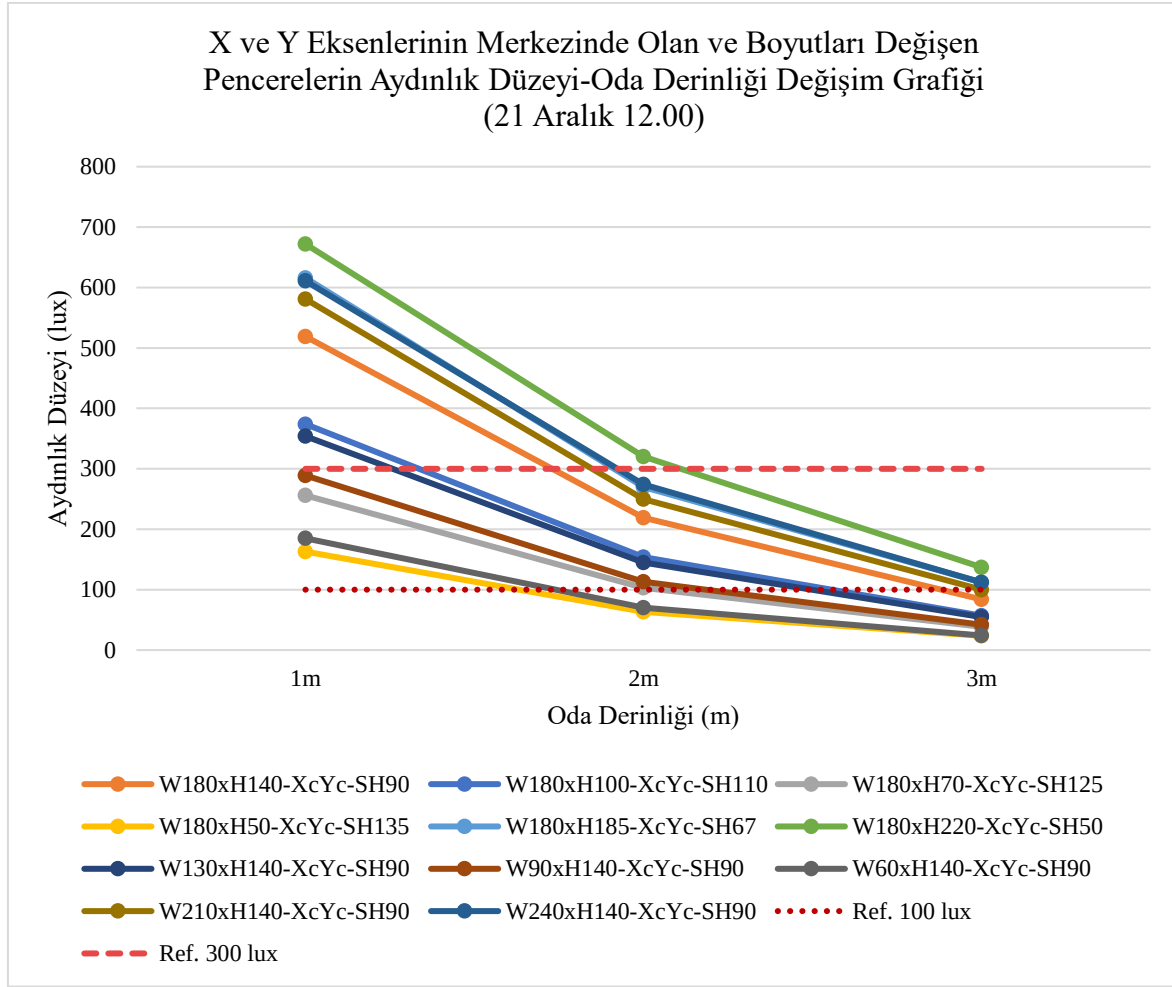
Pencere-duvar oranları aynı olan pencereler ele alındığında, pencerenin eninin sabit tutularak yüksekliğinin değiştirildiği durumlar ile pencerenin yüksekliğinin sabit tutularak eninin değiştirildiği durumlar arasında farklılıklar olduğu saptanmıştır. Aynı pencere-duvar oranına sahip pencerelerde, pencerelerin yükseklik değerinin değiştirildiği durumlarda aydınlık düzeylerinde oluşan değişimin pencerenin genişlik değerinin değiştirildiği durumlarda oluşan değişime göre %2-6 oranlarında daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Üretilen senaryolardan elde edilen veriler değerlendirildiğinde, pencerenin eksenlerin merkezinde olması durumunda en iyi performansı 180 cm genişlik ve 220 cm yükseklikle %35 pencere-duvar oranına (WWR) sahip pencerenin sağladığı tespit edilmiştir. Simülasyonlar sonucunda elde edilen gün ışığı çarpanı değeri %3,513 olup mevcut duruma göre %43 oranında artış olduğu görülmektedir. En kötü performansı ise, 180 cm genişlik ve

50 cm yükseklik ile %8 pencere-duvar oranına (WWR) sahip pencerenin gösterdiği tespit edilmiştir. Simülasyonlar sonucunda elde edilen gün ışığı çarpanı değeri %0,716 olup mevcut duruma göre %71 oranında azalış olduğu saptanmıştır. 21 Haziran ve 21 Aralık tarihlerinde öğlen 12.00’de aynı konumdaki pencerelerin boyutlarının değişmesine bağlı olarak hacim içinde değişen aydınlık düzeylerini gösteren grafikler Şekil 4.26 ve Şekil 4.27’de görülmektedir.



Şekil 4.26. CIE kapalı gök modelinde X ve Y eksenlerinin merkezinde olan pencerelerin 21 Haziran 12.00’de boyutlarının değişmesine bağlı olarak değişen doğal aydınlık düzeyleri



Şekil 4.27. CIE kapalı gök modelinde X ve Y eksenlerinin merkezinde olan pencerelerin 21 Aralık 12.00’de boyutlarının değişmesine bağlı olarak değişen doğal aydınlık düzeyleri

Duvarın X ekseninin üzerinde olan ve boyutları değişen pencerelerin değerlendirilmesi

Boyutları değişen pencerelerin, duvarın X ekseninin üzerine alınması şeklinde oluşturulan senaryolardan elde edilen simülasyon sonuçları ve pencerelere ait bilgiler Çizelge 4.15’te görülmektedir.

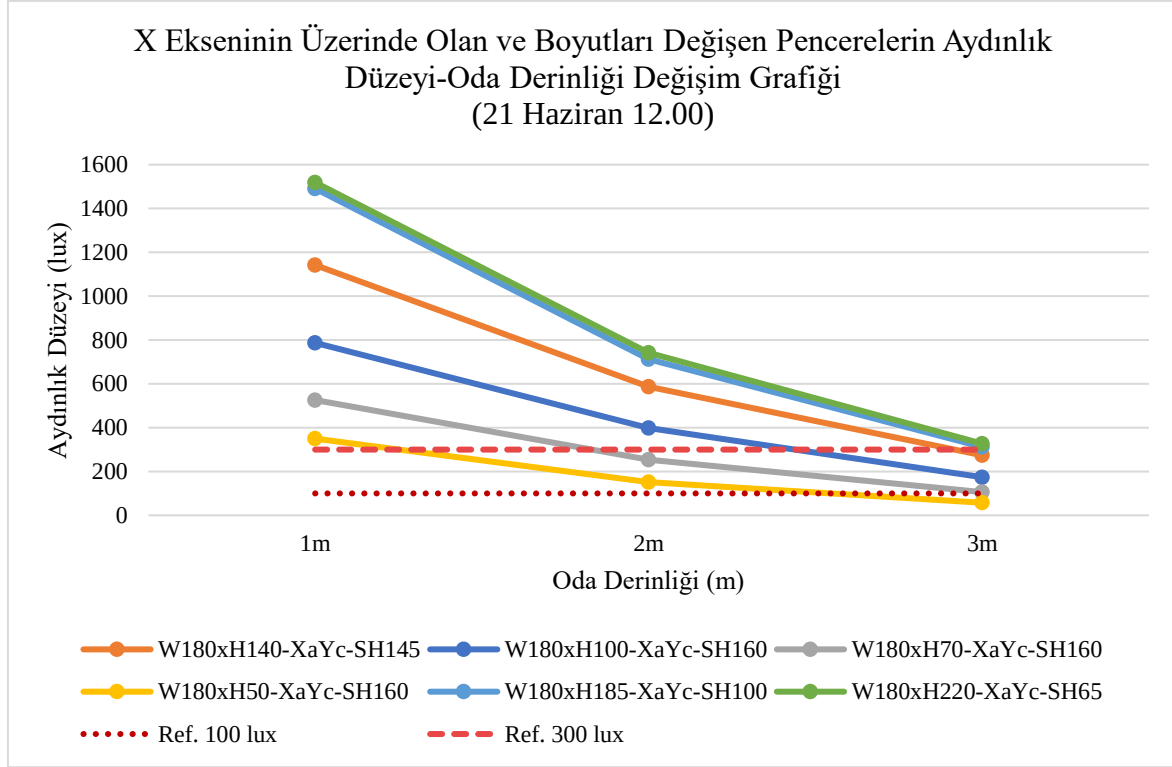
Simülasyonlar sonucunda elde edilen E_{ort} değerlerine ve gün ışığı çarpanlarına bakıldığında bütün pencere boyutlarında X ekseninin üzerine alınması durumunda eksenlerin merkezinde oldukları durumlara göre aydınlık düzeylerinin arttığı saptanmıştır. Bu durumda pencerenin parapet yüksekliği arttıkça hacim içine giren aydınlık düzeyinin arttığı ifade edilebilmektedir.

Senaryolar kapsamında üretilen pencere boyutlarının her birinin, konumlarının eksenlerin merkezinde olduğu duruma göre kendi içlerinde kıyaslamaları yapıldığı zaman X ekseninin üzerine alınması durumlarında aydınlık düzeylerinde ve gün ışığı çarpanlarında değişen boyutlarına da bağlı olarak aydınlık düzeyi artış miktarlarında %13-28 aralığında değişen oranlarda artış olduğu, aydınlık düzeyindeki azalış miktarlarında ise %3-12 oranlarında artış olduğu tespit edilmiştir.

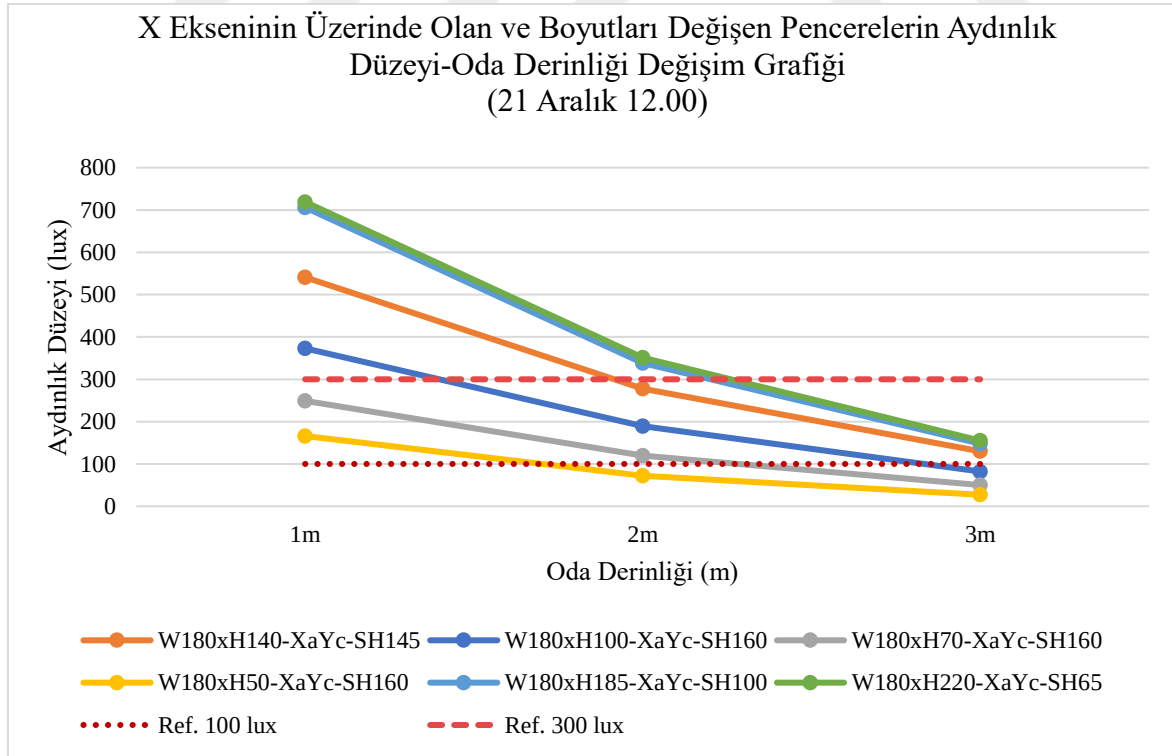
Çizelge 4.15. Duvarın X ekseninin üzerinde olan ve boyutları değişen pencerelerin doğal aydınlatma simülasyon sonuçları

DEĞİŞEN PENCERE BOYUTLARINA GÖRE HESAPLANAN DOĞAL AYDINLIK DÜZEYİ DEĞERLERİ (CIE KAPALI GÖK MODELİ)													
PENCERE ÇEŞİDİ		Pencere Alanı (m²)	WWR % (Pen. Alanı/ Duvar Alanı)	WER % (Pen. Alanı/ Taban Alanı)	Saat	21 HAZİRAN			21 ARALIK			Güneşli Çarpanı (DF %)	Mevcut Duruma Göre Güneşli Çarpanı Değişim Yüzdesi
						Aydınlık Düzeyi (lux)			Aydınlık Düzeyi (lux)				
						E _{ort}	E _{min}	E _{max}	E _{ort}	E _{min}	E _{max}		
W180xH140-XaYc-SH145		2,52	%22	%17	9.00	394	184	768	89,9	42	175	3,025	%23 Artış
					12.00	587	274	1142	278	130	541		
					16.00	459	214	894	144	67,1	280		
W180xH220-XaYc-SH65		3,96	%35	%27	9.00	498	220	1021	114	50,2	233	3,837	%56 Artış
					12.00	741	327	1519	351	155	719		
					16.00	580	256	1189	181	80,2	372		
W180xH185-XaYc-SH100		3,33	%30	%23	9.00	479	209	1002	109	47,8	229	3,680	%50 Artış
					12.00	713	312	1491	338	148	706		
					16.00	558	244	1167	175	76,3	365		
W180xH100-XaYc-SH160		1,80	%16	%12	9.00	268	117	529	61,2	26,6	121	2,044	%17 Azalış
					12.00	399	174	787	189	82,2	373		
					16.00	312	136	616	97,7	42,5	193		
W180xH70-XaYc-SH160		1,26	%11	%9	9.00	171	71,2	353	38,9	16,2	80,6	1,322	%46 Azalış
					12.00	254	106	526	120	50,1	249		
					16.00	199	82,9	412	62,2	25,9	129		
W180xH50-XaYc-SH160		0,90	%8	%6	9.00	102	38,6	235	23,2	8,81	53,6	0,794	%68 Azalış
					12.00	151	57,5	350	71,7	27,2	166		
					16.00	118	45	274	37,1	14,1	85,7		

Üretilen senaryolardan elde edilen veriler değerlendirildiğinde, pencerelerin X ekseninin üzerine alınması durumunda en iyi performansı %35 pencere-duvar oranına (WWR) sahip olan 180 cm genişliğinde ve 220 cm yüksekliğinde olan pencerenin sağladığı tespit edilmiştir. Simülasyonlar sonucunda elde edilen gün ışığı çarpanı değeri %3,837 olup mevcut duruma göre %56 oranında artış olduğu görülmektedir. En kötü performansı ise, 180 cm genişlik ve 50 cm yükseklik ile %8 pencere-duvar oranına (WWR) sahip pencerenin gösterdiği tespit edilmiştir. Simülasyonlar sonucunda elde edilen gün ışığı çarpanı değeri %0,794 olup mevcut duruma göre %68 oranında azalış olduğu saptanmıştır. Şekil 4.28 ve Şekil 4.29’da 21 Haziran ve 21 Aralık tarihlerinde saat 12.00’de duvarın X ekseninin üzerine alınan pencerelerin değişen boyutlarına bağlı olarak değişen aydınlık düzeylerinin grafikleri görülmektedir.



Şekil 4.28. CIE kapalı gök modelinde X ekseninin üzerinde olan pencerelerin 21 Haziran 12.00’de boyutlarının değişmesine bağılı olarak değişen doğal aydınlık düzeyleri



Şekil 4.29. CIE kapalı gök modelinde X ekseninin üzerinde olan pencerelerin 21 Aralık 12.00’de boyutlarının değişmesine bağılı olarak değişen doğal aydınlık düzeyleri

Duvarın X ekseninin altında olan ve boyutları değişen pencerelerin değerlendirilmesi

Boyutları değişen pencerelerin, duvarın X ekseninin altına alınması yoluyla oluşturulan senaryolardan elde edilen simülasyon sonuçları ve pencerelere ait bilgiler Çizelge 4.16'da görülmektedir.

Çizelge 4.16. Duvarın X ekseninin altında olan ve boyutları değişen pencerelerin doğal aydınlatma simülasyon sonuçları

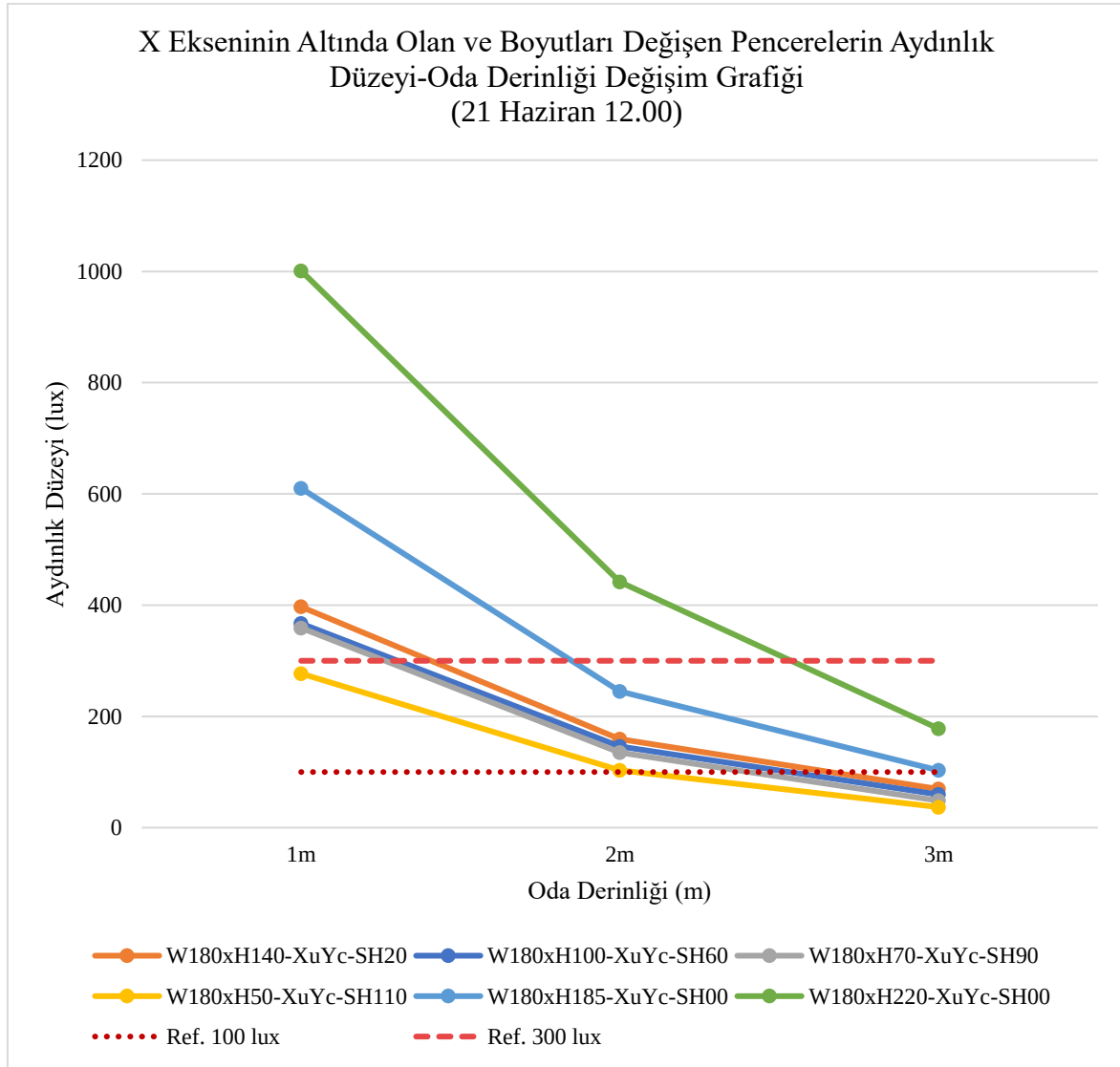
DEĞİŞEN PENCERE BOYUTLARINA GÖRE HESAPLANAN DOĞAL AYDINLIK DÜZEYİ DEĞERLERİ (CIE KAPALI GÖK MODELİ)													
PENCERE ÇEŞİDİ		Pencere Alanı (m ²)	WWR % (Pen. Alanı/ Duvar Alanı)	WER % (Pen. Alanı/ Taban Alanı)	Saat	21 HAZİRAN			21 ARALIK			Güneşli Çarpanı (DE %)	Mevcut Duruma Göre Güneşli Çarpanı Değişim Yüzdesi
						Aydınlık Düzeyi (lux)			Aydınlık Düzeyi (lux)				
						E _{ort}	E _{min}	E _{max}	E _{ort}	E _{min}	E _{max}		
W180xH140-XuYc-SH20		2,52	%22	%17	9.00	107	46,6	267	24,4	10,6	60,8	0,869	%65 Azalış
					12.00	159	69,4	397	75,4	32,8	188		
					16.00	125	54,3	311	39	17	97,2		
W180xH220-XuYc-SH00		3,96	%35	%27	9.00	297	120	673	67,8	27,4	153	2,334	%5 Azalış
					12.00	442	178	1001	210	84,5	474		
					16.00	346	140	784	108	43,7	245		
W180xH185-XuYc-SH00		3,33	%30	%23	9.00	165	69,5	410	37,6	15,8	93,5	1,320	%46 Azalış
					12.00	245	103	610	116	48,9	289		
					16.00	192	80,9	477	60,1	25,3	149		
W180xH100-XuYc-SH60		1,80	%16	%12	9.00	98,2	40,1	247	22,4	9,14	56,2	0,793	%68 Azalış
					12.00	146	59,6	367	69,2	28,2	174		
					16.00	114	46,7	287	35,8	14,6	89,8		
W180xH70-XuYc-SH90		1,26	%11	%9	9.00	90,7	32,6	241	20,7	7,44	55,1	0,740	%70 Azalış
					12.00	135	48,6	359	63,9	23	170		
					16.00	106	38	281	33	11,9	88		
W180xH50-XuYc-SH110		0,90	%8	%6	9.00	69,5	24,8	186	15,8	5,66	42,5	0,559	%77 Azalış
					12.00	103	36,9	277	49	17,5	131		
					16.00	80,9	28,9	217	25,3	9,04	67,9		

Simülasyonlar sonucunda elde edilen E_{ort} değerlerine ve gün ışığı çarpanlarına bakıldığında bütün pencere boyutlarında X ekseninin altına alınması durumunda eksenlerin merkezinde oldukları durumlara göre aydınlık düzeylerinin azaldığı saptanmıştır. Pencerenin parapet yüksekliği azaldıkça hacim içine giren aydınlık düzeyinin de azaldığı ifade edilebilmektedir. Pencerenin boyutları ne kadar büyük ise eksenin altına alınması durumunda aydınlık düzeyindeki ve gün ışığı çarpanındaki azalmanın da o oranda yüksek olduğu tespit edilmiştir.

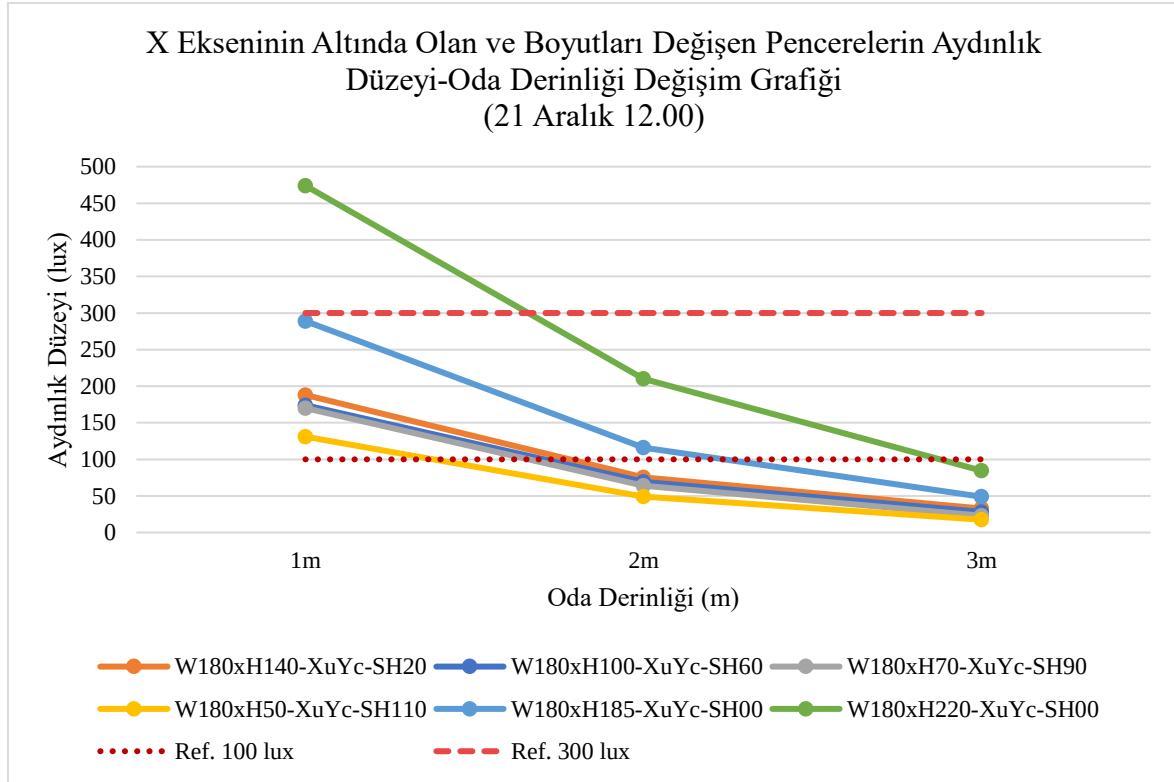
Senaryolar kapsamında üretilen pencere boyutlarının her biri için konumlarının eksenlerin merkezinde olduğu duruma göre kendi içlerinde kıyaslamaları yapıldığı zaman X ekseninin altına alınması durumlarında aydınlık düzeylerinde ve gün ışığı çarpanlarında değişen boyutlarına da bağlı olarak %6-68 oranlarında azalış olduğu tespit edilmiştir.

Üretilen senaryolardan elde edilen veriler değerlendirildiğinde, pencerelerin X ekseninin altına alınması durumunda en iyi performansı 180 cm genişlik ve 220 cm yükseklikle %35

pencere-duvar oranına (WWR) sahip pencerenin sağladığı tespit edilmiştir. Simülasyonlar sonucunda elde edilen gün ışığı çarpanı değeri %2,334 olup mevcut duruma göre %5 oranında azalma olduğu saptanmıştır. En kötü performansı ise, yine 180 cm genişlik ve 50 cm yükseklik ile %8 pencere-duvar oranına (WWR) sahip pencerenin gösterdiği tespit edilmiştir. Simülasyonlar sonucunda elde edilen gün ışığı çarpanı değeri %0,559 olup mevcut duruma göre %77 oranında azalış olduğu saptanmıştır. Şekil 4.30 ve Şekil 4.31’de 21 Haziran ve 21 Aralık tarihlerinde saat 12.00’de duvarın X ekseninin altına alınmış olan pencerelerin değişen boyutlarına bağlı olarak değişen aydınlık düzeylerinin grafikleri görülmektedir.



Şekil 4.30. CIE kapalı gök modelinde X ekseninin altında olan pencerelerin 21 Haziran 12.00’de boyutlarının değişmesine bağlı olarak değişen doğal aydınlık düzeyleri



Şekil 4.31. CIE kapalı gök modelinde X ekseninin altında olan pencerelerin 21 Aralık 12.00’de boyutlarının değişmesine bağılı olarak değişen doğal aydınlık düzeyleri

Duvarın Y ekseninde yana kaydırılan ve boyutları değişen pencerelerin değerlendirilmesi

Boyutları değişen pencerelerin, duvarın Y ekseninde yana kaydırılması yoluyla oluşturulan senaryolardan elde edilen simülasyon sonuçları ve pencerelere ait bilgiler Çizelge 4.17’de görülmektedir.

Simülasyonlar sonucunda elde edilen E_{ort} değerlerine ve gün ışığı çarpanlarına bakıldığında bütün pencere boyutlarında Y ekseninde yana kaydırılması durumunda aydınlık düzeylerinin ve gün ışığı çarpanlarının eksenlerin merkezinde olmaları durumlarına göre azaldığı tespit edilmiştir. Pencerenin sağa-sola kaydırıldığı durumda eksenlerin merkezinde olmaları durumuna göre azalma olduğu tespit edilmekle birlikte, azalma oranının %1-10 aralığında kaldığı saptanmıştır.

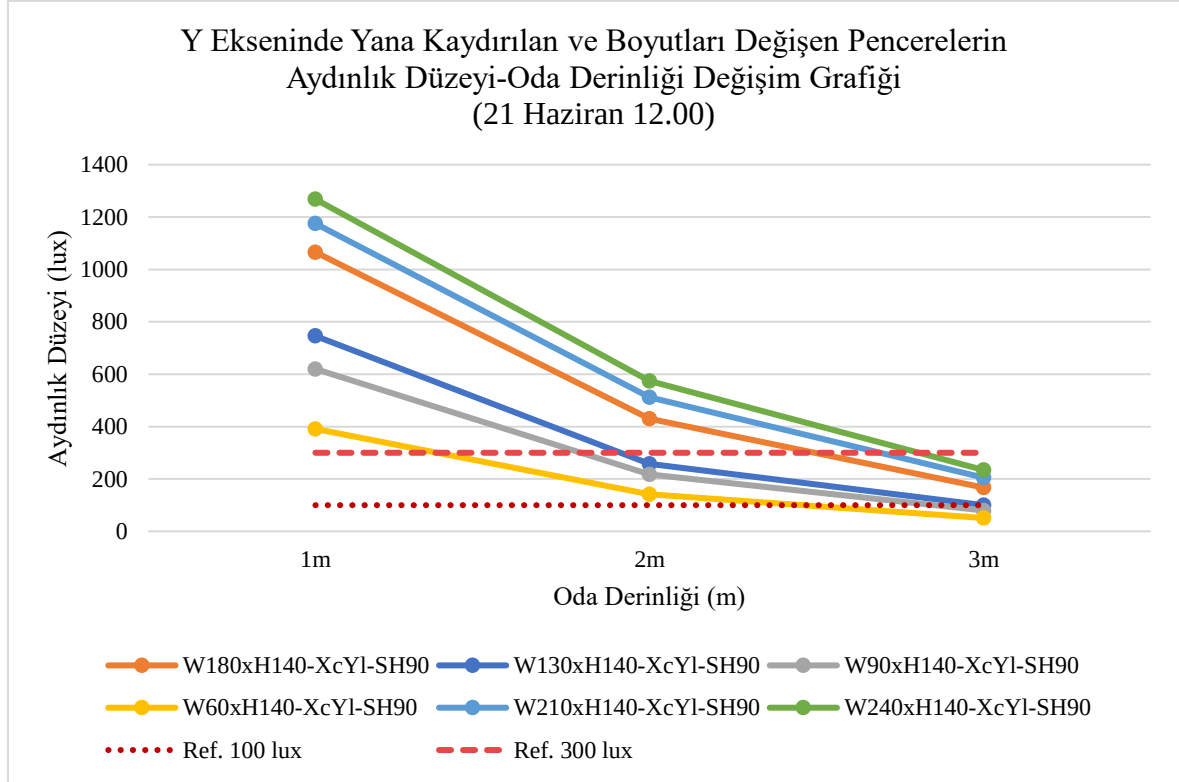
Sonuçlar değerlendirildiğinde pencerenin sağa-sola kaydırılması durumundaki değişikliklerde pencerenin enini ifade eden ölçünün önemli olduğu belirlenmiştir. Pencerenin eksende kaydığı oran arttıkça aydınlık düzeyindeki azalma oranı da artmakta ve

hacim içindeki aydınlık düzeyi dağılımının homojenlikten çıkarak kaydırıldığı duvar yönüne doğru kaydığı ifade edilebilmektedir.

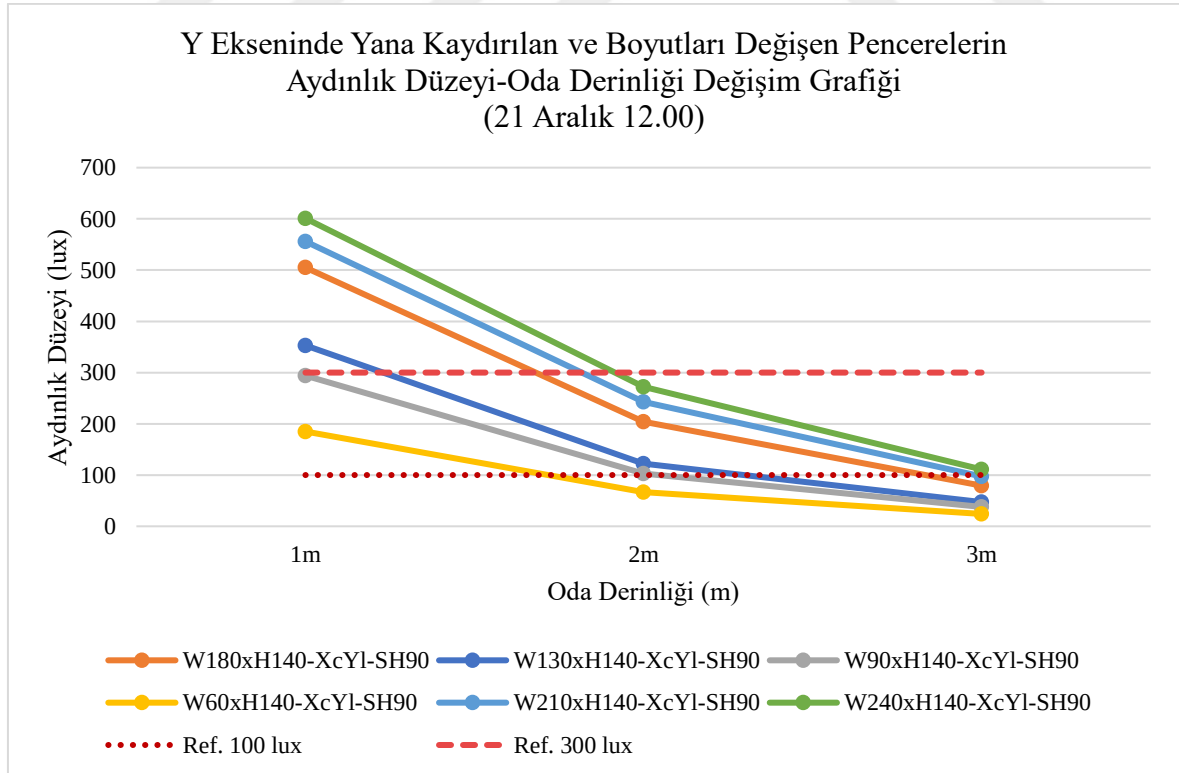
Çizelge 4.17. Duvarın Y ekseninde yana kaydırılan ve boyutları değişen pencerelerin doğal aydınlatma simülasyon sonuçları

DEĞİŞEN PENCERE BOYUTLARINA GÖRE HESAPLANAN DOĞAL AYDINLIK DÜZEYİ DEĞERLERİ (CIE KAPALI GÖK MODELİ)													
PENCERE ÇEŞİDİ		Pencere Alanı (m²)	WWR % (Pen. Alanı/ Duvar Alanı)	WFR % (Pen. Alanı/ Taban Alanı)	Saat	21 HAZİRAN			21 ARALIK			Güneşli Çarpanı (DF %)	Mevcut Duruma Göre Güneşli Çarpanı Değişim Yüzdesi
						Aydınlık Düzeyi (lux)			Aydınlık Düzeyi (lux)				
						E _{ort}	E _{min}	E _{max}	E _{ort}	E _{min}	E _{max}		
W180xH140-XcYl-SH90		2,52	%22	%17	9.00	289	113	717	65,9	25,7	163	2,264	%8 Azalış
					12.00	430	167	1066	204	79,3	505		
					16.00	337	131	834	105	41	261		
W240xH140-XcYl-SH90		3,36	%30	%23	9.00	386	158	853	87,9	35,9	194	3,026	%23 Artış
					12.00	574	234	1268	272	111	601		
					16.00	449	183	993	140	57,4	311		
W210xH140-XcYl-SH90		2,94	%26	%20	9.00	345	138	790	78,6	31,5	180	2,688	%9 Artış
					12.00	512	205	1175	243	97,3	556		
					16.00	401	161	920	126	50,3	288		
W130xH140-XcYl-SH90		1,82	%16	%12	9.00	173	67,2	502	39,5	15,3	114	1,350	%45 Azalış
					12.00	258	99,9	746	122	47,3	353		
					16.00	202	78,2	584	63,1	24,5	183		
W90xH140-XcYl-SH90		1,26	%11	%9	9.00	146	53,6	417	33,3	12,2	95	1,148	%53 Azalış
					12.00	217	79,7	620	103	37,8	294		
					16.00	170	62,4	485	53,3	19,5	152		
W60xH140-XcYl-SH90		0,84	%8	%6	9.00	94,5	34,2	263	21,5	7,8	59,9	0,734	%70 Azalış
					12.00	141	50,9	391	66,5	24,1	185		
					16.00	110	39,8	306	34,4	12,5	95,8		

Üretilen senaryolardan elde edilen veriler değerlendirildiğinde, pencerelerin Y ekseninde yana kaydırılması durumunda en iyi performansı 240 cm genişlik ve 140 cm yükseklikle %30 pencere-duvar oranına (WWR) sahip pencerenin sağladığı tespit edilmiştir. Simülasyonlar sonucunda elde edilen gün ışığı çarpanı değeri %3,026 olup mevcut duruma göre %23 oranında artış olduğu, ancak bu artışın pencerenin yana kaydırılmasından değil pencerenin boyutunun büyütülmesinden kaynaklandığı tespit edilmiştir. Pencerenin eksenlerin merkezinde olduğu duruma göre gün ışığı çarpanında %1 oranında azalma olduğu saptanmıştır. En kötü performansı ise, 60 cm genişlik ve 140 cm yükseklik ile %8 pencere-duvar oranına (WWR) sahip pencerenin gösterdiği tespit edilmiştir. Simülasyonlar sonucunda elde edilen gün ışığı çarpanı değeri %0,734 olup mevcut duruma göre %70 oranında azalış olduğu saptanmıştır. Ancak bu azalma pencerenin boyutlarındaki küçülmeden kaynaklı olup pencerenin eksenlerin merkezinde olduğu durumdaki azalma oranında %1 artış olduğu tespit edilmiştir. Şekil 4.32 ve Şekil 4.33'te 21 Haziran ve 21 Aralık tarihlerinde saat 12.00'de duvarın Y ekseninden yana kaydırılmış olan pencerelerin değişen boyutlarına bağlı olarak değişen aydınlık düzeylerinin grafikleri görülmektedir.



Şekil 4.32. CIE kapalı gök modelinde Y ekseninde yana kaydırılan pencerelerin 21 Haziran 12.00’de boyutlarının değişmesine bağlı olarak değişen doğal aydınlık düzeyleri



Şekil 4.33. CIE kapalı gök modelinde Y ekseninde yana kaydırılan pencerelerin 21 Aralık 12.00’de boyutlarının değişmesine bağlı olarak değişen doğal aydınlık düzeyleri

4.1.3. Üretilen tüm senaryoların simülasyonları sonucunda elde edilen aydınlık düzeyleri üzerinden genel değerlendirilmesi

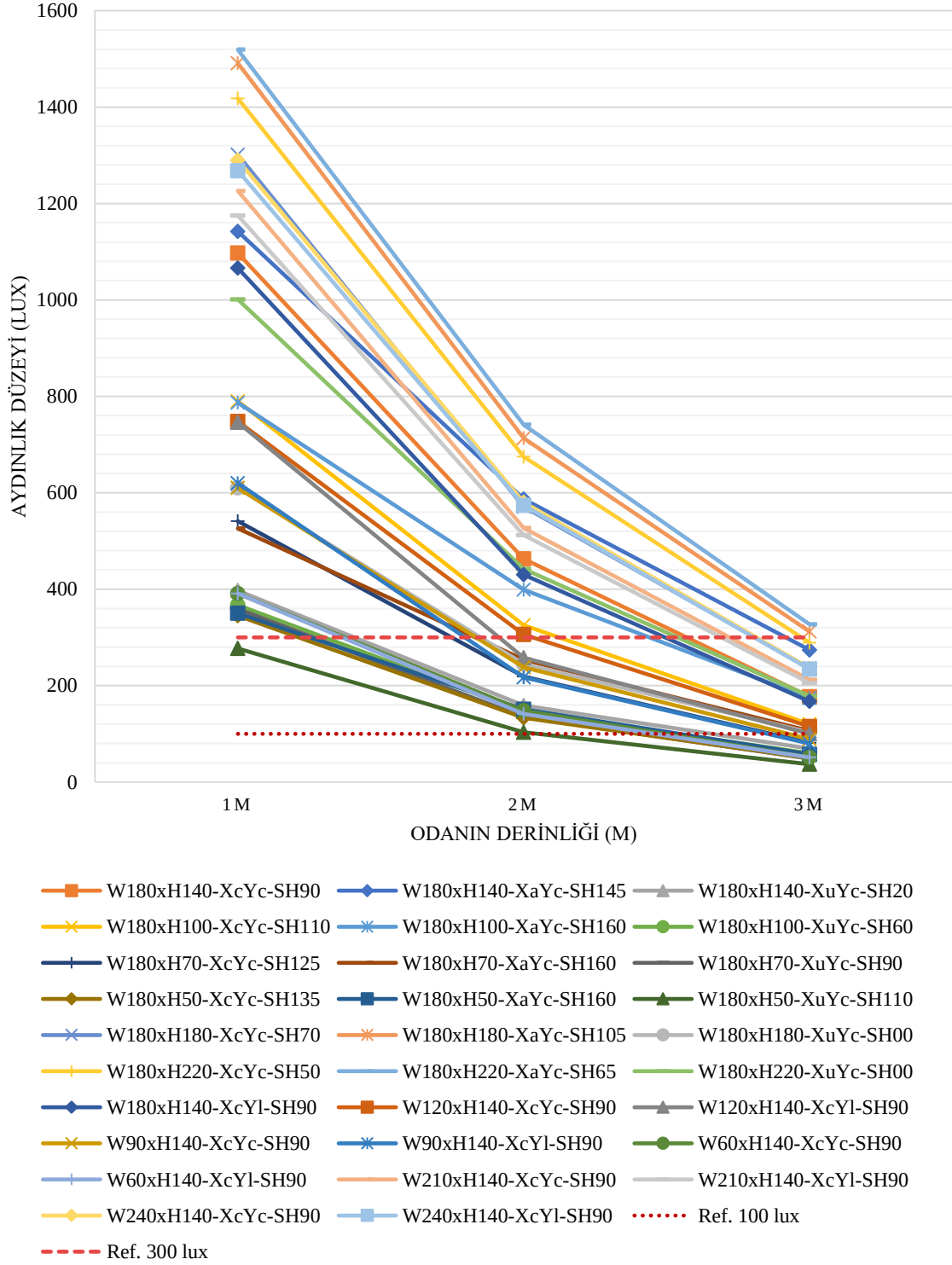
Pencere boyutları ve dış duvar üzerindeki konumları üzerinden üretilen senaryoların üçüncü grubunda, üretilen 29 adet senaryoya ait simülasyonlar sonucunda elde edilen aydınlık düzeyleri ve gün ışığı çarpanları bütün olarak ele alınmış ve karşılaştırmalı olarak değerlendirmeleri yapılmıştır.

Mevcut pencere-duvar oranı %22 olarak hesaplanmış ve üretilen alternatiflerde %8, %11, %16, %26, %30 ve %35 pencere-duvar oranlarına sahip pencere boyutları belirlenmiş ve duvarın X ve Y eksenlerine göre konumları değiştirilerek 29 adet senaryo oluşturulmuş ve simülasyonları yapılmıştır. 29 adet senaryoya ait CIE kapalı gök modeli simülasyonlarından elde edilen aydınlık düzeylerinin değişimi Şekil 4.34 ve Şekil 4.35'teki grafiklerde görülmektedir. Grafiklerden de görülebileceği üzere en genel anlamda pencere-duvar oranı arttıkça gün ışığı aydınlık düzeyinin arttığı, tam tersi şekilde azaldıkça azaldığı ifade edilebilmektedir.

Pencere-duvar oranı %35 olan pencere duvarın aksında olduğu zaman mevcut duruma göre aydınlık düzeyinde %43 oranında artış sağlanmaktadır. Aynı boyuttaki pencere, duvarın X ekseninin üzerine alındığı zaman aydınlık düzeyinde sağladığı artış oranı %56'ya çıkmakta ve gün ışığı odanın daha derinlerine kadar ulaşmaktadır.

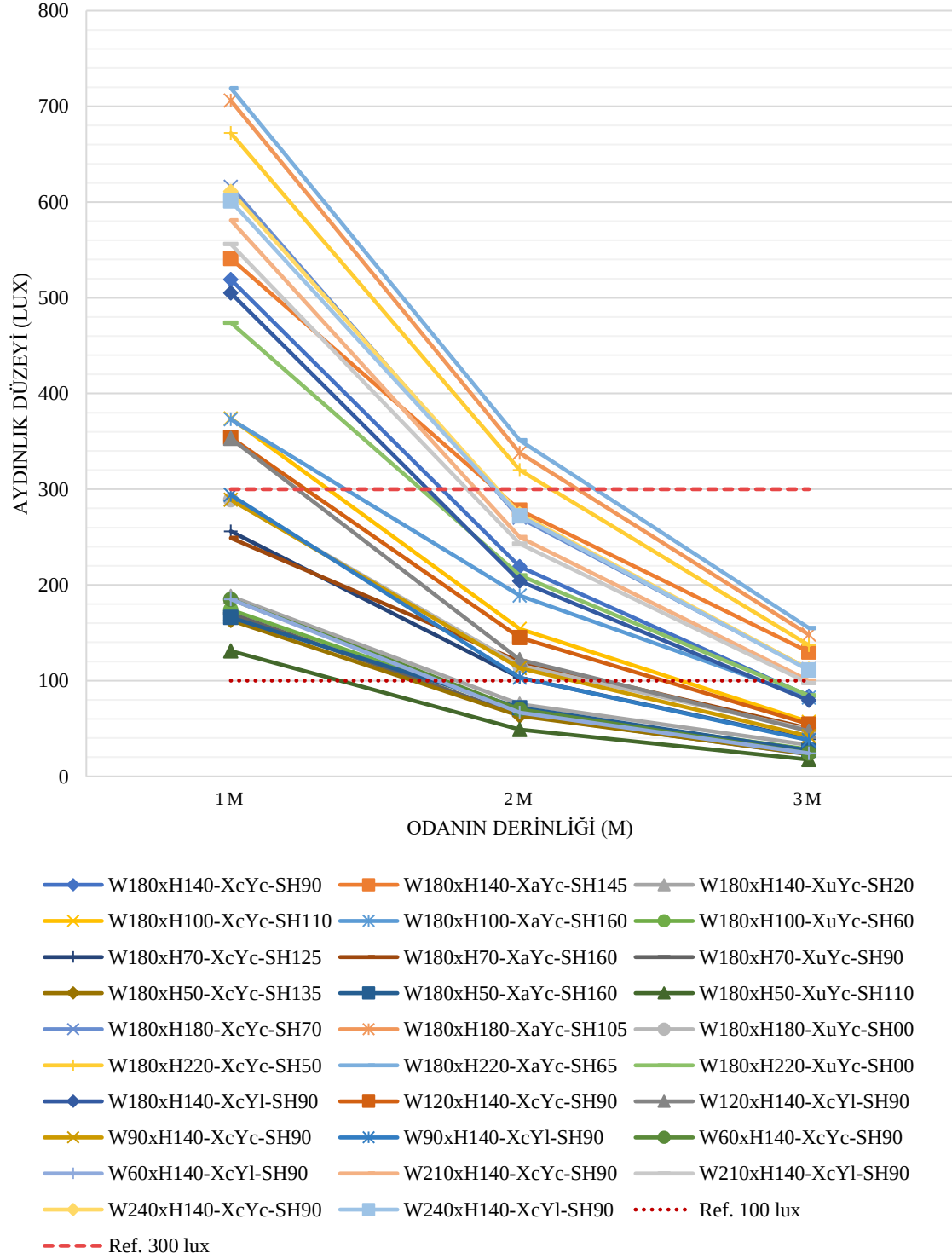
Pencere-duvar oranı %30 olan pencerelerde, pencerelerin duvarın aksında olması durumunda gün ışığı aydınlık düzeylerinde boyutlarındaki değişikliğe bağlı olarak %22-24 oranında artış sağlandığı görülmektedir. X ekseninde yukarı kaydırıldıkça artış oranı %50'ye kadar çıkmakta, X ekseninde aşağı kaydırıldıkça gün ışığı aydınlık düzeyinde kayıplar oluşmakta ve aydınlık düzeyinde %46 oranında azalma meydana gelmektedir. Pencerelerin Y ekseninde yana kaydırılmaları durumunda aydınlık düzeyindeki değişim %1 oranlarında kalmakta, daha çok aydınlık düzeyinin oda içindeki dağılımı değişmektedir.

ÜRETİLEN SENARYOLARIN CIE KAPALI GÖK
MODELİ AYDINLIK DÜZEYİ-ODA DERİNLİĞİ
DEĞİŞİM GRAFİĞİ
(21 HAZİRAN 12.00)



Şekil 4.34. Doğu yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin 21 Haziran 12.00 için CIE kapalı gök modelinde elde edilen aydınlık düzeylerinin oda derinliğine göre değişimi

ÜRETİLEN SENARYALARIN CIE KAPALIK GÖK
MODELİ AYDINLIK DÜZEYİ-ODA DERİNLİĞİ
DEĞİŞİM GRAFİĞİ
(21 ARALIK 12.00)



Şekil 4.35. Doğu yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin 21 Aralık 12.00 için CIE kapalı gök modelinde elde edilen aydınlık düzeylerinin oda derinliğine göre değişimi

Pencere-duvar oranı %26 olan pencere duvarın aksında olduğu zaman mevcut duruma göre aydınlık düzeyinde %14 oranında artış sağlanmaktadır. Aynı boyuttaki pencere, duvarın Y eksenini üzerinde yana kaydırıldığı zaman aydınlık düzeyi merkezde olması durumuna göre azalmakta ve boyutunun büyümesinden kaynaklı olarak sağladığı aydınlık düzeyi artışı %9'a düşmektedir. Aydınlık düzeyinde daha yüksek oranda artış sağlanması için pencerenin X eksenini üzerinde yukarı kaydırılması, diğer bir ifadeyle pencerenin parapet yüksekliğinin artırılması gerekmektedir.

Pencere-duvar oranı %16'ya düşürüldüğünde, eksenlerin merkezinde olması durumunda gün ışığı aydınlık düzeyinde pencerelerin yükseklik ve genişlik değerlerinin farklı olmasına bağlı olarak %29 ve %35 oranında azalma olduğu saptanmıştır. Pencerenin yüksekliğini ifade eden değerin daha büyük olması durumunda gün ışığı aydınlık düzeyindeki azalma oranının daha az olduğu veya artış oranının daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Pencerenin X ekseninin üzerine alınması durumunda azalma oranının %17'ye düştüğü görülmüştür. Pencerenin X ekseninin altına alınması durumunda bu oran %68'e kadar çıkmakta ve yapay aydınlatma ihtiyacı önemli oranda artmaktadır.

Pencere-duvar oranı mevcut duruma göre yarıya indirildiğinde (%11), gün ışığı aydınlık düzeyinde de mevcut duruma göre %50 oranlarında azalma olduğu görülmektedir. Pencere-duvar oranının %8'e düşürüldüğü durumda ise aydınlık düzeyinde %70 civarlarında azalma olduğu saptanmıştır.

4.2. CIE Orta Gök Modelinde Elde Edilen Verilen Değerlendirilmesi

Tez çalışması kapsamında ele alınan örnek hasta odasının penceresi doğu yönüne bakmaktadır. Çalışmada öncelikle CIE kapalı gök modelinde gün ışığı hesaplamaları yapılarak üretilen senaryolardan elde edilen verilerin değerlendirmeleri yapılmıştır. Tez çalışmasında elde edilen bulgulardan daha geniş alanda yararlanabilmeyi sağlamak adına örnek hasta odasının bulunduğu yönle sınırlı kalınmayıp, üretilen senaryoların dört ana yön için modellemeleri ve simülasyonları yapılmıştır. Çalışmanın bu bölümünde bütün yönler için üretilen senaryoların gerçeği daha çok yansıttığı düşünülen CIE orta gök modelinde yapılmış simülasyonlarından elde edilen veriler değerlendirilmiştir.

Bu bölümde üretilen alternatif pencere boyutlarının ve konumlarının farklı yönlerde nasıl sonuçlar doğurduğu değerlendirilmeye çalışılmıştır. Üretilen her bir pencere boyutunun ve konumunun doğu, batı, kuzey ve güney yönlerinde bulunduğu kabulü ile CIE orta gök modelinde yapılan simülasyonlardan elde edilen veriler ekler kısmında tablolar şeklinde ayrı ayrı verilmiştir (Ek-5, Ek-6, Ek-7 ve Ek-8). Bu bölüm altında her bir yön için, üretilen 29 alternatif bir araya getirilerek simülasyonlardan elde edilen aydınlık düzeyleri üzerinden kıyaslamalar yapılmıştır.

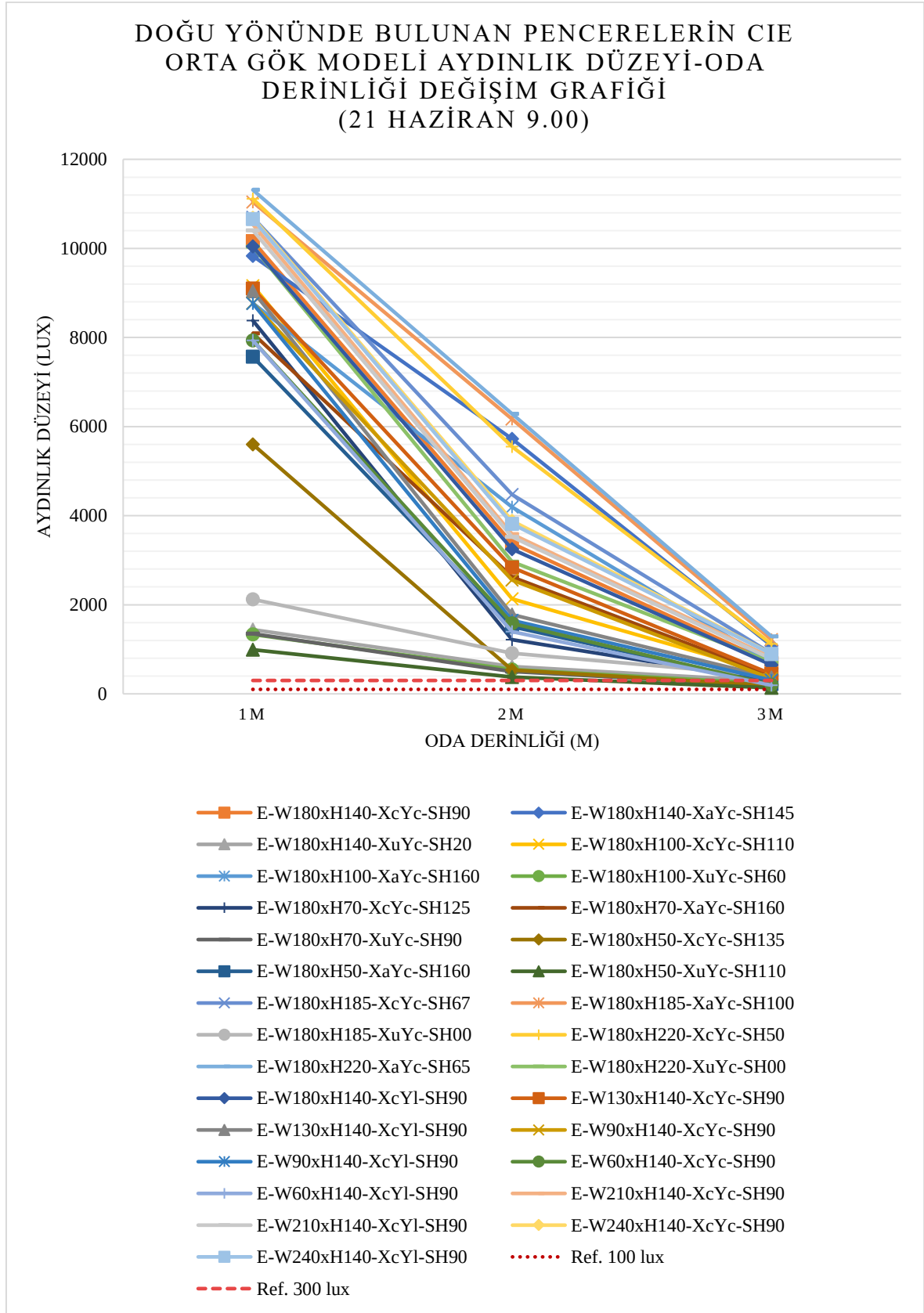
4.2.1. Doğu yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin değerlendirilmesi

Senaryolar oluşturulurken üretilen her bir alternatif pencerenin doğu yönünde olduğu kabulü üzerinden CIE orta gök modelinde simülasyonları yapılmış ve elde edilen sonuçlar Ek-5'te tablo şeklinde verilmiştir.

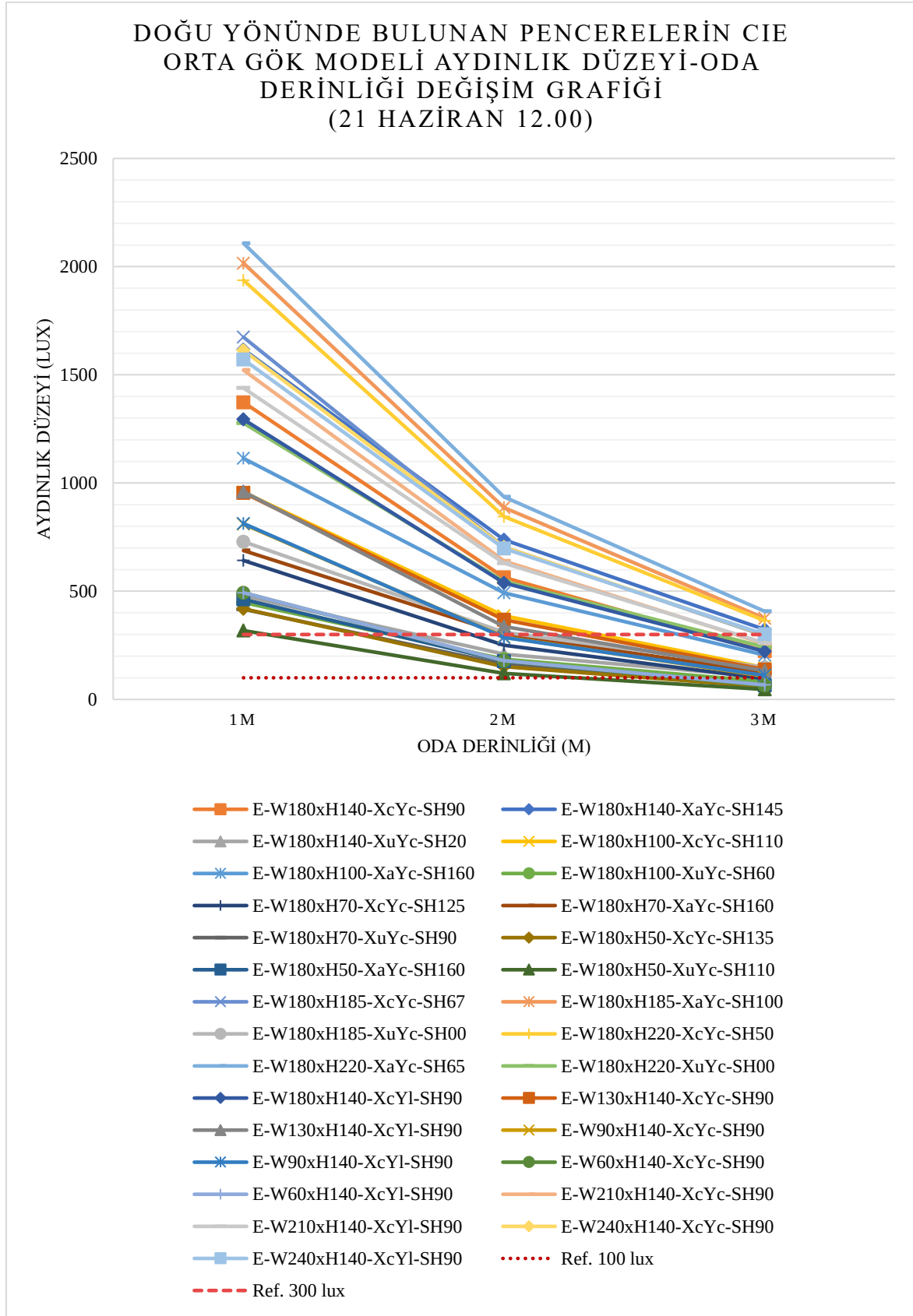
Şekil 4.36, 4.37, 4.38, 4.39, 4.40 ve 4.41'de görülmekte olan grafikler incelendiğinde; en iyi performansı %35 pencere-duvar oranına sahip, 180 cm genişliğinde ve 220 cm yüksekliğinde olan pencerenin X ekseninin üzerine alındığı durumdaki alternatifinin sağladığı tespit edilmiştir (W180xH220-XaYc-SH65).

Simülasyonlardan elde edilen E_{ort} değerleri incelendiğinde; 21 Haziran tarihinde sabah 9.00'da 6286 lx, öğlen 12.00'de 936 lx ve akşam 16.00'da 533 lx olduğu görülmekte olup hesaplama yapılan saatlerin tamamında hem genel aydınlatma için standartlarda istenilen 100 lx aydınlık değerinin hem de okuma ve basit muayene aydınlatması için istenilen 300 lx değerinin sağlandığı saptanmıştır (Bkz. Şekil 4.36, 4.37 ve 4.38).

21 Aralık tarihinde yapılan simülasyonlardan elde edilen E_{ort} değerleri incelendiğinde ise; sabah 9.00'da 202 lx, öğlen 12.00'de 724 lx ve akşam 16.00'da 146 lx olduğu görülmekte olup genel aydınlatma için standartlarda öngörülen 100 lx aydınlık düzeyinin simülasyon yapılan saatlerin tamamında sağlandığı görülmektedir. Okuma ve basit muayene aydınlatması için öngörülen 300 lx aydınlık düzeyinin ise sadece öğlen 12.00 saatinde sağlandığı görülmektedir (Bkz. Şekil 4.39, 4.40 ve 4.41).

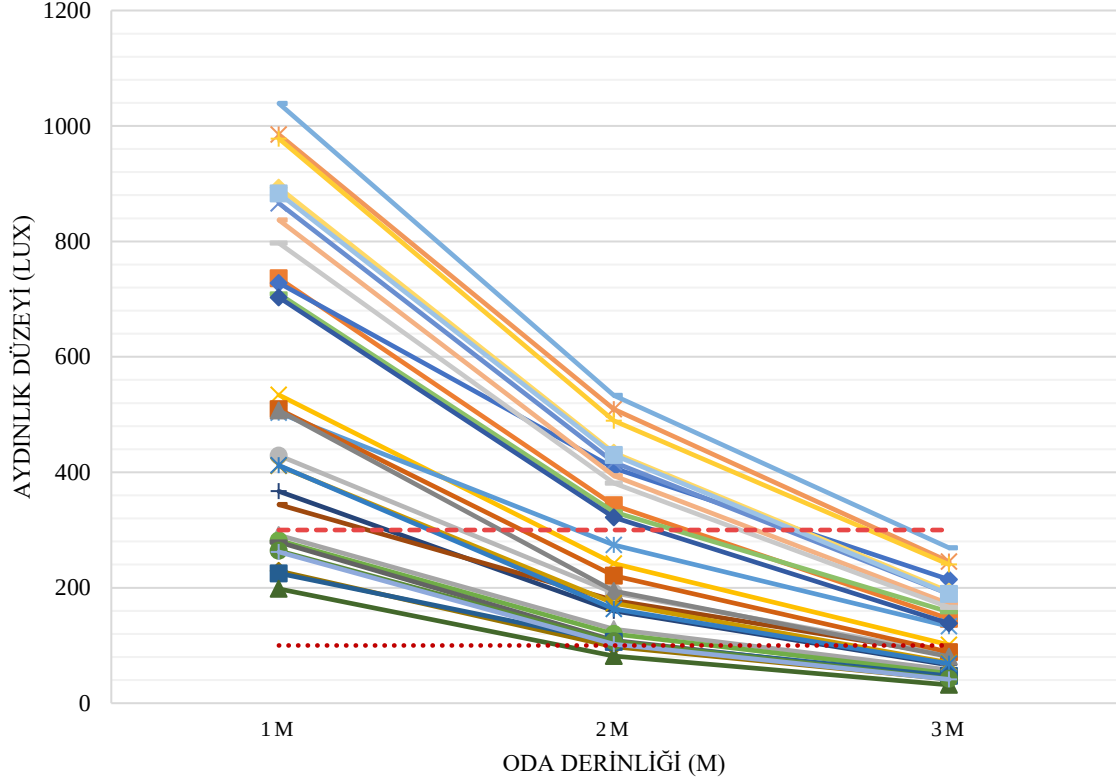


Şekil 4.36. Doğu yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE orta gök modelinde 21 Haziran 9.00’da oda derinliğine göre değişen doğal aydınlık düzeyleri



Şekil 4.37. Doğu yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE orta gök modelinde 21 Haziran 12.00'de oda derinliğine göre değişen doğal aydınlık düzeyleri

**DOĞU YÖNÜNDE BULUNAN PENCERELERİN CIE
ORTA GÖK MODELİ AYDINLIK DÜZEYİ-ODA
DERİNLİĞİ DEĞİŞİM GRAFİĞİ
(21 HAZİRAN 16.00)**



- | | |
|----------------------------|----------------------------|
| —■— E-W180xH140-XcYc-SH90 | —◆— E-W180xH140-XaYc-SH145 |
| —▲— E-W180xH140-XuYc-SH20 | —×— E-W180xH100-XcYc-SH110 |
| —*— E-W180xH100-XaYc-SH160 | —●— E-W180xH100-XuYc-SH60 |
| —+— E-W180xH70-XcYc-SH125 | —■— E-W180xH70-XaYc-SH160 |
| —■— E-W180xH70-XuYc-SH90 | —◆— E-W180xH50-XcYc-SH135 |
| —■— E-W180xH50-XaYc-SH160 | —▲— E-W180xH50-XuYc-SH110 |
| —*— E-W180xH185-XcYc-SH67 | —*— E-W180xH185-XaYc-SH100 |
| —●— E-W180xH185-XuYc-SH00 | —+— E-W180xH220-XcYc-SH50 |
| —■— E-W180xH220-XaYc-SH65 | —■— E-W180xH220-XuYc-SH00 |
| —◆— E-W180xH140-XcYl-SH90 | —■— E-W130xH140-XcYc-SH90 |
| —▲— E-W130xH140-XcYl-SH90 | —×— E-W90xH140-XcYc-SH90 |
| —*— E-W90xH140-XcYl-SH90 | —●— E-W60xH140-XcYc-SH90 |
| —+— E-W60xH140-XcYl-SH90 | —■— E-W210xH140-XcYc-SH90 |
| —■— E-W210xH140-XcYl-SH90 | —◆— E-W240xH140-XcYc-SH90 |
| —■— E-W240xH140-XcYl-SH90 | Ref. 100 lux |
| | --- Ref. 300 lux |

Şekil 4.38. Doğu yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE orta gök modelinde 21 Haziran 16.00'da oda derinliğine göre değişen doğal aydınlık düzeyleri

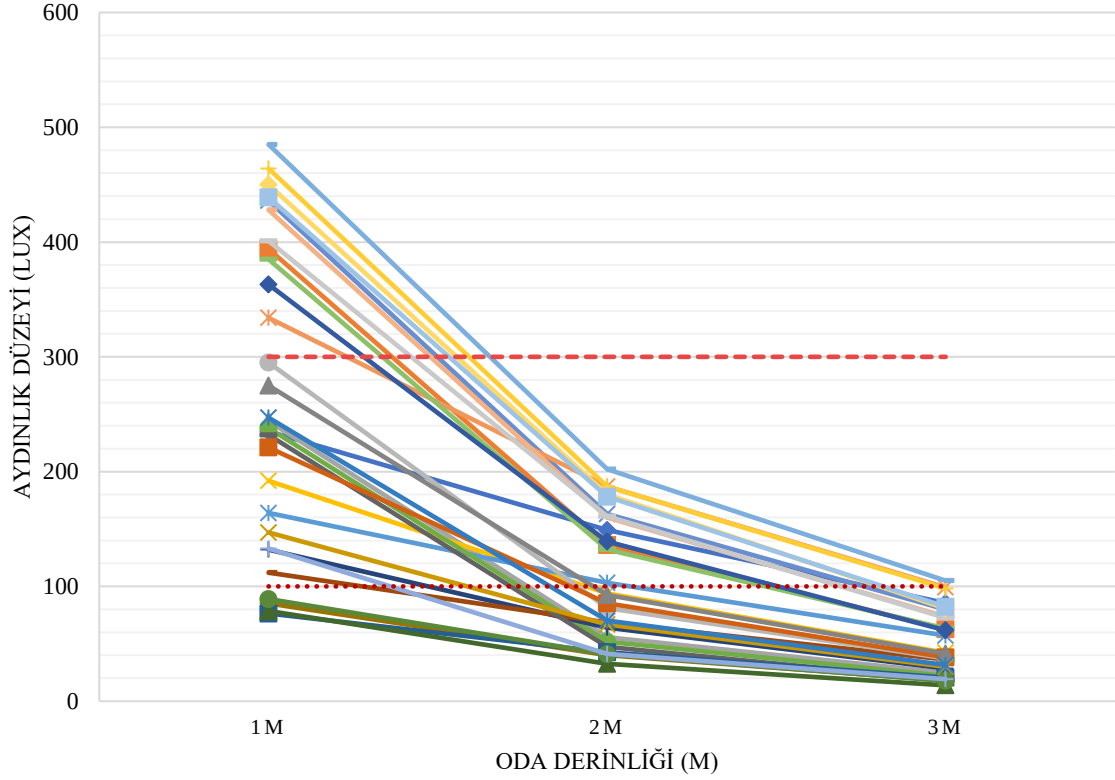
Şekil 4.36, 4.37, 4.38, 4.39, 4.40 ve 4.41’de görülmekte olan grafikler incelendiğinde, en kötü performansı %8 pencere-duvar oranına sahip, 180 cm genişliğinde ve 50 cm yüksekliğinde olan pencerenin X ekseninin altına alındığı durumdaki alternatifinin gösterdiği tespit edilmiştir (W180xH50-XuYc-SH110).

Simülasyonlardan elde edilen E_{ort} değerleri incelendiğinde; 21 Haziran tarihinde sabah 9.00’da 375 lx, öğlen 12.00’de 120 lx ve akşam 16.00’da 81,7 lx olduğu görülmekte olup genel aydınlatma için standartlarda istenilen 100 lx aydınlık düzeyinin yalnızca akşam 16.00’da sağlanamadığı tespit edilmiştir. Okuma ve basit muayene aydınlatması için standartlarda istenilen 300 lx aydınlık düzeyinin ise hesaplama yapılan saatlerin hiçbirinde sağlanamadığı saptanmıştır (Bkz. Şekil 4.36, 4.37 ve 4.38).

21 Aralık tarihinde yapılan simülasyonlardan elde edilen E_{ort} değerleri incelendiğinde ise; sabah 9.00’da 32,5 lx, öğlen 12.00’de 119 lx ve akşam 16.00’da 23,5 lx olduğu görülmekte olup genel aydınlatma için standartlarda istenilen 100 lx aydınlık düzeyinin yalnızca öğlen sağlandığı tespit edilmiştir. Okuma ve basit muayene aydınlatması için standartlarda öngörülen 300 lx aydınlık düzeyinin ise hesaplama yapılan saatlerin hiçbirinde sağlanamadığı saptanmıştır (Bkz. Şekil 4.39, 4.40 ve 4.41).

Hem en iyi hem de en kötü performansı gösteren veriler incelendiğinde pencere boyutu kadar parapet yüksekliğinin de aydınlık düzeyinde etkili olduğu ifade edilebilmektedir. Parapet yüksekliği arttıkça aydınlık düzeyinin arttığı gözlemlenmiştir. Pencerenin bulunduğu yükseklikte sağa ya da sola kaydırılmasının aydınlık düzeyi bakımından önemli bir fark yaratmadığı ifade edilebilmektedir.

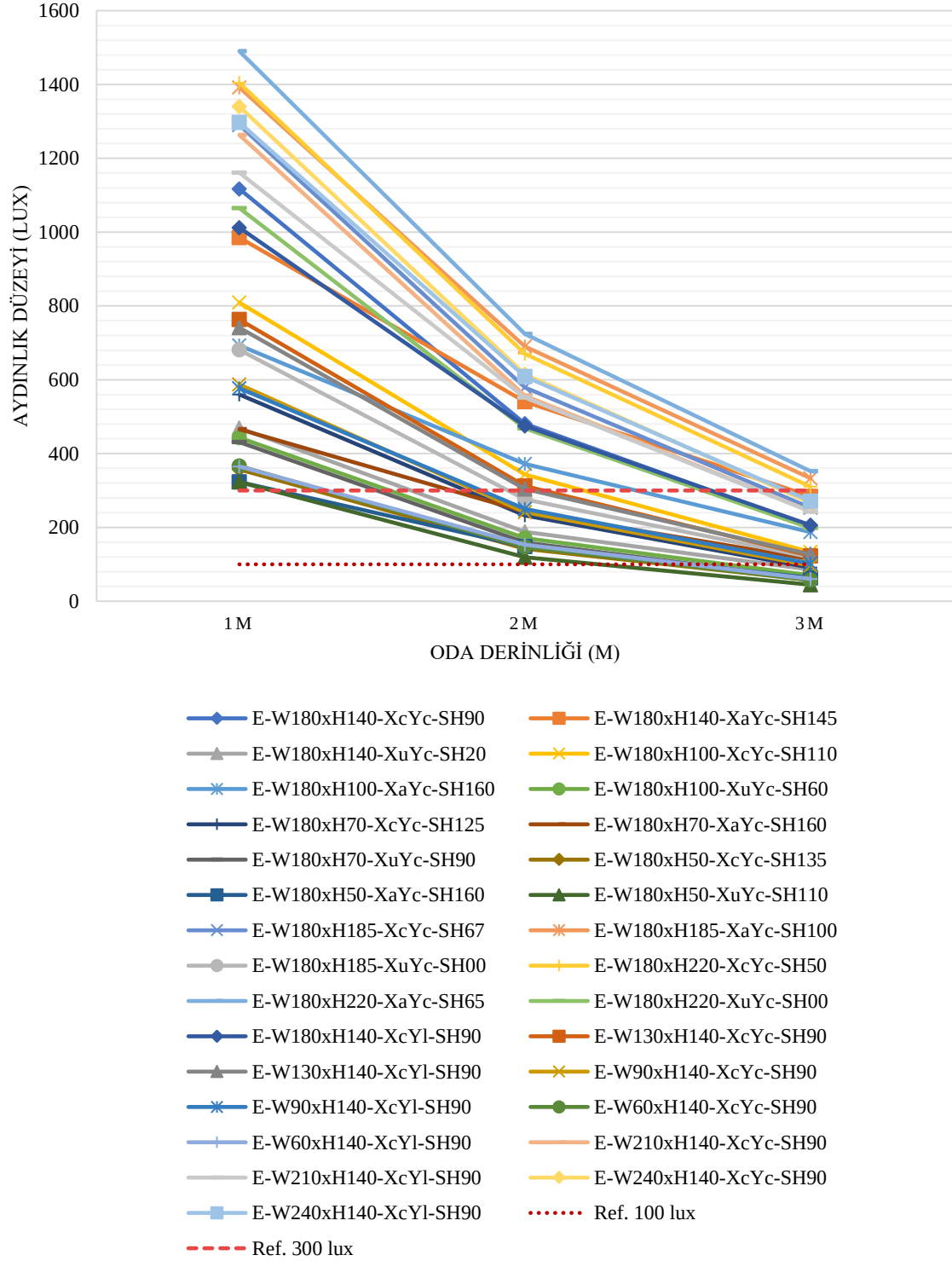
**DOĞU YÖNÜNDE BULUNAN PENCERELERİN CIE
ORTA GÖK MODELİ AYDINLIK DÜZEYİ-ODA
DERİNLİĞİ DEĞİŞİM GRAFİĞİ
(21 ARALIK 9.00)**



- | | |
|----------------------------|----------------------------|
| —■— E-W180xH140-XcYc-SH90 | —◆— E-W180xH140-XaYc-SH145 |
| —▲— E-W180xH140-XuYc-SH20 | —×— E-W180xH100-XcYc-SH110 |
| —*— E-W180xH100-XaYc-SH160 | —●— E-W180xH100-XuYc-SH60 |
| —+— E-W180xH70-XcYc-SH125 | —■— E-W180xH70-XaYc-SH160 |
| —■— E-W180xH70-XuYc-SH90 | —◆— E-W180xH50-XcYc-SH135 |
| —■— E-W180xH50-XaYc-SH160 | —▲— E-W180xH50-XuYc-SH110 |
| —×— E-W180xH185-XcYc-SH67 | —*— E-W180xH185-XaYc-SH100 |
| —●— E-W180xH185-XuYc-SH00 | —+— E-W180xH220-XcYc-SH50 |
| —■— E-W180xH220-XaYc-SH65 | —■— E-W180xH220-XuYc-SH00 |
| —◆— E-W180xH140-XcYl-SH90 | —■— E-W130xH140-XcYc-SH90 |
| —▲— E-W130xH140-XcYl-SH90 | —×— E-W90xH140-XcYc-SH90 |
| —*— E-W90xH140-XcYl-SH90 | —●— E-W60xH140-XcYc-SH90 |
| —+— E-W60xH140-XcYl-SH90 | —■— E-W210xH140-XcYc-SH90 |
| —■— E-W210xH140-XcYl-SH90 | —◆— E-W240xH140-XcYc-SH90 |
| —■— E-W240xH140-XcYl-SH90 | Ref. 100 lux |
| --- Ref. 300 lux | |

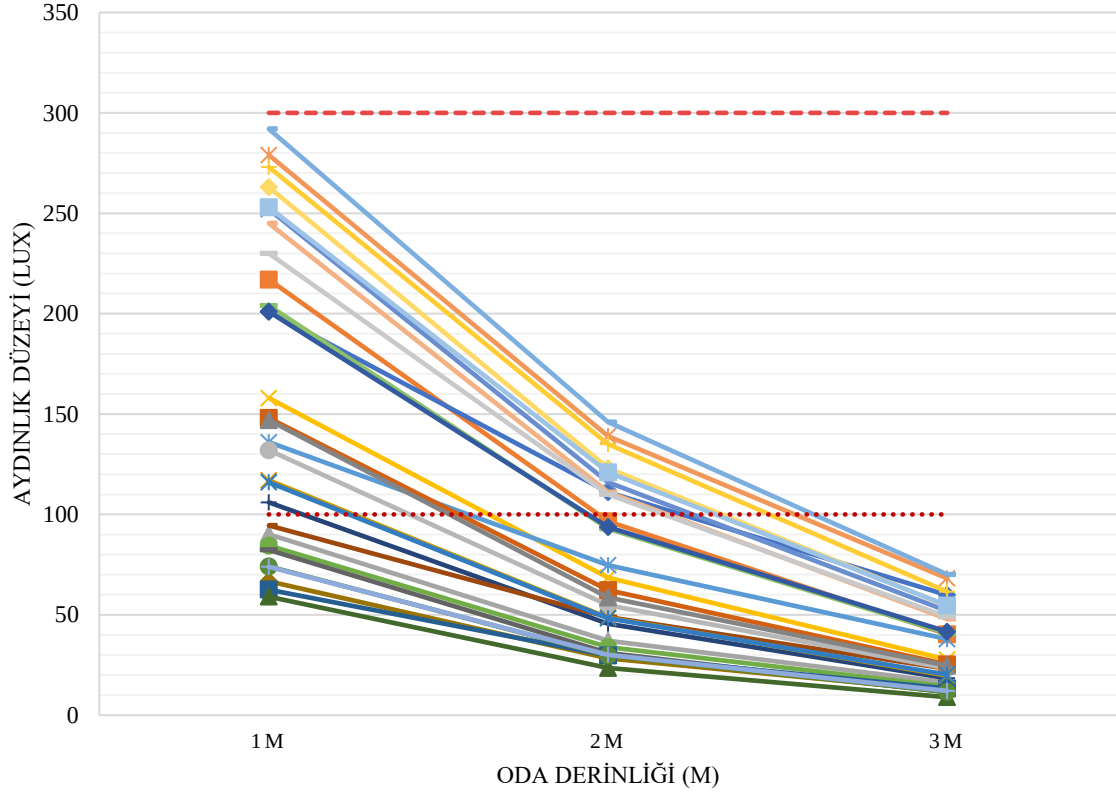
Şekil 4.39. Doğu yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE orta gök modelinde 21 Aralık 9.00'da oda derinliğine göre değişen doğal aydınlık düzeyleri

DOĞU YÖNÜNDE BULUNAN PENCERELERİN CIE
ORTA GÖK MODELİ AYDINLIK DÜZEYİ-ODA
DERİNLİĞİ DEĞİŞİM GRAFİĞİ
(21 ARALIK 12.00)



Şekil 4.40. Doğu yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE orta gök modelinde 21 Aralık 12.00’de oda derinliğine göre değişen doğal aydınlık düzeyleri

**DOĞU YÖNÜNDE BULUNAN PENCERELERİN CIE
ORTA GÖK MODELİ AYDINLIK DÜZEYİ-ODA
DERİNLİĞİ DEĞİŞİM GRAFİĞİ
(21 ARALIK 16.00)**



- | | |
|----------------------------|----------------------------|
| —■— E-W180xH140-XcYc-SH90 | —◆— E-W180xH140-XaYc-SH145 |
| —▲— E-W180xH140-XuYc-SH20 | —×— E-W180xH100-XcYc-SH110 |
| —*— E-W180xH100-XaYc-SH160 | —●— E-W180xH100-XuYc-SH60 |
| —+— E-W180xH70-XcYc-SH125 | —●— E-W180xH70-XaYc-SH160 |
| —●— E-W180xH70-XuYc-SH90 | —◆— E-W180xH50-XcYc-SH135 |
| —■— E-W180xH50-XaYc-SH160 | —▲— E-W180xH50-XuYc-SH110 |
| —×— E-W180xH185-XcYc-SH67 | —*— E-W180xH185-XaYc-SH100 |
| —●— E-W180xH185-XuYc-SH00 | —+— E-W180xH220-XcYc-SH50 |
| —■— E-W180xH220-XaYc-SH65 | —●— E-W180xH220-XuYc-SH00 |
| —◆— E-W180xH140-XcYl-SH90 | —■— E-W130xH140-XcYc-SH90 |
| —▲— E-W130xH140-XcYl-SH90 | —×— E-W90xH140-XcYc-SH90 |
| —*— E-W90xH140-XcYl-SH90 | —●— E-W60xH140-XcYc-SH90 |
| —+— E-W60xH140-XcYl-SH90 | —■— E-W210xH140-XcYc-SH90 |
| —●— E-W210xH140-XcYl-SH90 | —◆— E-W240xH140-XcYc-SH90 |
| —■— E-W240xH140-XcYl-SH90 | Ref. 100 lux |
| --- Ref. 300 lux | |

Şekil 4.41. Doğu yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE orta gök modelinde 21 Aralık 16.00’da oda derinliğine göre değişen doğal aydınlık düzeyleri

4.2.2. Batı yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin değerlendirilmesi

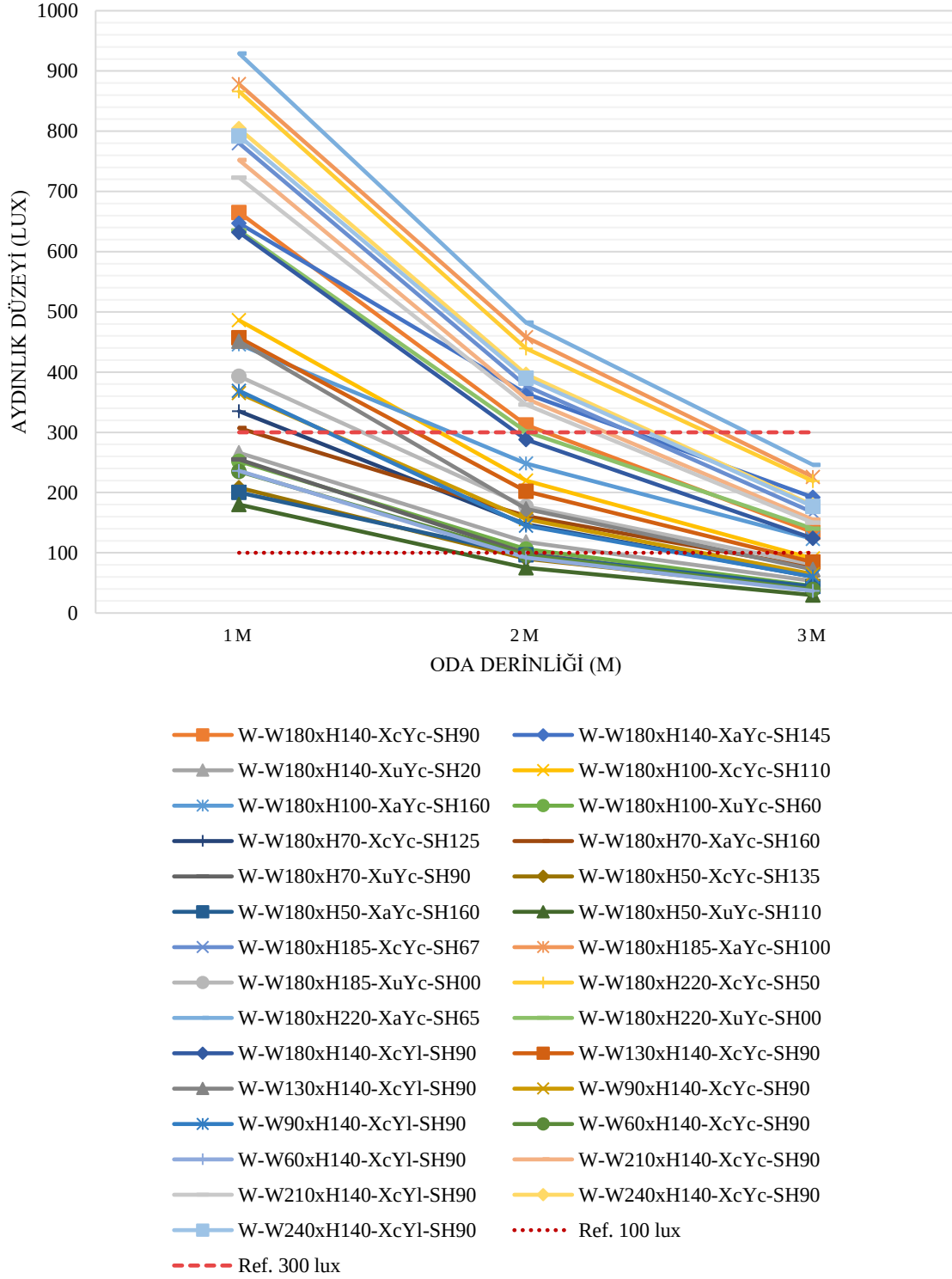
Senaryolar oluşturulurken üretilen her bir alternatif pencerenin batı yönünde olduğu kabulü üzerinden CIE orta gök modelinde simülasyonları yapılmış ve elde edilen sonuçlar Ek-6'da tablo şeklinde verilmiştir.

Şekil 4.42, 4.43, 4.44, 4.45, 4.46 ve 4.47'de görülmekte olan grafikler incelendiğinde; en iyi performansı %35 pencere-duvar oranına sahip, 180 cm genişliğinde ve 220 cm yüksekliğinde olan pencerenin X ekseninin üzerine alındığı durumdaki alternatifinin sağladığı tespit edilmiştir (W180xH220-XaYc-SH65).

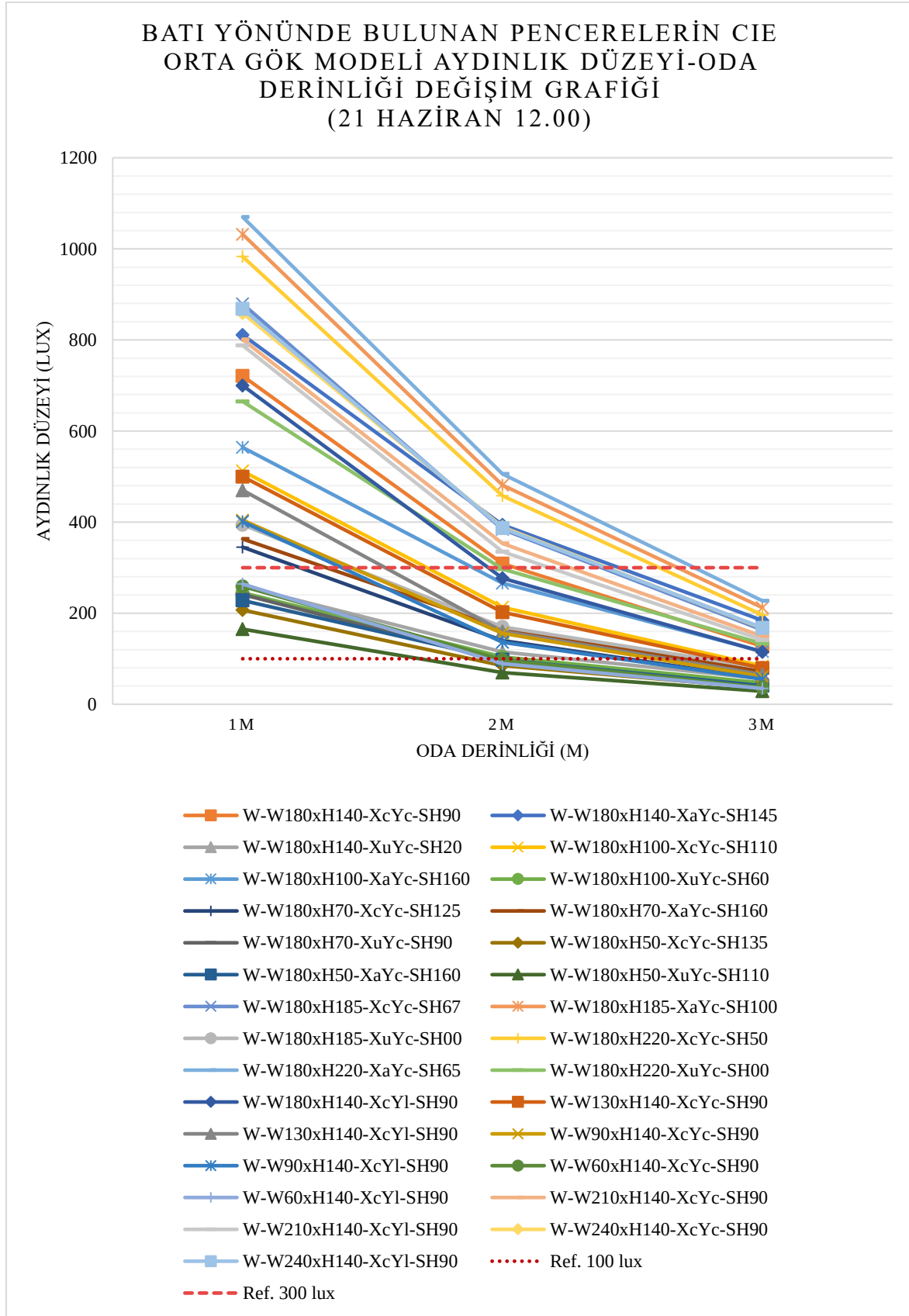
Simülasyonlardan elde edilen E_{ort} değerleri incelendiğinde; 21 Haziran tarihinde sabah 9.00'da 482 lx, öğlen 12.00'de 506 lx ve akşam 16.00'da 5040 lx olduğu görülmekte olup hesaplama yapılan saatlerin tamamında hem genel aydınlatma için standartlarda istenilen 100 lx aydınlık düzeyinin hem de okuma ve basit muayene aydınlatması için istenilen 300 lx aydınlık düzeyinin sağlandığı saptanmıştır (Bkz. Şekil 4.42, 4.43 ve 4.44).

21 Aralık tarihinde yapılan simülasyonlardan elde edilen E_{ort} değerleri incelendiğinde ise; sabah 9.00'da 70,8 lx, öğlen 12.00'de 547 lx ve akşam 16.00'da 432 lx olduğu görülmekte olup genel aydınlatma için öngörülen 100 lx aydınlık düzeyinin sabah hariç sağlandığı görülmektedir. Okuma ve basit muayene aydınlatması için öngörülen 300 lx aydınlık düzeyinin ise öğlen 12.00 ve akşam 16.00 saatlerinde sağlandığı görülmektedir (Bkz. Şekil 4.45, 4.46 ve 4.47).

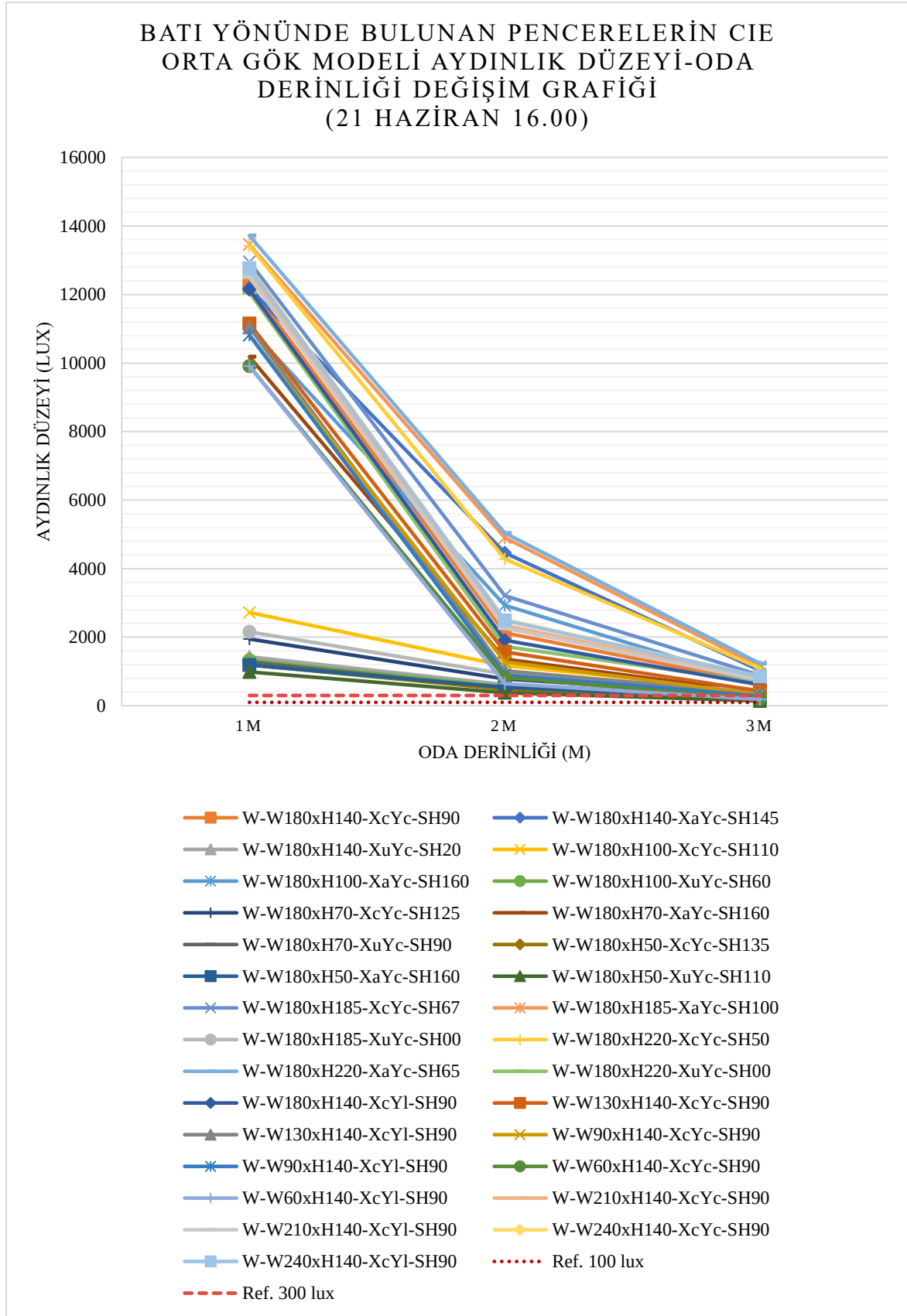
**BATI YÖNÜNDE BULUNAN PENCERELERİN CIE
ORTA GÖK MODELİ AYDINLIK DÜZEYİ-ODA
DERİNLİĞİ DEĞİŞİM GRAFİĞİ
(21 HAZİRAN 9.00)**



Şekil 4.42. Batı yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE orta gök modelinde 21 Haziran 9.00'da oda derinliğine göre değişen doğal aydınlık düzeyleri



Şekil 4.43. Batı yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE orta gök modelinde 21 Haziran 12.00'de oda derinliğine göre değişen doğal aydınlık düzeyleri



Şekil 4.44. Batı yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE orta gök modelinde 21 Haziran 16.00'da oda derinliğine göre değişen doğal aydınlık düzeyleri

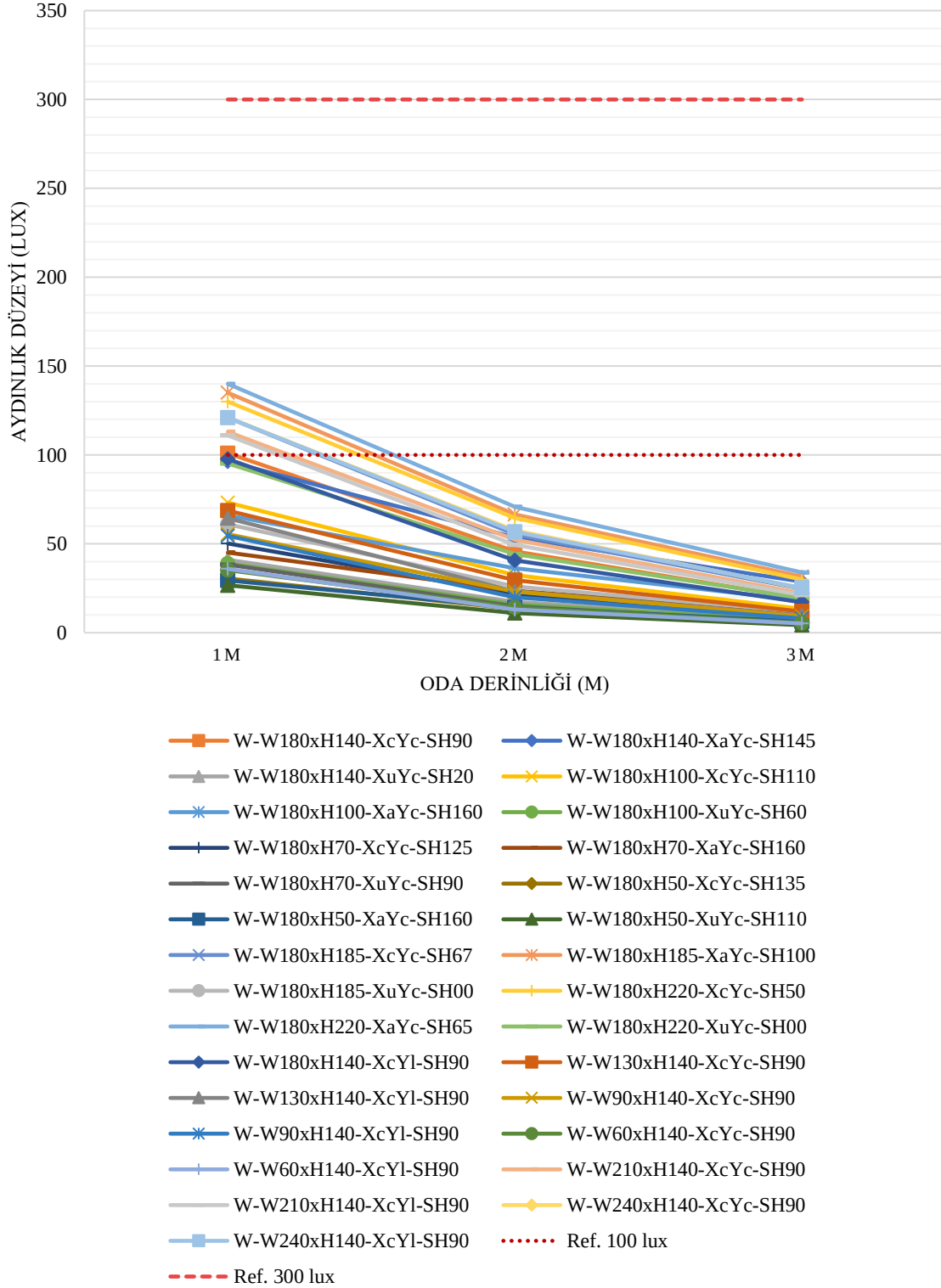
Şekil 4.42, 4.43, 4.44, 4.45, 4.46 ve 4.47’de görülmekte olan grafikler incelendiğinde, en kötü performansı %8 pencere-duvar oranına sahip, 180 cm genişliğinde ve 50 cm yüksekliğinde olan pencerenin X ekseninin altına alındığı durumdaki alternatifinin gösterdiği tespit edilmiştir (W180xH50-XuYc-SH110).

Simülasyonlardan elde edilen E_{ort} değerleri incelendiğinde; 21 Haziran tarihinde sabah 9.00’da 74,8 lx, öğlen 12.00’de 69,5 lx ve akşam 16.00’da 377 lx olduğu görülmekte olup hem genel aydınlatma için standartlarda istenilen minimum 100 lx aydınlık düzeyinin hem de okuma ve basit muayene aydınlatması için istenilen 300 lx aydınlık düzeyinin yalnızca akşam 16.00’da sağlanamadığı tespit edilmiştir (Bkz. Şekil 4.42, 4.43 ve 4.44).

21 Aralık tarihinde yapılan simülasyonlardan elde edilen E_{ort} değerleri incelendiğinde ise; sabah 9.00’da 11,1 lx, öğlen 12.00’de 89,1 lx ve akşam 16.00’da 69 lx olduğu görülmekte olup standartlarda genel aydınlatma için istenilen minimum 100 lx aydınlık düzeyinin hesaplama yapılan saatlerin hiçbirinde sağlanamadığı saptanmıştır (Bkz. Şekil 4.45, 4.46 ve 4.47).

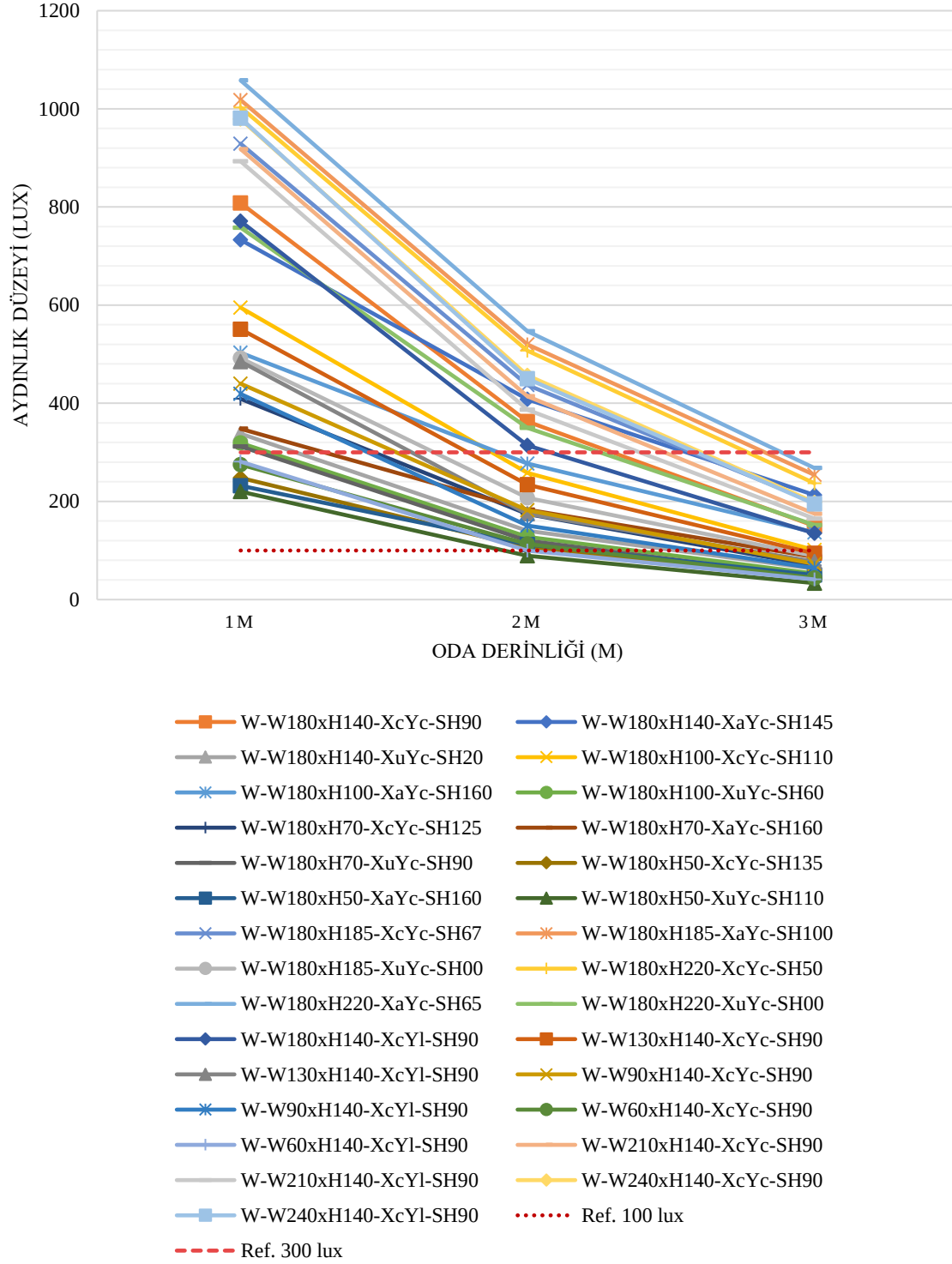
Batı ve doğu yönü verileri ele alındığında genel olarak en iyi performansı gösteren pencerelerin neredeyse aynı olduğu, pencerenin bulunduğu yönden kaynaklı farkın düşük performans gösteren pencerelerde daha çok olduğu ifade edilebilmektedir.

**BATI YÖNÜNDE BULUNAN PENCERELERİN CIE
ORTA GÖK MODELİ AYDINLIK DÜZEYİ-ODA
DERİNLİĞİ GRAFİĞİ
(21 ARALIK 9.00)**



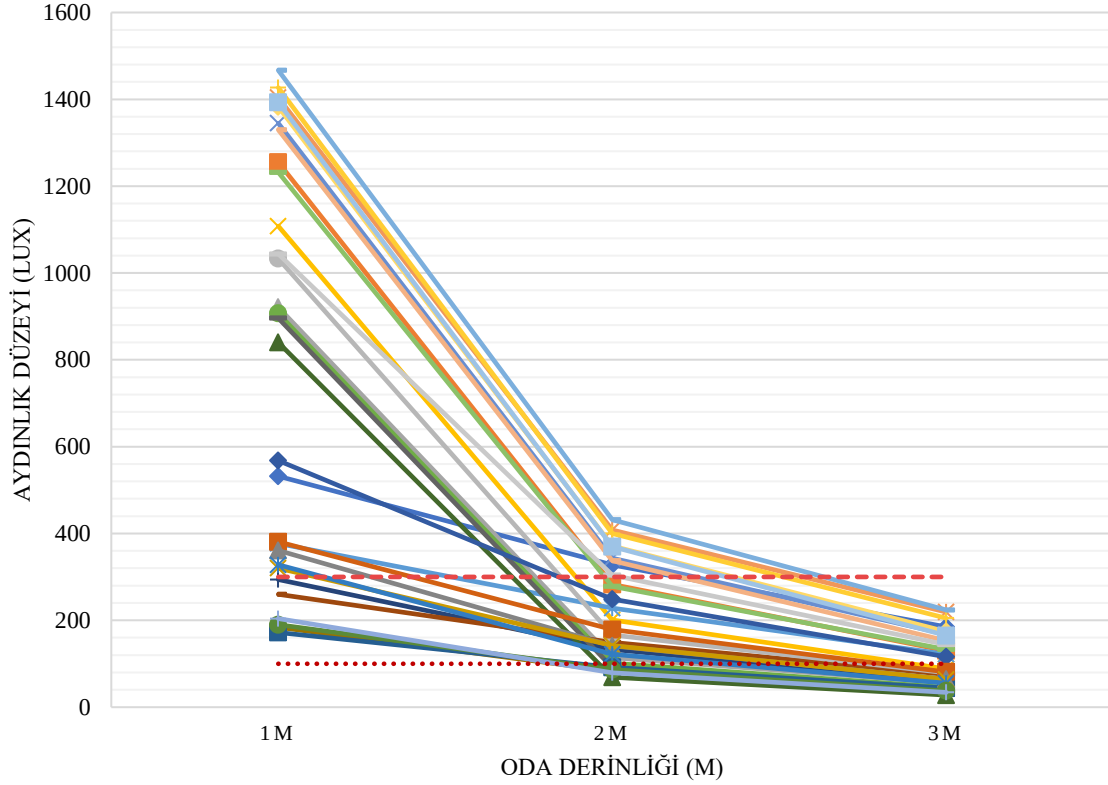
Şekil 4.45. Batı yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE orta gök modelinde 21 Aralık 9.00’da oda derinliğine göre değişen doğal aydınlık düzeyleri

**BATI YÖNÜNDE BULUNAN PENCERELERİN CIE
ORTA GÖK MODELİ AYDINLIK DÜZEYİ-ODA
DERİNLİĞİ DEĞİŞİM GRAFİĞİ
(21 ARALIK 12.00)**



Şekil 4.46. Batı yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE orta gök modelinde 21 Aralık 12.00'de oda derinliğine göre değişen doğal aydınlık düzeyleri

**BATI YÖNÜNDE BULUNAN PENCERELERİN CIE
ORTA GÖK MODELİ AYDINLIK DÜZEYİ-ODA
DERİNLİĞİ DEĞİŞİM GRAFİĞİ
(21 ARALIK 16.00)**



- | | |
|------------------------|------------------------|
| W-W180xH140-XcYc-SH90 | W-W180xH140-XaYc-SH145 |
| W-W180xH140-XuYc-SH20 | W-W180xH100-XcYc-SH110 |
| W-W180xH100-XaYc-SH160 | W-W180xH100-XuYc-SH60 |
| W-W180xH70-XcYc-SH125 | W-W180xH70-XaYc-SH160 |
| W-W180xH70-XuYc-SH90 | W-W180xH50-XcYc-SH135 |
| W-W180xH50-XaYc-SH160 | W-W180xH50-XuYc-SH110 |
| W-W180xH185-XcYc-SH67 | W-W180xH185-XaYc-SH100 |
| W-W180xH185-XuYc-SH00 | W-W180xH220-XcYc-SH50 |
| W-W180xH220-XaYc-SH65 | W-W180xH220-XuYc-SH00 |
| W-W180xH140-XcYl-SH90 | W-W130xH140-XcYc-SH90 |
| W-W130xH140-XcYl-SH90 | W-W90xH140-XcYc-SH90 |
| W-W90xH140-XcYl-SH90 | W-W60xH140-XcYc-SH90 |
| W-W60xH140-XcYl-SH90 | W-W210xH140-XcYc-SH90 |
| W-W210xH140-XcYl-SH90 | W-W240xH140-XcYc-SH90 |
| W-W240xH140-XcYl-SH90 | Ref. 100 lux |
| Ref. 300 lux | |

Şekil 4.47. Batı yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE orta gök modelinde 21 Aralık 16.00’da oda derinliğine göre değişen doğal aydınlık düzeyleri

4.2.3. Kuzey yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin değerlendirilmesi

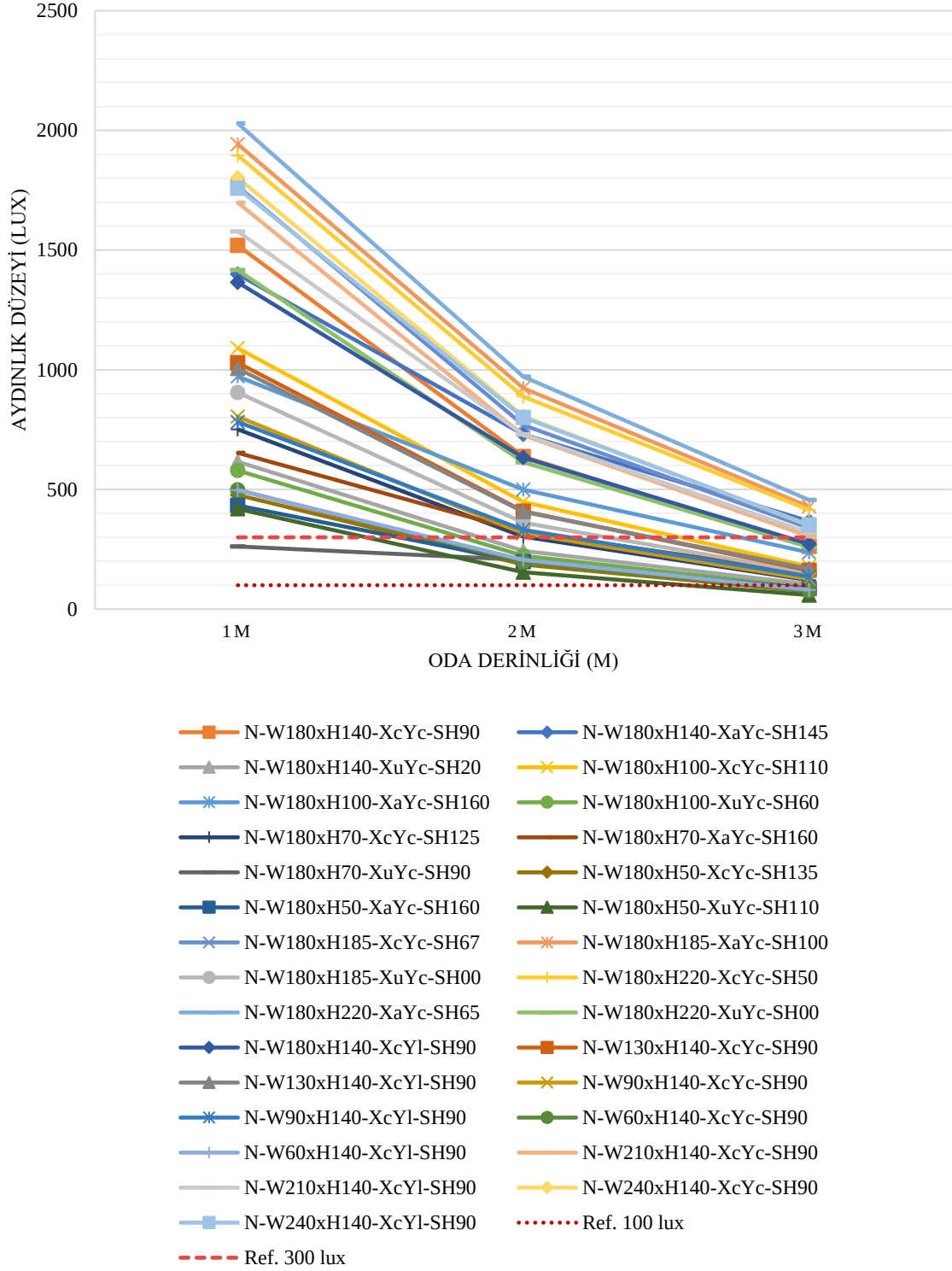
Senaryolar oluşturulurken üretilen her bir alternatif pencerenin kuzey yönünde olduğu kabulü üzerinden CIE orta gök modelinde simülasyonları yapılmış ve elde edilen sonuçlar Ek-7’de tablo şeklinde verilmiştir.

Şekil 4.48, 4.49, 4.50, 4.51, 4.52 ve 4.53’te görülmekte olan grafikler incelendiğinde; en iyi performansı %35 pencere-duvar oranına sahip, 180 cm genişliğinde ve 220 cm yüksekliğinde olan pencerenin X ekseninin üzerine alındığı durumdaki alternatifinin sağladığı tespit edilmiştir (W180xH220-XaYc-SH65).

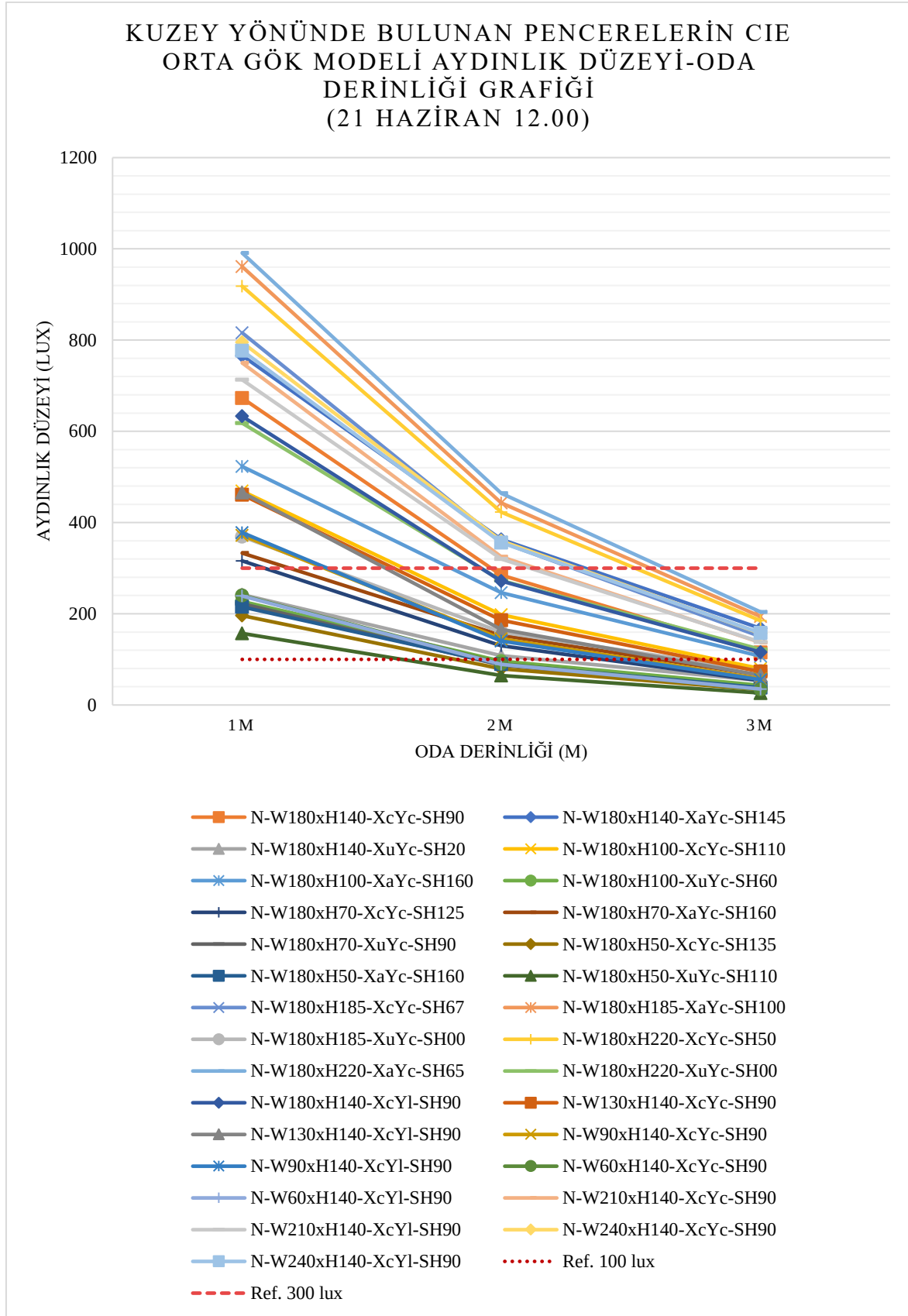
Simülasyonlardan elde edilen E_{ort} değerleri incelendiğinde; 21 Haziran tarihinde sabah 9.00’da 971 lx, öğlen 12.00’de 464 lx ve akşam 16.00’da 963 lx olduğu görülmekte olup hesaplama yapılan saatlerin tamamında hem genel aydınlatma için standartlarda istenilen minimum 100 lx aydınlık düzeyinin hem de okuma ve basit muayene aydınlatması için istenilen 300 lx aydınlık düzeyinin sağlandığı saptanmıştır (Bkz. Şekil 4.48, 4.49 ve 4.50).

21 Aralık tarihinde yapılan simülasyonlardan elde edilen E_{ort} değerleri incelendiğinde ise; sabah 9.00’da 76 lx, öğlen 12.00’de 324 lx ve akşam 16.00’da 145 lx olduğu görülmekte olup standartlarda genel aydınlatma için istenilen minimum 100 lx aydınlık düzeyinin sabah hariç sağlandığı görülmektedir. Okuma ve basit muayene aydınlatması için istenilen minimum 300 lx aydınlık düzeyinin ise sadece öğlen 12.00’de sağlandığı görülmektedir (Bkz. Şekil 4.51, 4.52 ve 4.53).

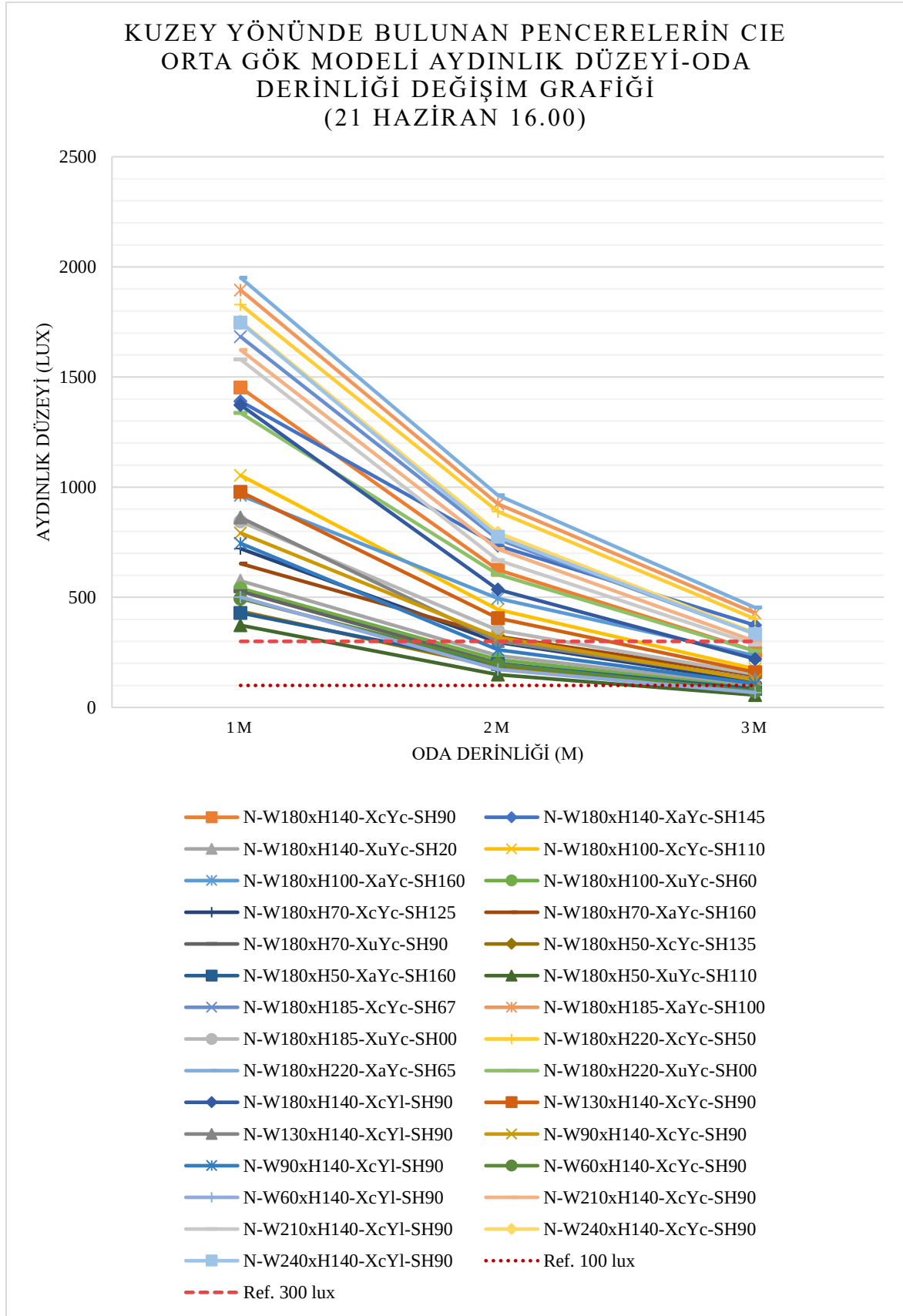
**KUZHEY YÖNÜNDE BULUNAN PENCERELERİN CIE
ORTA GÖK MODELİ AYDINLIK DÜZEYİ-ODA
DERİNLİĞİ DEĞİŞİM GRAFİĞİ
(21 HAZİRAN 9.00)**



Şekil 4.48. Kuzey yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE orta gök modelinde 21 Haziran 9.00’da oda derinliğine göre değişen doğal aydınlık düzeyleri



Şekil 4.49. Kuzey yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE orta gök modelinde 21 Haziran 12.00’de oda derinliğine göre değişen doğal aydınlık düzeyleri



Şekil 4.50. Kuzey yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE orta gök modelinde 21 Haziran 16.00’da oda derinliğine göre değişen doğal aydınlık düzeyleri

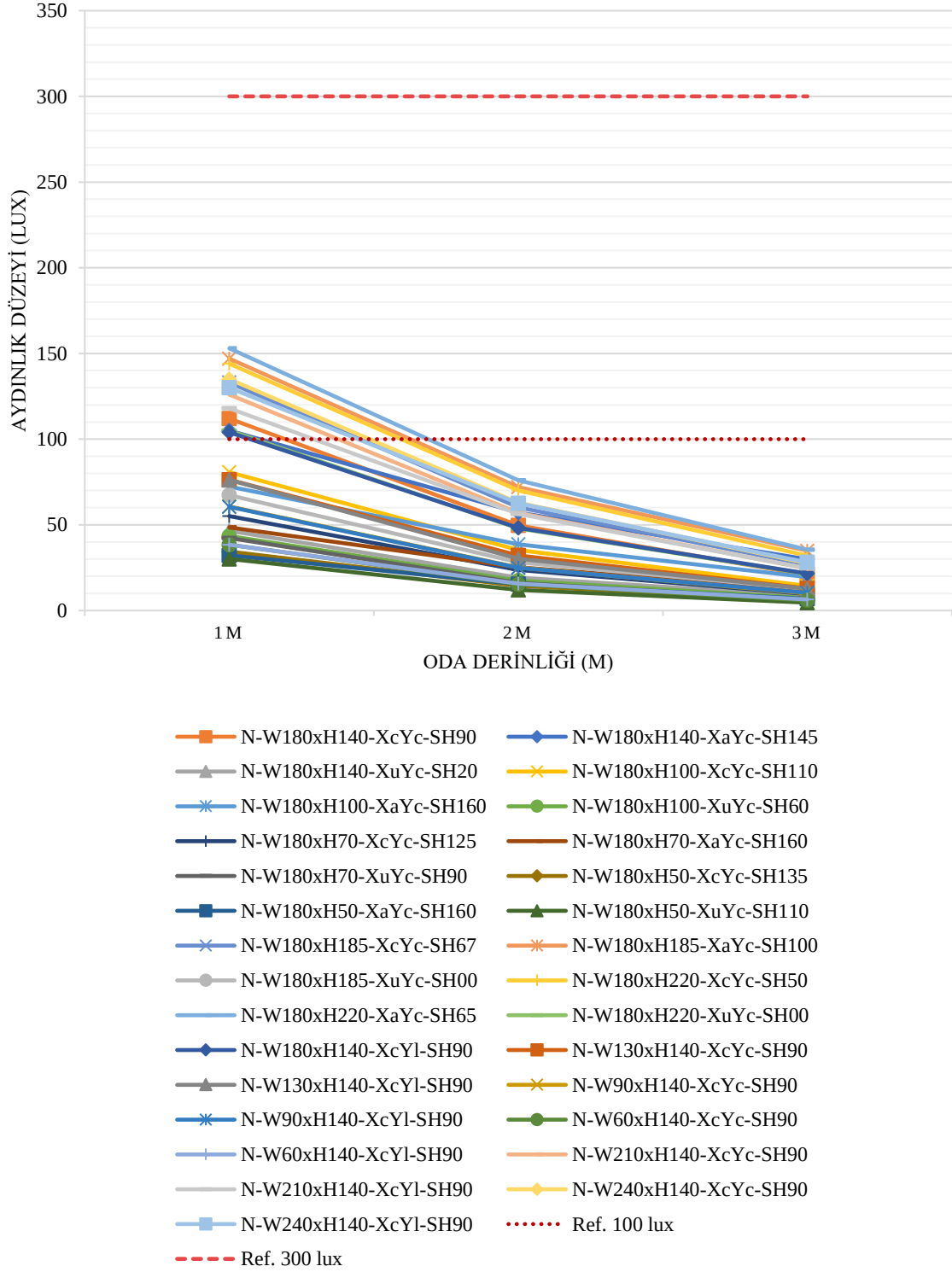
Şekil 4.48, 4.49, 4.50, 4.51, 4.52 ve 4.53'te görülmekte olan grafikler incelendiğinde, en kötü performansı %8 pencere-duvar oranına sahip, 180 cm genişliğinde ve 50 cm yüksekliğinde olan pencerenin X ekseninin altına alındığı durumdaki alternatifinin gösterdiği tespit edilmiştir (W180xH50-XuYc-SH110).

Simülasyonlardan elde edilen E_{ort} değerleri incelendiğinde; 21 Haziran tarihinde sabah 9.00'da 155 lx, öğlen 12.00'de 64,6 lx ve akşam 16.00'da 149 lx olduğu görülmekte olup genel aydınlatma için standartlarda istenilen minimum 100 lx aydınlık düzeyinin sadece öğlen sağlanamadığı tespit edilmiştir. Okuma ve basit muayene aydınlatması için standartlarda istenilen minimum 300 lx aydınlık düzeyinin ise hesaplama yapılan saatlerin hiçbirinde sağlanamadığı saptanmıştır (Bkz. Şekil 4.48, 4.49 ve 4.50).

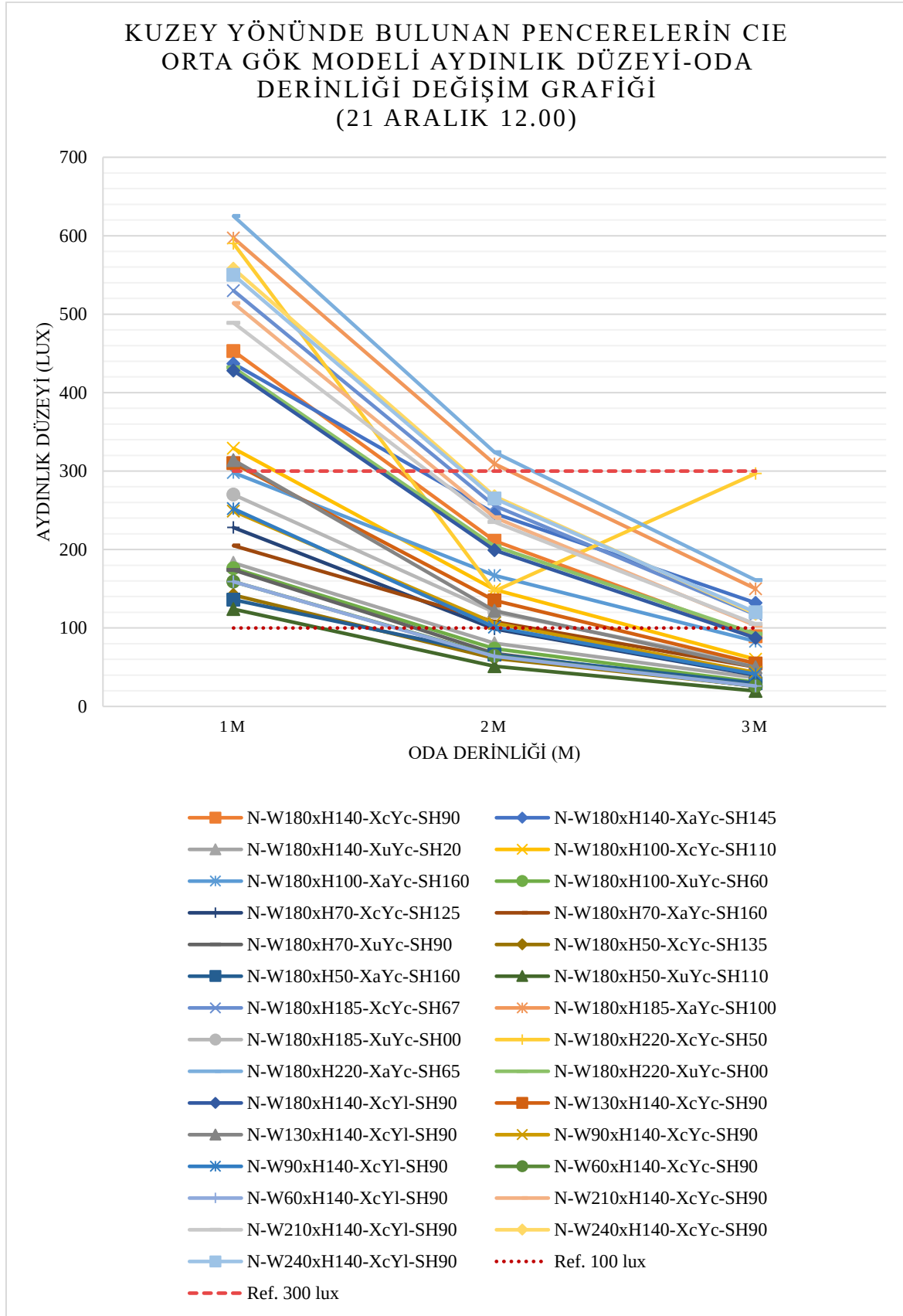
21 Aralık tarihinde yapılan simülasyonlardan elde edilen E_{ort} değerleri incelendiğinde ise; sabah 9.00'da 12 lx, öğlen 12.00'de 51,1 lx ve akşam 16.00'da 23,2 lx olduğu görülmekte olup genel aydınlatma için standartlarda istenilen 100 lx aydınlık düzeyinin hesaplama yapılan saatlerin hiçbirinde sağlanamadığı saptanmıştır (Bkz. Şekil 4.51, 4.52 ve 4.53).

Kuzey yönünde 21 Haziran tarihinde sabah ve akşam saatlerinde ölçülen aydınlık düzeylerinin birbirine yakın olduğu ve öğlen saatine göre yüksek olduğu ifade edilebilmektedir. 21 Aralık tarihinde ise tam tersi bir durum oluşmakta ve en yüksek aydınlık düzeyleri öğlen saatinde oluşmaktadır.

**KUZHEY YÖNÜNDE BULUNAN PENCERELERİN CIE
ORTA GÖK MODELİ AYDINLIK DÜZEYİ-ODA
DERİNLİĞİ DEĞİŞİM GRAFİĞİ
(21 ARALIK 9.00)**

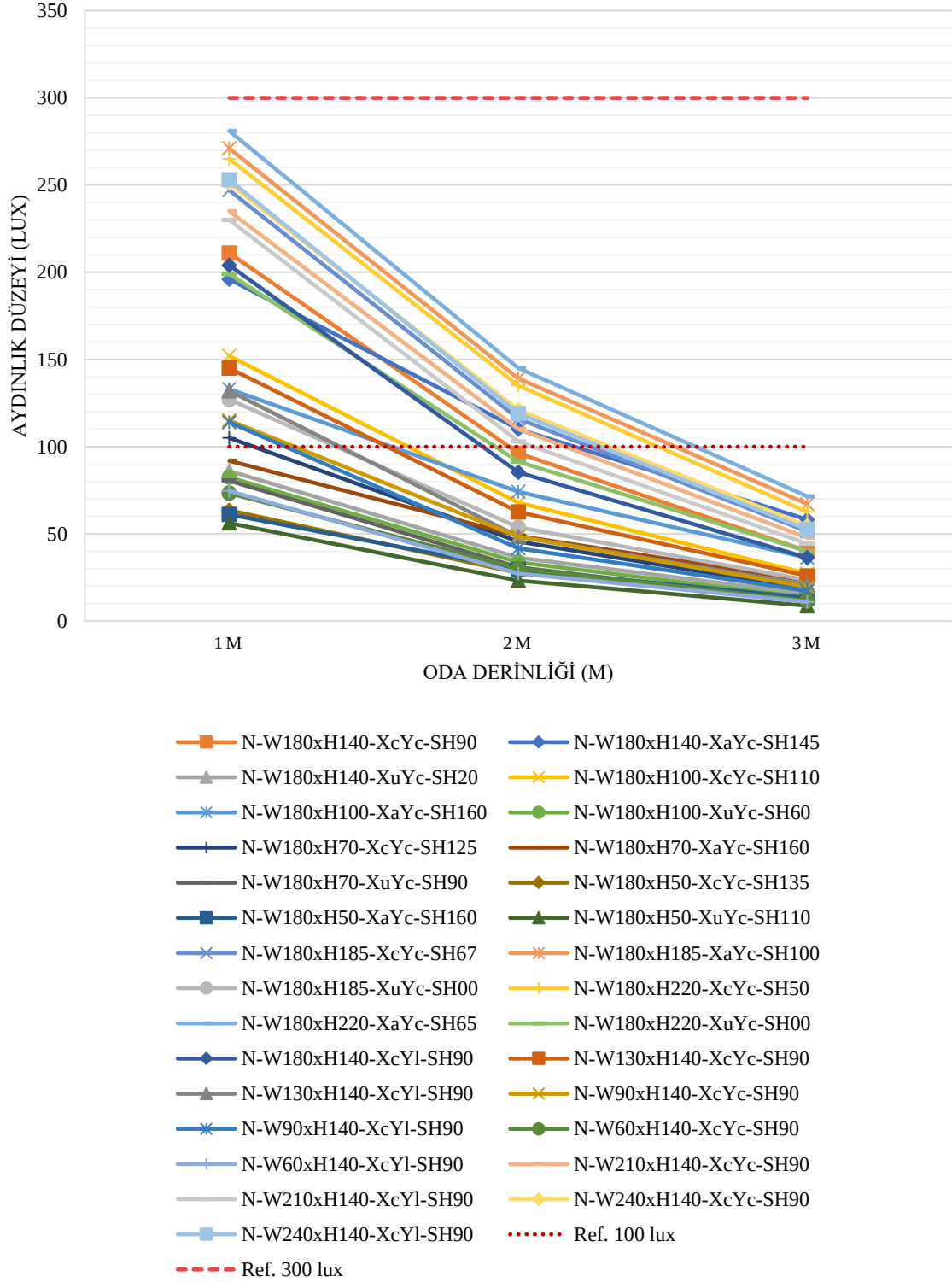


Şekil 4.51. Kuzey yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE orta gök modelinde 21 Aralık 9.00'da oda derinliğine göre değişen doğal aydınlık düzeyleri



Şekil 4.52. Kuzey yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE orta gök modelinde 21 Aralık 12.00’de oda derinliğine göre değişen doğal aydınlık düzeyleri

**KUZHEY YÖNÜNDE BULUNAN PENCERELERİN CIE
ORTA GÖK MODELİ AYDINLIK DÜZEYİ-ODA
DERİNLİĞİ DEĞİŞİM GRAFİĞİ
(21 ARALIK 16.00)**



Şekil 4.53. Kuzey yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE orta gök modelinde 21 Aralık 16.00’da oda derinliğine göre değişen doğal aydınlık düzeyleri

4.2.4. Güney yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin değerlendirilmesi

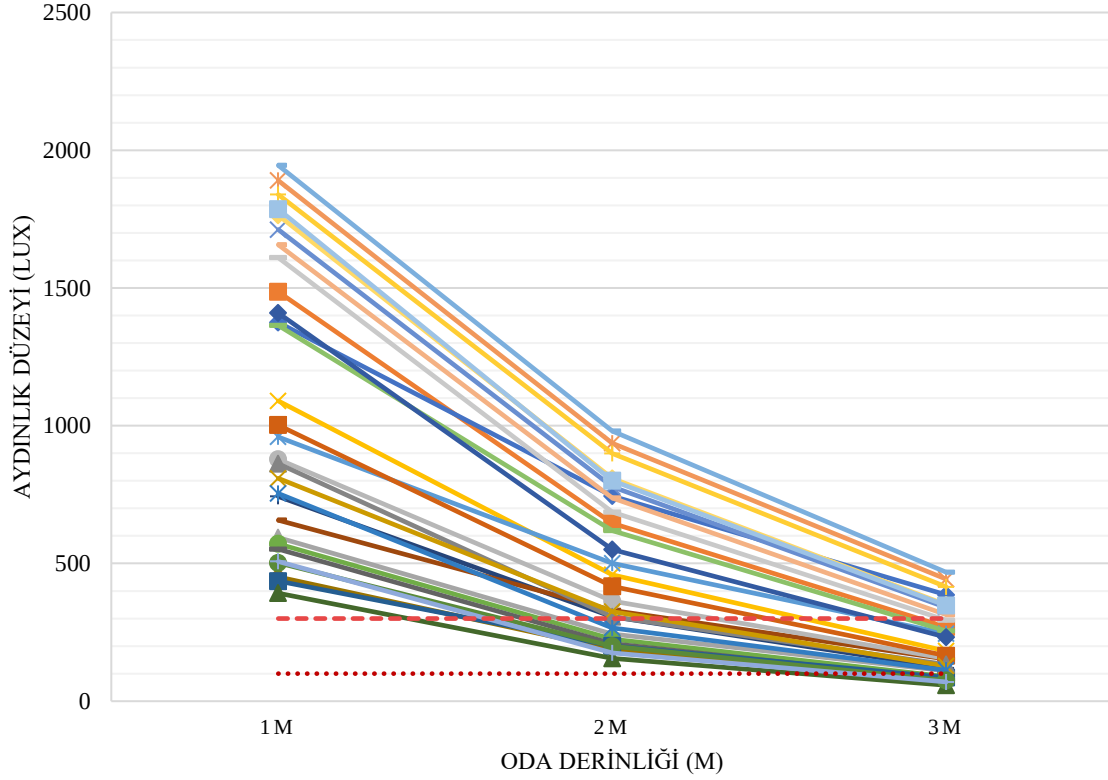
Senaryolar oluşturulurken üretilen her bir alternatif pencerenin güney yönünde olduğu kabulü üzerinden CIE orta gök modelinde simülasyonları yapılmış ve elde edilen sonuçlar Ek-8’de tablo şeklinde verilmiştir.

Şekil 4.54, 4.55, 4.56, 4.57, 4.58 ve 4.59’da görülmekte olan grafikler incelendiğinde; en iyi performansı %35 pencere-duvar oranına sahip, 180 cm genişliğinde ve 220 cm yüksekliğinde olan pencerenin X ekseninin üzerine alındığı durumdaki alternatifinin sağladığı tespit edilmiştir (W180xH220-XaYc-SH65).

En iyi performansı gösteren pencerenin simülasyonlarından elde edilen E_{ort} değerleri incelendiğinde; 21 Haziran tarihinde sabah 9.00’da 971 lx, öğlen 12.00’de 464 lx ve akşam 16.00’da 963 lx olduğu görülmekte olup hesaplama yapılan saatlerin tamamında hem genel aydınlatma için standartlarda istenilen minimum 100 lx aydınlık düzeyinin hem de okuma ve basit muayene aydınlatması için istenilen 300 lx aydınlık düzeyinin sağlandığı saptanmıştır (Bkz. Şekil 4.54, 4.55 ve 4.56).

21 Aralık tarihinde yapılan simülasyonlardan elde edilen E_{ort} değerleri incelendiğinde ise; sabah 9.00’da 76 lx, öğlen 12.00’de 324 lx ve akşam 16.00’da 145 lx olduğu görülmekte olup genel aydınlatma için standartlarda istenilen minimum 100 lx aydınlık düzeyinin sabah hariç sağlandığı görülmektedir. Okuma ve basit muayene aydınlatması için istenilen 300 lx aydınlık düzeyinin ise sadece öğlen 12.00’de sağlandığı görülmektedir (Bkz. Şekil 4.57, 4.58 ve 4.59).

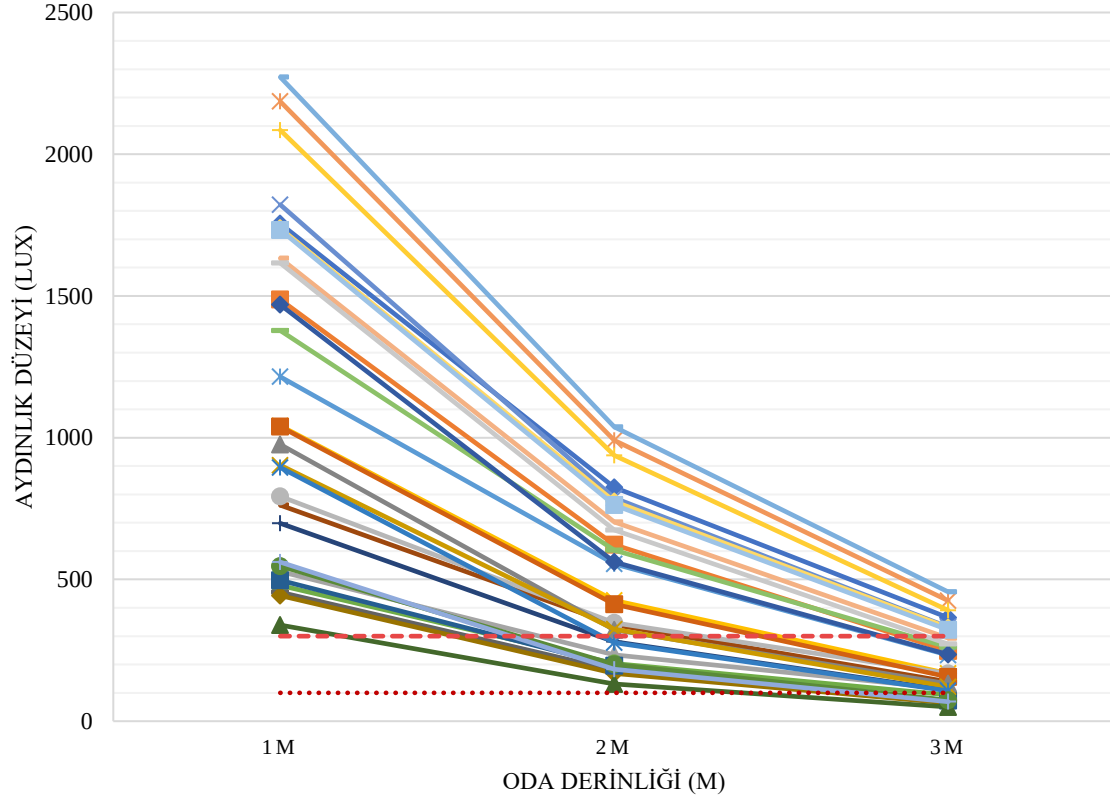
**GÜNEY YÖNÜNDE BULUNAN PENCERELERİN CIE
ORTA GÖK MODELİ AYDINLIK DÜZEYİ-ODA
DERİNLİĞİ DEĞİŞİM GRAFİĞİ
(21 HAZİRAN 9.00)**



- | | |
|----------------------------|----------------------------|
| —■— S-W180xH140-XcYc-SH90 | —◆— S-W180xH140-XaYc-SH145 |
| —▲— S-W180xH140-XuYc-SH20 | —×— S-W180xH100-XcYc-SH110 |
| —*— S-W180xH100-XaYc-SH160 | —●— S-W180xH100-XuYc-SH60 |
| —+— S-W180xH70-XcYc-SH125 | —■— S-W180xH70-XaYc-SH160 |
| —■— S-W180xH70-XuYc-SH90 | —◆— S-W180xH50-XcYc-SH135 |
| —■— S-W180xH50-XaYc-SH160 | —▲— S-W180xH50-XuYc-SH110 |
| —×— S-W180xH185-XcYc-SH67 | —*— S-W180xH185-XaYc-SH100 |
| —●— S-W180xH185-XuYc-SH00 | —+— S-W180xH220-XcYc-SH50 |
| —■— S-W180xH220-XaYc-SH65 | —●— S-W180xH220-XuYc-SH00 |
| —◆— S-W180xH140-XcYl-SH90 | —■— S-W130xH140-XcYc-SH90 |
| —▲— S-W130xH140-XcYl-SH90 | —×— S-W90xH140-XcYc-SH90 |
| —*— S-W90xH140-XcYl-SH90 | —●— S-W60xH140-XcYc-SH90 |
| —+— S-W60xH140-XcYl-SH90 | —■— S-W210xH140-XcYc-SH90 |
| —■— S-W210xH140-XcYl-SH90 | —◆— S-W240xH140-XcYc-SH90 |
| —■— S-W240xH140-XcYl-SH90 | Ref. 100 lux |
| --- Ref. 300 lux | |

Şekil 4.54. Güney yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE orta gök modelinde 21 Haziran 9.00’da oda derinliğine göre değişen doğal aydınlık düzeyleri

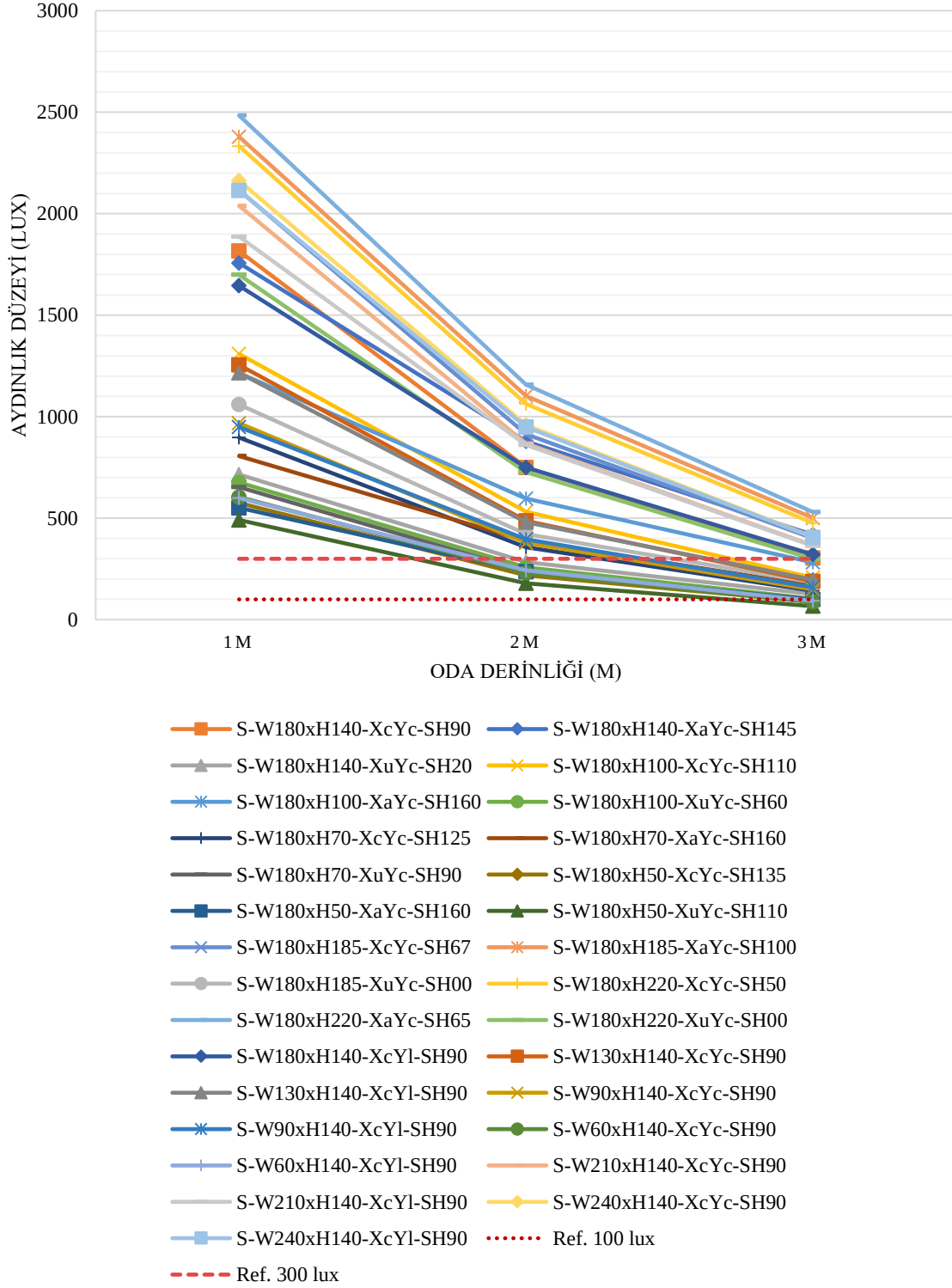
**GÜNEY YÖNÜNDE BULUNAN PENCERELERİN CIE
ORTA GÖK MODELİ AYDINLIK DÜZEYİ-ODA
DERİNLİĞİ DEĞİŞİM GRAFİĞİ
(21 HAZİRAN 12.00)**



- | | |
|----------------------------|----------------------------|
| —■— S-W180xH140-XcYc-SH90 | —◆— S-W180xH140-XaYc-SH145 |
| —▲— S-W180xH140-XuYc-SH20 | —×— S-W180xH100-XcYc-SH110 |
| —*— S-W180xH100-XaYc-SH160 | —●— S-W180xH100-XuYc-SH60 |
| —+— S-W180xH70-XcYc-SH125 | —■— S-W180xH70-XaYc-SH160 |
| —■— S-W180xH70-XuYc-SH90 | —◆— S-W180xH50-XcYc-SH135 |
| —■— S-W180xH50-XaYc-SH160 | —▲— S-W180xH50-XuYc-SH110 |
| —*— S-W180xH185-XcYc-SH67 | —×— S-W180xH185-XaYc-SH100 |
| —●— S-W180xH185-XuYc-SH00 | —+— S-W180xH220-XcYc-SH50 |
| —■— S-W180xH220-XaYc-SH65 | —■— S-W180xH220-XuYc-SH00 |
| —◆— S-W180xH140-XcYl-SH90 | —■— S-W130xH140-XcYc-SH90 |
| —▲— S-W130xH140-XcYl-SH90 | —×— S-W90xH140-XcYc-SH90 |
| —*— S-W90xH140-XcYl-SH90 | —●— S-W60xH140-XcYc-SH90 |
| —+— S-W60xH140-XcYl-SH90 | —■— S-W210xH140-XcYc-SH90 |
| —■— S-W210xH140-XcYl-SH90 | —◆— S-W240xH140-XcYc-SH90 |
| —■— S-W240xH140-XcYl-SH90 | Ref. 100 lux |
| --- Ref. 300 lux | |

Şekil 4.55. Güney yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE orta gök modelinde 21 Haziran 12.00'de oda derinliğine göre değişen doğal aydınlık düzeyleri

**GÜNEY YÖNÜNDE BULUNAN PENCERELERİN CIE
ORTA GÖK MODELİ AYDINLIK DÜZEYİ-ODA
DERİNLİĞİ DEĞİŞİM GRAFİĞİ
(21 HAZİRAN 16.00)**



Şekil 4.56. Güney yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE orta gök modelinde 21 Haziran 16.00'da oda derinliğine göre değişen doğal aydınlık düzeyleri

Şekil 4.54, 4.55, 4.56, 4.57, 4.58 ve 4.59’de görülmekte olan grafikler incelendiğinde; en kötü performansı gösteren pencerelerin 21 Haziran ve 21 Aralık tarihlerinde farklılık gösterdiği tespit edilmiştir.

21 Haziran tarihinde en kötü performansı gösteren pencerenin %8 pencere-duvar oranına sahip, 180 cm genişliğinde ve 50 cm yüksekliğinde olan pencerenin X ekseninin altına alındığı durumdaki alternatifinin olduğu tespit edilmiştir (W180xH50-XuYc-SH110).

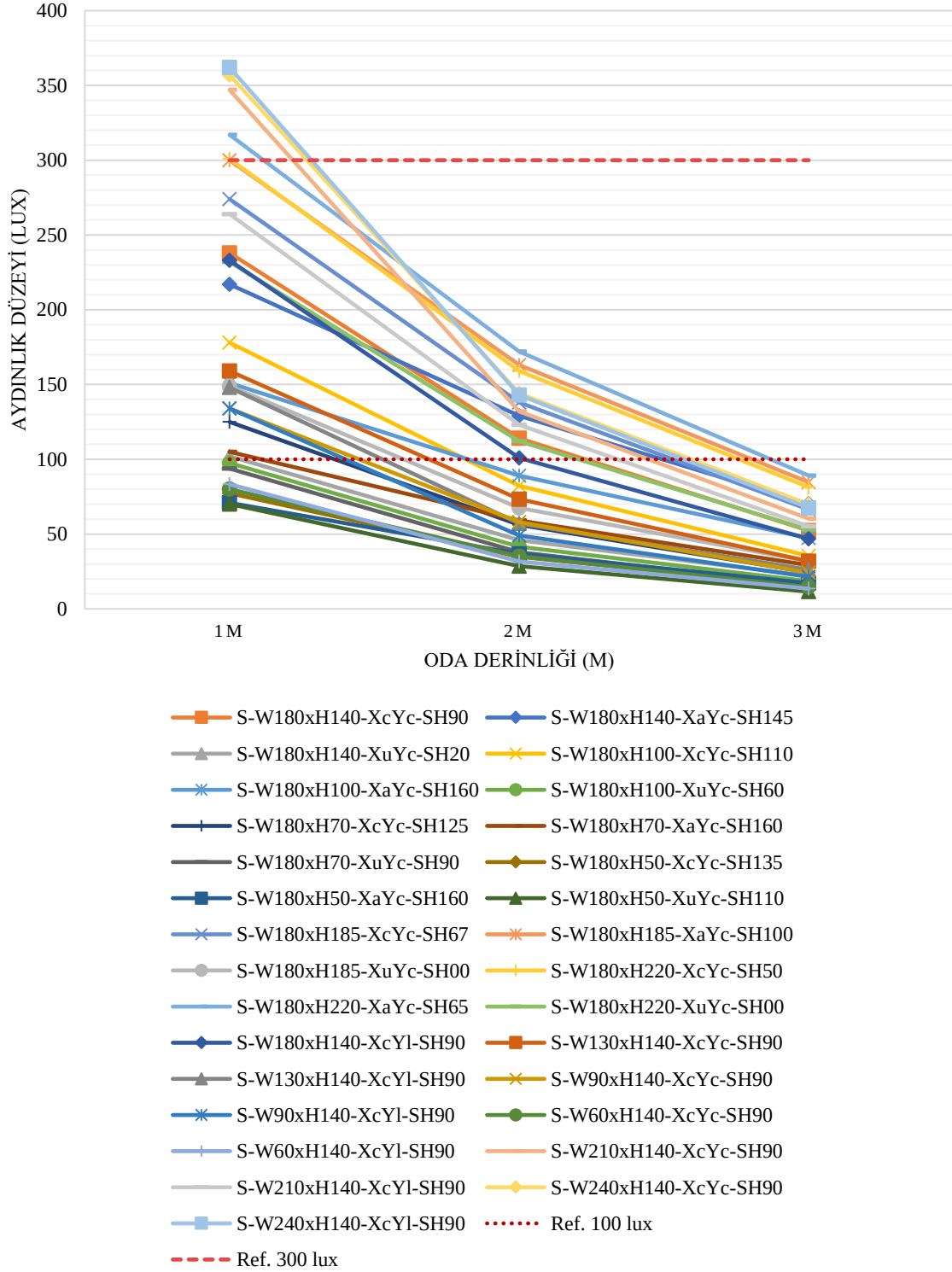
21 Aralık tarihinde ise en kötü performansı, yine %8 pencere-duvar oranına sahip olan, ancak genişliği 60 cm ve yüksekliği 140 cm olan ve Y ekseninde yana kaydırılan pencere alternatifinin gösterdiği tespit edilmiştir (W60xH140-XcYl-SH90).

21 Haziran tarihinde en kötü performansı gösteren pencerenin simülasyonlarından elde edilen E_{ort} değerleri incelendiğinde; sabah 9.00’da 155 lx, öğlen 12.00’de 131 lx ve akşam 16.00’da 179 lx olduğu görülmekte olup hesaplama yapılan saatlerin tamamında standartlarda genel aydınlatma için istenilen minimum 100 lx aydınlık düzeyinin sağlandığı, ancak okuma ve basit muayene aydınlatması için istenilen 300 lx aydınlık düzeyinin sağlanamadığı saptanmıştır (Bkz. Şekil 4.54, 4.55 ve 4.56).

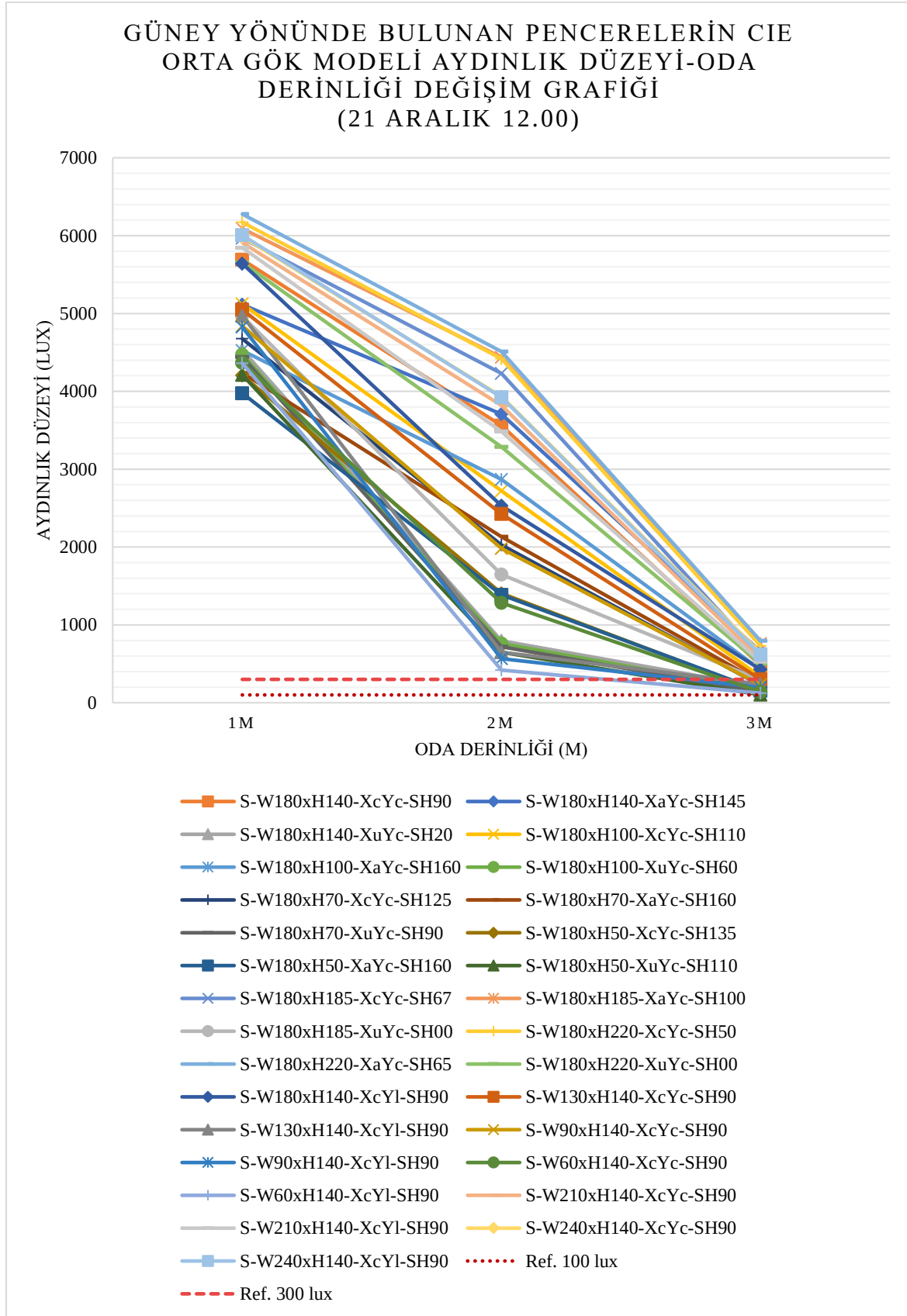
21 Aralık tarihinde en kötü performansı gösteren pencerenin simülasyonlarından elde edilen E_{ort} değerleri incelendiğinde; sabah 9.00’da 31,7 lx, öğlen 12.00’de 419 lx ve akşam 16.00’da 88,6 lx olduğu görülmekte olup hem genel aydınlatma için standartlarda istenilen minimum 100 lx aydınlık düzeyinin hem de okuma ve basit muayene aydınlatması için istenilen 300 lx aydınlık düzeyinin sadece öğlen 12.00’de sağlandığı görülmektedir (Bkz. Şekil 4.57, 4.58 ve 4.59).

Güney yönünde en iyi performansı gösteren pencerelerin 21 Haziran ve 21 Aralık tarihlerinde aynı olduğu, ancak en kötü performansı gösteren pencerelerin tarihlere göre değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir. 21 Haziran tarihinde yükseklik değeri küçük olan pencerelerin daha düşük performans gösterirken, 21 Aralık tarihinde ise genişlik değeri küçük olan pencerelerin daha düşük performans gösterdiği ifade edilebilmektedir.

**GÜNEY YÖNÜNDE BULUNAN PENCERELERİN CIE
ORTA GÖK MODELİ AYDINLIK DÜZEYİ-ODA
DERİNLİĞİ DEĞİŞİM GRAFİĞİ
(21 ARALIK 9.00)**

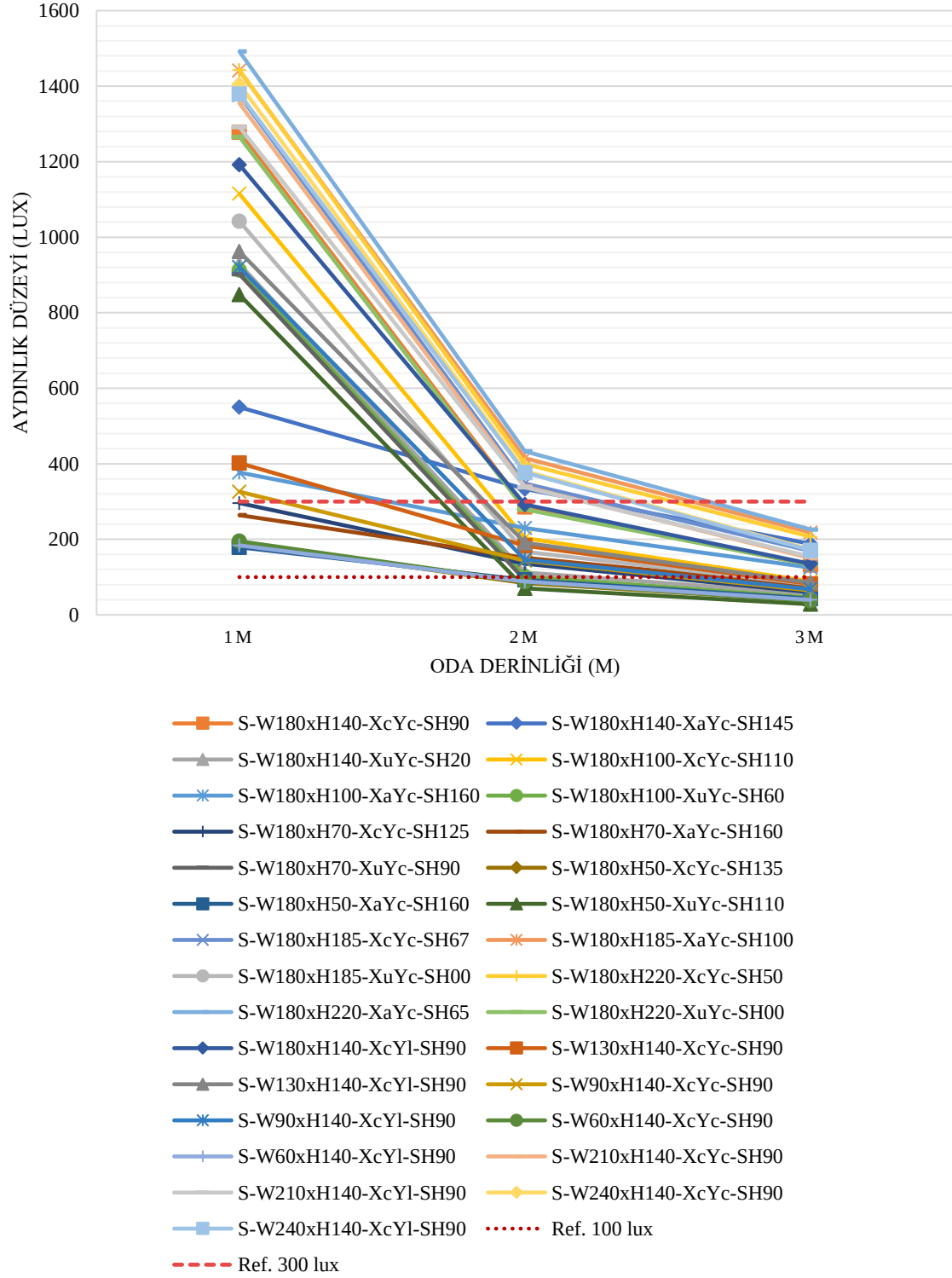


Şekil 4.57. Güney yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE orta gök modelinde 21 Aralık 9.00’da oda derinliğine göre değişen doğal aydınlık düzeyleri



Şekil 4.58. Güney yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE orta gök modelinde 21 Aralık 12.00’de oda derinliğine göre değişen doğal aydınlık düzeyleri

**GÜNEY YÖNÜNDE BULUNAN PENCERELERİN CIE
ORTA GÖK MODELİ AYDINLIK DÜZEYİ-ODA
DERİNLİĞİ GRAFİĞİ
(21 ARALIK 16.00)**



Şekil 4.59. Güney yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE orta gök modelinde 21 Aralık 16.00’da oda derinliğine göre değişen doğal aydınlık düzeyleri

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

19. yy.da gerçekleşen endüstri devrimi sonrasında teknolojik gelişmelere ve yaşam biçiminin değişmesine bağlı olarak günümüzde enerji tüketimi gün geçtikçe artmaktadır. Mevcut enerji kaynaklarının kısıtlı olması ve çevreye olan olumsuz etkileri enerji tüketiminde oldukça büyük bir paya sahip olan yapı sektöründe sürdürülebilir enerji kaynaklarından maksimum düzeyde faydalanacak yapı tasarımı anlayışını gündeme getirmiştir.

Yapılarda kullanıcı konforunu sağlamak üzere iklimlendirme ve aydınlatma amaçlı enerji tüketiminin genel enerji tüketimi içerisinde önemli bir paya sahip olduğu görülmektedir. Yapı tasarımında iç mekân konfor koşullarını sağlayacak şekilde gün ışığından maksimum düzeyde yararlanma yapılardaki enerji tüketimini azaltırken kullanıcılar üzerinde de hem fizyolojik hem de psikolojik açıdan olumlu sonuçlar doğurmaktadır.

Yapılarda enerji etkin tasarım anlayışı bağlamında tasarımcıların hem erken aşamada hem de sonrasında etkili ve kolay şekilde müdahale edebilecekleri kısım yapı kabuğu tasarımıdır. Yapı kabuğu tasarımını şekillendiren unsurlar düşünüldüğünde yapının yönlenmesi, yapının biçimi, cephe açıklıklarının yeri ve boyutları ve malzeme seçimi gibi konuların etkin rol oynadığı görülmektedir. Yapı kabuğu tasarımında özellikle cephe açıklıklarının yeri ve boyutları yapıların gün ışığı performansını ve elektrik kaynaklı aydınlatma yükünü doğrudan etkilemektedir.

Bu çalışma, yapının gün ışığı performansında etkili olan pencere boyutu ve konumu parametresini kullanarak enerji verimli aydınlatma tasarımı açısından optimum çözüme sahip pencere boyutuna ve dış duvar üzerindeki konumuna ait tasarım seçenekleri elde etmeyi ve tasarımcılara hem yeni tasarlanacak hem de mevcut yapılar için yol gösterici bilgiler sunmayı amaçlamıştır.

Alan çalışması için, sağlık yapılarının geleneksel ticari binalardan çok daha yoğun enerji tüketimine sahip olması ve hastanelerin sayılarının ve kapasitelerinin her geçen gün artış göstermesi göz önünde bulundurularak bu yapılarda enerji verimliliği bağlamında gün ışığı performansının değerlendirilmesine yönelik olarak Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi seçilmiştir. Hastanelerin kapasitelerini belirlemeleri ve

gün boyu kesintisiz olarak kullanılmalarından dolayı hasta odaları ele alınmış ve neredeyse birbirinin aynısı olan kat planları ve hasta odaları arasından doğu yönünde bulunan ve 9.katta yer alan tek kişilik bir hasta odası örnek oda olarak belirlenmiş ve çalışmalar bu oda üzerinden yürütülmüştür. Örnek hasta odası literatür çalışmalarından elde edilen veriler doğrultusunda belirlenen parametrelere göre DIALux Evo programında modellenmiştir. Simülasyonları yapılarak gün ışığı performansı değerlendirme ölçütleri elde edilmiştir. Gün ışığı performansını artırmaya yönelik olarak pencere boyutu ve konumu değişken parametre olarak belirlenmiş ve bu değişkenler üzerinden yirmi dokuz alternatif senaryo belirlenmiştir. Her bir senaryonun dört ana yön için ayrı ayrı olacak şekilde DIALux Evo programında modelleri elde edilmiştir. En iyi ve en kötü durumu yansıtmaları bakımından 21 Haziran ve 21 Aralık tarihleri ve odanın kullanım süresini temsilen 9.00, 12.00 ve 16.00 saatleri için CIE kapalı gök modeli ve CIE orta gök modelinde gün ışığı simülasyonları yapılmıştır. Elden edilen sonuçlar hem mevcut durumla hem de üretilen senaryolar arasında karşılaştırılmıştır.

Aydınlık düzeyi değerlendirmesinde ülkemizde de geçerli olan TS EN 12464-1 standardı esas alınmıştır. Bu doğrultuda simülasyonlardan elde edilen bulgular TS EN 12464-1 standardına göre hem genel aydınlatma için istenilen minimum 100 lx aydınlık düzeyinin hem de okuma ve basit muayene aydınlatması için istenilen 300 lx aydınlık düzeyinin sağlanması kabulü üzerinden değerlendirilmiştir.

Mevcut pencere-duvar oranı %22 olarak hesaplanmış ve üretilen alternatiflerde %8, %11, %16, %26, %30 ve %35 pencere-duvar oranlarına sahip pencere boyutları belirlenmiş ve duvarın X ve Y eksenlerine göre konumları değiştirilerek senaryolar oluşturulmuş, simülasyonları yapılmış ve 4.bölümde simülasyon sonuçları değerlendirilmiştir.

Pencerelerin eksenlerin merkezinde olması durumunda hem yaz hem kış döneminde genel aydınlatma için standartlarda istenilen minimum 100 lx aydınlık düzeyinin sağlanabilmesi için pencere-duvar oranının en az %35 olması gerekmektedir.

Pencerelerin X ekseninin üzerine alınmaları durumunda hem yaz hem kış döneminde standartlarda genel aydınlatma için istenilen 100 lx aydınlık düzeyi %30 pencere-duvar oranı ile sağlanacaktır. Pencere boyutuna ve eksenden kayma oranına bağlı olarak pencerelerin

eksenlerin merkezinde oldukları duruma göre gün ışığı aydınlık düzeyindeki artış %13 ile %28 aralığında değişkenlik göstermektedir.

Pencerelerin X ekseninin altına alınmaları durumunda %22 pencere-duvar oranına sahip pencerenin sağladığı doğal aydınlık düzeyinde %65 oranında azalma meydana gelmektedir. Gün ışığı aydınlık düzeyindeki azalma oranı pencere boyutuna ve eksenden kayma oranına bağlı olarak %6 ile %68 aralığında değişiklik göstermektedir. Pencerelerin X ekseninin altına alınmaları durumunda aydınlık düzeyinde ciddi oranlarda azalma olacak ve yapay aydınlatma yükü artacaktır.

Pencerelerin Y ekseninde yana kaydırılmaları durumunda gün ışığı aydınlık düzeylerinde eksenlerin merkezinde oldukları duruma göre azalma olmakta, ancak bu azalma oranı %1 ile %10 aralığında değişmektedir. Y ekseninde kaydırılma durumunda aydınlık düzeyindeki değişimden daha çok gün ışığının mekân içerisindeki dağılımı değişmekte ve aydınlık alan duvarlara doğru kaymaktadır.

Pencere-duvar oranı arttıkça ya da pencerenin parapet yüksekliği artırıldıkça mekân içerisine giren gün ışığı aydınlık düzeyi artacak ve yapay aydınlatma ihtiyacı azalacaktır. Ayrıca pencerenin yüksekliğini ifade eden değerin artırıldığı durumda gün ışığında meydana gelen artış, genişlik değerinin artırıldığı duruma göre daha fazla olacak ve gün ışığı hacmin derinliklerine kadar ulaşacaktır.

Pencerelerin doğu yönünde bulunması durumunda hem yaz hem kış döneminde genel aydınlatma için standartlarda kabul edilen minimum 100 lx aydınlık düzeyi %22 pencere-duvar oranı ile pencerenin duvarın X ekseninin üzerine alınması durumunda sağlanacaktır. Pencerenin eksenlerin merkezinde olması durumunda 100 lx aydınlık düzeyini sağlamak için pencere-duvar oranını en az %26'ya çıkarmak gerekecektir.

Pencerelerin batı yönünde bulunması durumunda hem yaz hem kış döneminde genel aydınlatma için standartlarda kabul edilen minimum 100 lx aydınlık düzeyinin sağlanabilmesi için pencere-duvar oranının %63 olması ve pencerenin konum olarak eksenlerin merkezinde bulunması gerekmektedir. Pencerenin X ekseninde yukarı kaydırılması durumunda pencere-duvar oranı %54'e kadar düşecektir.

Pencerelerin kuzey yönünde bulunması durumunda hem yaz hem kış döneminde genel aydınlatma için standartlarda kabul edilen minimum 100 lx aydınlık düzeyinin sağlanabilmesi için pencere-duvar oranının %55 olması ve pencerenin konum olarak eksenlerin merkezinde bulunması gerekmektedir. Pencerenin X ekseninde yukarı kaydırılması durumunda pencere-duvar oranı %50'ye kadar düşecektir. Bu oranlarda pencerenin yükseklik ve genişlik değerleri ve parapet yüksekliği de etkili olmaktadır. Pencerelerin X ekseninin üzerine alınması durumunda eksenlerin merkezinde olduğu duruma göre %7 ile %10 aralığında değişen oranlarda gün ışığı performansında artış meydana gelmektedir.

Pencerelerin güney yönünde bulunması durumunda hem yaz hem kış döneminde genel aydınlatma için standartlarda kabul edilen minimum 100 lx aydınlık düzeyinin sağlanabilmesi için pencere-duvar oranının pencerenin eksenleri merkezinde olması durumunda %20 olması gerekmektedir. Pencere X ekseninde yukarı kaydırıldığında bu oran %19'a düşecekken, X ekseninde aşağı kaydırılırsa bu oran %35'e yükselecektir. Pencerenin Y ekseninde yana kaydırılması durumunda 100 lx aydınlık düzeyinin sağlanması için %22 pencere-duvar oranı yeterli olacaktır.

Yapılarda gün ışığı performansını etkileyen parametrelerden pencere boyutuna ve konumuna dayalı olarak yürütülen bu süreçte, pencere-duvar oranlarının ve pencerelerin duvar üzerindeki konumlarının oda içerisindeki gün ışığı performansını nasıl etkilediği ortaya konulmuştur. Yapılan bu çalışma, yapıların gün ışığı performansının artırılarak enerji tüketiminin azaltılmasına yönelik bir yöntem olarak kullanılabilir. Gelecek çalışmalarda daha verimli sonuçlar elde edebilmek için, gün ışığının iyileştirilmesine yönelik senaryolara görsel konfor koşullarını ve enerji verimliliğini etkileyen diğer parametreler de dahil edilebilir. Bu çalışma, enerji etkin aydınlatma konusunda hem mevcut yapılarda hem de yeni tasarlanacak yapılarda tasarımcılara ve araştırmacılara yol gösterici olacaktır.

KAYNAKLAR

- Acosta, I., Campano, M. Á., ve Molina, J. F. (2016). Window design in architecture: Analysis of energy savings for lighting and visual comfort in residential spaces. *Applied Energy*, 168(2016), 493-506.
- Acosta, I., Leslie, R. P., ve Figueiro, M. G. (2015). Analysis of circadian stimulus allowed by daylighting in hospital rooms. *Lighting Research & Technology*, 49(1), 49-61.
- AIA. (2006). *Guidelines for Design and Construction of Hospital and Health Care Facilities*. Washington: The American Institute of Architects, 40-41.
- Akdur, R. (1999). *Türkiye’de Sağlık Hizmetleri ve Avrupa Topluluğu Ülkeleri ile Kıyaslanması*. Ankara: Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, 3.
- Akıncıtürk, N. (1985). *Genel Hastanelerde Yenileme ve Büyümeye Bağlı Değişmelerin Bina Programına Etkileri*. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Altuncu, D. (2008). *Aydınlatma Kontrol Sistemlerinin Hastane Örneğinde Kullanımı ve Yatan Hasta Kat Koridorları için Bir Aydınlatma Sistemi Önerisi*. Sanatta Yeterlik Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Andersen, M., Kleindienst, S., Yi, L., Lee, J., Bodart, M., ve Cutler, B. (2008). An intuitive daylighting performance analysis and optimization approach. *Building Research and Information*, 36.
- Anderson, K. (2014). *Design Energy Simulation for Architects*. New York: Routledge, 105-108.
- ANSI/IESNA. (2006). *Lighting for Hospitals and Health Care Facilities* New York: IESNA, 6-42.
- ASHRAE90.1-2016. (2017). *ANSI/ASHRAE/IES Standard 90.1-2016 Performance Rating Method Reference Manual*. The United States of America: U.S. Department of Energy.
- Aydın, D. (2009). *Hastane Mimarisi: İlkeler ve Ölçütler*. Konya: Mimarlar Odası Konya Şubesi, 19-60.
- Baker, N., ve Steemers, K. (2002). *Daylight Design of Buildings: A Handbook for Architects and Engineers*. London: Routledge, 107.
- Barsbay, M. Ç. (2021). Kamu Hastanelerinde Enerji Verimliliği Analizi: Radyal ve Radyal Olmayan Veri Zarflama Analizi Modellerine Dayalı Bir Uygulama *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 27(1), 35-42.
- Başara, B. B., Çağlar, İ. S., Aygün, A., Özdemir, T. A., Kulali, B., Uzun, S. B., Kayış, B. B., Yentür, G. K., Pekeriçli, A., ve Kara, S. (2021). *T.C. Sağlık Bakanlığı Sağlık İstatistikleri Yıllığı 2019*. Ankara: Sağlık Bakanlığı, 114.

- Bawaneh, K., Ghazi Nezami, F., Rasheduzzaman, M., ve Deken, B. (2019). Energy Consumption Analysis and Characterization of Healthcare Facilities in the United States. *Energies*, 12(19), 3775.
- Bayar, M. (1994). *Hasta ve Muayene Odalarının Görsel Konfor Koşulları Açısından İncelenmesi ve Değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Bayram, G. (2015). *A Proposal For A Retrofitting Model For Educational Buildings In Terms Of Energy Efficient Lighting Criteria*. Doctor of Philosophy, Graduate School of Engineering and Sciences of İzmir Institute of Technology, İzmir.
- Birinci, N. (2020). *21.yy Hasta Merkezli İyileştiren Hastane ve Sağlık Kampüsleri Tasarım İlkeleri*. Yüksek Lisans Tezi, İzmir Demokrasi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İzmir.
- Bodart, M., ve De Herde, A. (2002). Global energy savings in offices buildings by the use of daylighting. *Energy and Buildings*, 34(5), 421-429.
- Boubekri, M. (2008). *Daylighting, Architecture and Health: Building Design Strategies*. Oxford: Architectural Press, 111-126.
- Boubekri, M. (2014). *Daylighting Design: Planning Strategies and Best Practice Solutions*. Germany: Birkhäuser Verlag GmbH, Basel, 41.
- Bozdoğan, B. (2003). *Mimari Tasarım ve Ekoloji*. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- BS8206-2. (2008). *BS 8206-2 Lighting for buildings - Part 2: Code of practice for daylighting*. London: British Standards Institution, 6.
- Carmody, J., Arasteh, D., ve Heschemong, L. (2007). *Residential Windows: A Guide to New Technologies and Energy Performance*. New York: W.W. Norton, 106.
- Cellai, G., Carletti, C., Sciurpi, F., ve Secchi, S. (2014). Transparent Building Envelope: Windows and Shading Devices Typologies for Energy Efficiency Refurbishments. *Green Energy and Technology*, 6(2), 61-118.
- CIBSE. (1999). *Daylighting and window design*. London: The Chartered Institution of Building Services Engineers, 30-44.
- CIBSE. (2002). *Code for Lighting*. Italy: Butterworth-Heinemann, 53-64.
- CIBSE. (2008). *Lighting Guide 2: Hospitals and health care buildings* London: The Society of Light and Lighting, 24-34.
- CIE150. (2017). *Guide On The Limitation Of The Effects Of Obtrusive Light From Outdoor Lighting Installations*. Vienna: International Commission on Illumination, 16.
- Çalışkan, B. N., ve Yavuz, A. Ö. (2018). Kentsel Bir Arayüz Olan Cephe Elemanının Genetik Algoritma İle Yeniden Üretilmesi Üzerine Bir Çalışma. *Journal of Institute of Economic Development and Social Researches*, 4(11), 529-538.

- Çelik, K. (2018). *Eğitim Yapılarında Sürdürülebilir Aydınlatma Tasarımı İçin Bütüncül Bir Yaklaşım*. Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Çelik, K., Özcan, E. K., ve Ünver, R. (2015). Hacim ve Aygıt Özelliklerinin Aydınlığa Etkisinin Açık Planlı Ofis Örneğinde İncelenmesi. *Megaron*, 10(1), 80-91.
- Çetintaş, M. F. (2016). *Hastane Poliklinik Bekleme Alanlarının Mekânsal Açidan Değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Çiftçi, M., ve Arpacıoğlu, Ü. (2021). Gün Işığı Yönlendirme Sistemleri. *Mimarlık Bilimleri ve Uygulamaları Dergisi (MBUD)*, 6(1), 59-76.
- Çobanoğlu, F. (2007). *Hastane Aydınlatması ve Elektriki Güvenliğinin İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Danacı, B. (2010). *Sağlık Bakanlığı, Üniversite ve Özel Hastanelerin Yataklı Birimlerinde Görev Yapan Hemşirelerin İş Tatminlerinin Karşılaştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kütahya.
- Diab, S., Qadourah, B. A., ve Hammad, R. (2017). Daylight quality in healthcare design, daylight measurements results and discussion, case study: Jordan University Hospital. *Journal of Energy and Power Engineering*, 11, 141-149.
- DiLaura, D. L., Houser, K. W., Mistrick, R. G., ve Steffy, G. R. (2011). *Illuminating Engineering Society, The Lighting Handbook, Tenth Edition: Reference and Application*. New York: The Illuminating Engineering Society of North America, 104.
- Edmonds, I. R., ve Greenup, P. J. (2002). Daylighting in the tropics. *Solar Energy*, 73(2), 111-121.
- Erbaş, M. (2018). *Amasya Geleneksel Evlerinde Mekânsal Derinlik Ve Pencere Açıklığı İlişkisi*. Doktora Tezi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.
- Erel, B. (2004). *Gün Işığı ile Aydınlatma Alanında Geliştirilen Yeni Teknolojiler Hakkında Bir Araştırma*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Erlalelitepe, İ., Aral, D., ve Kazanasmaz, T. (2011). Eğitim Yapılarının Doğal Aydınlatma Performansı Açısından İncelenmesi. *Megaron*, 6(1), 39-51.
- Esen, O. (2015). *Doğal Aydınlatmada Kapalı Gök Koşullarında Farklı Enlemler İçin Belirlenen En Uygun Işık Rafı Tasarımı İçin Bir Yöntem*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Foolady, M. (2017). *A Computational Method for The Design Exploration and Optimization of Daylighting Performance of Museum Buildings*. Master of Architecture, Middle East Technical University, Ankara.
- Gürsoy, S. (2019). *Gün Işığının Etkin Kullanımı Amacıyla Anidolik Tavan Sistemi Tasarımına Yönelik Bir Çalışma*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Güvenkaya, R. K. (2008). *İlköğretim Dersliklerinde Aydınlatma Enerjisi Yönetimi Açısından Yönlere Göre Uygun Cephe Seçeneklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Yaklaşım*. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Hasol, D. (2005) Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü (Dokuzuncu Baskı ed.). İstanbul: Yapı-Endüstri Merkezi Yayınları, 218.

Hayran, O., ve Sur, H. (1998). *Sağlık Hizmetleri El Kitabı*. İstanbul: Yüce Yayım, 37.

Huang, T. U. (2010). *Energy saving integrated facade: Design and analysis using computer simulation*. Master of Building Science, University of Southern California, Ann Arbor.

IESNA. (2000). *The IESNA Lighting Handbook 9th Edition* (M. S. Rea Ed.). United States of America: The Illuminating Engineering Society of North America, 44-597.

IESNA. (2011). *The Lighting Handbook: Reference and Application* (Tenth Edition ed.). New York: Illuminating Engineering Society of North America, 499-500.

Igawa, N., Koga, Y., Matsuzawa, T., ve Nakamura, H. (2004). Models of sky radiance distribution and sky luminance distribution. *Solar Energy*, 77(2), 137-157.

İnternet: Mersin Şehir Hastanesi Yatak Kapasitesi. Web: <https://sygm.saglik.gov.tr/TR,33129/mersin-sehir-hastanesi.html>, Son Erişim Tarihi: 12.05.2022

İnternet: Ankara Şehir Hastanesi Yatak Kapasitesi. Web: <https://ankarasehir.saglik.gov.tr/TR-369636/hakkimizda.html>, Son Erişim Tarihi: 12.05.2022

İnternet: Etlik Şehir Hastanesi Yatak Kapasitesi. Web: <https://khgmsehirhastaneleridb.saglik.gov.tr/TR-48164/ankara-etlik-sehir-hastanesi.html>, Son Erişim Tarihi: 12.05.2022

İnternet: Ticari Binalar Enerji Tüketim Değerleri. Web: <https://www.eia.gov/consumption/commercial/data/2018/bc/html/b21.php>, Son Erişim Tarihi: 12.05.2022

İnternet: Türkiye'nin Yıllık Güneşlenme Süresi Haritası. Web: <https://depo.sosyal-bilgiler.com/gorseller/turkiyenin-yillik-guneslenme-suresi-haritasi/>, Son Erişim Tarihi: 27.03.2022

İnternet: Kayseri Şehir Hastanesi Tek Kişilik Hasta Odası. Web: <https://www.klinikiletisim.com/kayseri-sehir-hastanesi-aciliyor/>, Son Erişim Tarihi: 17.04.2022

İnternet: Bilkent Şehir Hastanesi İki Kişilik Hasta Odası. Web: <https://www.gazeteilksayfa.com/sehir-hastanelerinin-yatak-kapasiteleri-sehir-hastaneleri-yatak-kapasitesi-kac-69982h.htm>, Son Erişim Tarihi: 17.04.2022

İnternet: Uluslararası Sağlık Tesisi Yönergeleri. Web: <https://healthfacilityguidelines.com/StandardComponents>, Son Erişim Tarihi: 31.05.2021

İnternet: Hindistan Sağlık Tesisi Yönergeleri. Web: <http://india.healthfacilityguidelines.com/Guidelines/Index/HFG-India>, Son Erişim Tarihi: 31.05.2021

İnternet: Kuveyt Hasta Odaları Yönergesi. Web: <http://www.icdkwt.com/pdf/policiesandguidelines/DesignandConstruction/GuidelinesforGeneralWardDesign-2008>, Son Erişim Tarihi: 31.05.2021

İnternet: Hasta Yatak Başı Ünitesi. Web: <https://www.senamed.com.tr/nisan-model-hasta-yatak-basi-unitesi.html>, Son Erişim Tarihi: 29.04.2022

İnternet: Hasta Odası Aydınlatması. Web: <https://www.avrasyahastanesi.com.tr/Gallery/View/6a23cfa6-2f3f-4e3a-9313-a0b70540a891/avrasya-hastanesi-gaziosmanpasa---galeri.html>, Son Erişim Tarihi: 29.04.2022

İnternet: Gazi Üniversitesi Hastanesi Tarihçesi. Web: <https://hastane.gazi.edu.tr/tr/hakkimizda/tarihce>, Son Erişim Tarihi: 22.02.2021

İnternet: Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Konumu. Web: <https://earth.google.com/web/search/Emniyet,+Gazi+%C3%9Cniversitesi+T%C4%B1p+Fak%C3%Bcltesi/@39.93377803,32.824471,861.32827689a,4040.84709712d,35y,0.00000174h,0t,0r/data=CigiJgokCXjF4D0t-ENAEVv-5tPe9kNAGRb8biFHa0BAIRPfYGjJZ0BA>, Son Erişim Tarihi: 28.02.2021

İnternet: Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi. Web: <https://www.trhastane.com/gazi-universitesi-tip-fakultesi-hastanesi-2842.html>, Son Erişim Tarihi: 28.02.2021

İnternet: G.Ü. Tıp Fakültesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi D1 ve D2 Blokları. Web: <https://www.google.com/maps/place/Ankara+Gazi+%C3%9Cniversitesi+T%C4%B1p+Fak%C3%Bcltesi+Hastanesi/@39.9329316,32.8224277,3a,75y/data=!3m8!1e2!3m6!1sAF1QipOniiaNZ5ou7hLvKac5w2LSCmds7K16X2wgc8xe!2e10!3e12!6shttps:%2F%2F5.googleusercontent.com%2Fp>, Son Erişim Tarihi: 08.03.2021

İnternet: DIALux Evo Programı. Web: <https://www.dialux.com/en-GB/about-dial>, Son Erişim Tarihi: 07.09.2020

İnternet: Connection Magazines, Window orientation and placement. Web: <https://build.com.au/window-orientation-and-placement>, Son Erişim Tarihi: 03.04.2022

Istiadji, A. (2004). Effect of external shading devices on daylighting penetration in residential buildings. *Lighting Research & Technology - LIGHTING RES TECHNOL*, 36, 317-333.

Jafarian, H., Demers, C., Blanchet, P., ve Landry, V. (2017). Effects of interior wood finishes on the lighting ambiance and materiality of architectural spaces. *Indoor and Built Environment*, 27.

- Kalafat, G. (2020). *Doğal Aydınlatma Kullanımı ve Müze Örneği Üzerinden Bir Değerlendirme*. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü, Ankara.
- Karamustafa, F. (2012). *Hastanelerde Yatan Hasta Odalarının Mekan Tasarımı Açısından İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kazanasmaz, T. (2002). *Lighting in hospital architecture: Effectiveness of lighting systems for inpatient departments: A case study on İbn-i Sina Hospital*, Ankara. Master's Thesis, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kazanasmaz, T., Fırat Ors, P., ve Tosun, M. (2011). *Prizmatik ve Lazer Kesim Panellerin Doğal Aydınlatma Performansı Açısından Değerlendirilmesi*. VI. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu, İzmir.
- Kepez, O. (2001). *Hastaneler için Hasta Bakım Ünitelerine Dayalı Bir Tasarım Modeli Önerisi*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Khelil, S., Khelil, A. E., Bouzir, T. A. K., Berkouk, D., ve Zemmouri, N. (2022). Assessing the Effect of Building Skin Adaptability on Energy Consumption in Hot Arid Regions. *Scientific Journal of King Faisal University: Basic and Applied Sciences*, 23(1), 36-43.
- Kılıç, Z. A. (2018). *Cephe Açıklıklarının İç Mekandaki Güneşliği Performansına Etkisinin Konut Örneğinde İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Köse, F. B. (2019). *Optimizing The Window Size And Depth Of A South-Facing Room With Prismatic Panels For A Better Daylight Performance*. Yüksek Lisans Tezi, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Lechner, N. (2015). *Heating, Cooling, Lighting: Sustainable Design Methods for Architects*. Canada: Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 413-426.
- Li, D. H. W., ve Tsang, E. K. W. (2008). An analysis of daylighting performance for office buildings in Hong Kong. *Building and Environment*, 43(9), 1446-1458.
- Li, D. H. W., Wong, S. L., Tsang, C. L., ve Cheung, G. H. W. (2006). A study of the daylighting performance and energy use in heavily obstructed residential buildings via computer simulation techniques. *Energy and Buildings*, 38(11), 1343-1348.
- Mangkuto, R. A., Feradi, F., Putra, R. E., Atmodipoero, R. T., ve Favero, F. (2018). Optimisation of daylight admission based on modifications of light shelf design parameters. *Journal of Building Engineering*, 18, 195-209.
- Meshkova, T. V., ve Budak, V. P. (2013). DIALux 4.10 and DIALux Evo - Main Differences. *Light & Engineering*, 21(4), 58-63.

- Muhamad, J., Ismail, A. A., Khair, S. M. A. S. A., ve Ahmad, H. (2022). A Study of Daylighting Impact at Inpatient Ward, Seri Manjung Hospital. *International Journal of Sustainable Construction Engineering and Technology*, 13(2), 233-242.
- NHS Estates. (2005). *Ward layouts with single rooms and space for flexibility*. United Kingdom: NHS Estates, 6-9.
- Okutan, H. (2008). *Gün Işığı ile Aydınlatmanın Temel İlkeleri Ve Gelişmiş Gün Işığı Aydınlatma Sistemleri*. Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ortiz, M. A., Kurvers, S. R., ve Bluysen, P. M. (2017). A review of comfort, health, and energy use: Understanding daily energy use and wellbeing for the development of a new approach to study comfort. *Energy and Buildings*, 152, 323-335.
- Öcel, N. (1988). *Hastane Odalarında Enerji Tasarrufu Öngörülerek Aydınlatma Sisteminin Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Önal, F., ve Önal, B. (2000). *Hastane Yapıları Gelişim Süreçleri ve Tasarım İlkeleri Bağlamında Değerlendirilmesi*. Paper presented at the 3.Ulusal Sağlık ve Hastane Yönetimi Sempozyumu Bildiri Kitabı, Ankara.
- Özdemir, H. (1976). *Hastahane Binaları Plan Analizi Metodu ve Araştırma Parametrileri*. Ankara: TBTA Yapı Araştırma Enstitüsü, 40.
- Özil, E. (2008). *Hasta Yatak Odalarında Görsel Konfor Koşullarının Örneklerle İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Özkum, E. (2011). *Doğal ve Yapay Aydınlatmanın İnsan Psikolojisi Üzerindeki Etkileri*. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü İçmimarlık Anasanat Dalı, İstanbul.
- Pratiwi, N., ve Djafar, A. G. (2021). Analysis of Lighting Performance in the Hall of the Faculty of Engineering, State University of Gorontalo by using the DIALux Evo 9.0 Simulation. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 738(1), 012032.
- PWC. (2002). *Daylighting Guide for Canadian Commercial Buildings*. Canada: Public Works and Government Services Canada, 22-29.
- Rahimzadeh, S. D. (2015). *Use of parametric modelling and climate-based metrics for the efficient design of daylight strategies in buildings with complex geometries*. Master of Design, Queensland University of Technology, Brisbane.
- Sağlık Bakanlığı. (1983). *Yataklı Tedavi Kurumları İşletme Yönetmeliği*. Ankara: T.C. Sağlık Bakanlığı, 1315.
- Sağlık Bakanlığı. (2002). *Özel Hastaneler Yönetmeliği*. Türkiye: T.C. Sağlık Bakanlığı, 6-7.

- Sağlık Bakanlığı. (2005). *Sağlık Hizmetlerinin Yürütülmesi Hakkında Yönerge*. Ankara: T.C. Sağlık Bakanlığı, 2.
- Sağlık Bakanlığı. (2010). *Türkiye Sağlık Yapıları Asgari Tasarım Standartları 2010 Yılı Kılavuzu*. Ankara: T.C. Sağlık Bakanlığı İnşaat ve Onarım Dairesi Başkanlığı, 29-80.
- Samıou, A. I., Doulos, L. T., ve Zerefos, S. (2022). Daylighting and artificial lighting criteria that promote performance and optical comfort in preschool classrooms. *Energy and Buildings*, 258, 111819.
- Sarıtaş, N. (2008). *Yapılarda Gün Işığı Denetiminde Cam Malzeme Kullanımının Değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Scartezzini, J.-L., ve Courret, G. (2002). Anidolic daylighting systems. *Solar Energy*, 73(2), 123-135.
- Sezer, F. Ş. (2005). Farklı Cam Türlerinin Performans Kriterlerinin İncelenmesi. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 10(1), 15-21.
- Sirel, Ş. (1997) Aydınlatma Sözlüğü. İstanbul: YEM Yayın, 65.
- Sıvacı, F. U. (2017). *Doğal Aydınlatmanın Nitelik ve Nicelik Bağlamında Çağdaş İşlevli Tarihi Medrese Yapılarında İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Soysal, A. (2014). *Sağlık Sektöründe Çevre Duyarlılığı: Yeşil Hastane Uygulamaları Özelinde Bir Değerlendirme*. 2nd International Symposium on Environmental and Morality, Adıyaman. 690-700.
- Sungur Ergenoğlu, A., ve Tanrıtanır, A. (2013). Evaluation of Architectural Spatial Quality in Patients' Rooms in the Context of User Satisfaction in General Hospitals: A Case study in Gaziantep. *Megaron*, 8(2), 61-75.
- Şen, S. E. (2018). *Hastane Acil Servis Birimleri Aydınlatması; Hatay – Samandağ Devlet Hastanesi Örnek Çalışması*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- TDK (Türk Dil Kurumu). (2022) Genel Açıklamalı Sözlük. Ankara: TDK Yayınları, 2195.
- Thuot, K. W. (2011). *The Soralux Daylighting System : passive solar illumination for deep-plan building spaces*. Master of Science Massachusetts Institute of Technology, Department of Mechanical Engineering, Cambridge.
- TS 12813. (2002). *TS 12813: Kamu binalarında mekan ihtiyacı- Sağlık binaları- Genel kuralları*. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü, 26.
- TS EN 12464-1. (2013). *TSEN12464-1: Light and Lighting-Lighting of Work Places - Part 1: Indoor Work Places*. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü, 3,24.
- TS EN 17037. (2019). *TS EN 17037: Binalarda Gün Işığı*. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü, 24.

- Uç, B., ve Dokuzer Öztürk, L. (2022). Determination of the required window glazing area based on the targeted illuminance in residences. *Megaron*, 17(1), 68-82.
- Uç, B., ve Öztürk, L. D. (2019). *Konut Yaşama Hacminde Gerekli Güneş Işığı Aydınlanmasını Sağlayacak Pencere Açıklığının Belirlenmesi*. 12. Ulusal Aydınlatma Kongresi, İstanbul, Türkiye. 113-120.
- Ünver, R. (2002). Yapı Dışı Engellerin Hacim İçi Gün Işığı Aydınlanmasına Etkisi: İstanbul Örneği. *YTÜ Basım-Yayın Merkezi, İstanbul*, 211-217.
- Ünver, R., Öztürk, L., Adıgüzel, Ş., ve Çelik, Ö. (2003). Effect of the facade alternatives on the daylight illuminance in offices. *Energy and Buildings*, 35(8), 737-746.
- Valladares-Rendón, L. G., Schmid, G., ve Lo, S.-L. (2017). Review on energy savings by solar control techniques and optimal building orientation for the strategic placement of façade shading systems. *Energy and Buildings*, 140, 458-479.
- WHO. (1964). *The Work of WHO 1963*. Geneva: World Health Organization, 8.
- WHO. (1992). *The hospital in rural and urban districts : report of a WHO Study Group on the Functions of Hospitals at the First Referral Level*. Geneva: World Health Organization, 7.
- Yağmur, Ş. A., ve Sözen, M. Ş. (2016). Dersliklerde Görsel Konfor ve İç Yüzeylerin Etkisi. *Megaron*, 11(1), 49-62.
- Yener, A. K. (1998). A method of obtaining visual comfort using fixed shading devices in rooms. *Building and Environment*, 34(3), 285-291.
- Yener, A. K. (2005). *Binaların Enerji Etkin Aydınlatma Sistemleri Olarak Tasarlanması*. III. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu. Elektrik Mühendisleri Odası. İstanbul.
- Yener, A. K. (2007). *Binalarda Gün Işığından Yararlanma Yöntemleri: Çağdaş Teknikler*. VIII. Ulusal Tesisat Mühendisleri Kongresi, İzmir.
- Yener, A. K., Güvenkaya, R. K., ve Şener, F. (2009). İlköğretim Dersliklerinin Görsel Konfor Açısından İncelenmesi ve Değerlendirilmesi. *İTÜDERGİSİ/a mimarlık, planlama, tasarım*, 8(1), 105-116.
- Yenidoğan, C. (2017). *Gelişmiş Doğal Aydınlatma Sistemlerinin İç Mekânda Kullanımı Açısından İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yuan, F., Yao, R., Sadrizadeh, S., Li, B., Cao, G., Zhang, S., Zhou, S., Liu, H., Bogdan, A., Croitoru, C., Melikov, A., Short, C. A., ve Li, B. (2022). Thermal comfort in hospital buildings – A literature review. *Journal of Building Engineering*, 45, 103463.
- Yücel, Ş. B. (2019). *Açık Planlı Ofislerde Aydınlatma Tasarımının İrdelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.





EK-1. Doğu yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE kapalı gök modeli gün ışığı aydınlık düzeyi simülasyon sonuçları

DEĞİŞEN PENCERE BOYUTLARINA VE KONUMLARINA GÖRE DOĞU YÖNÜNE AİT SİMÜLASYONLARDAN ELDE EDİLEN DOĞAL AYDINLIK DÜZEYİ DEĞERLERİ (CIE KAPALI GÖK MODELİ)												
PENCERE ÇEŞİTLERİ	PENCERE ALANI	WWR % (PEN.ALANI/ DUVAR ALANI)	WFR % (PEN.ALANI/ TABAN ALANI)	AYDINLIK DÜZEYİ (lx)	21 HAZİRAN			21 ARALIK			GÜN IŞIĞI ÇARPANI (DF %)	MEVCUT DURUMA GÖRE GÜN IŞIĞI ÇARPANI DEĞİŞİM YÜZDESİ
					09.00	12.00	16.00	09.00	12.00	16.00		
E-W180xH140-XcYc-SH90		2,52 M²	%22	%17	Emin 119 Eort 311 Emax 737	177 463 1097	138 363 858	27,1 71 168	83,8 219 519	43,3 113 269	2,457	MEVCUT
E-W180xH140-XaYc-SH145		2,52 M²	%22	%17	Emin 184 Eort 394 Emax 768	274 587 1142	214 459 894	42 89,9 175	130 278 541	67,1 144 280	3,025	%23 ARTIŞ
E-W180xH140-XuYc-SH20		2,52 M²	%22	%17	Emin 46,6 Eort 107 Emax 267	69,4 159 397	54,3 125 311	10,6 24,4 60,8	32,8 75,4 188	17 39 97,2	0,869	%65 AZALIŞ
E-W180xH100-XcYc-SH110		1,80 M²	%16	%12	Emin 218 Eort 531 Emax 531	325 790 790	254 618 618	49,8 121 121	154 374 374	79,6 193 193	1,742	%29 AZALIŞ
E-W180xH100-XaYc-SH160		1,80 M²	%16	%12	Emin 117 Eort 268 Emax 529	174 399 787	136 312 616	26,6 61,2 121	82,2 189 373	42,5 97,7 193	2,044	%17 AZALIŞ
E-W180xH100-XuYc-SH60		1,80 M²	%16	%12	Emin 40,1 Eort 98,2 Emax 247	59,6 146 367	46,7 114 287	9,14 22,4 56,2	28,2 69,2 174	14,6 35,8 89,8	0,793	%68 AZALIŞ
E-W180xH70-XcYc-SH125		1,26 M²	%11	%9	Emin 54,8 Eort 147 Emax 364	81,4 219 541	63,8 171 424	12,5 33,5 83	38,6 103 256	19,9 53,5 133	1,175	%52 AZALIŞ
E-W180xH70-XaYc-SH160		1,26 M²	%11	%9	Emin 71,2 Eort 171 Emax 353	106 254 526	82,9 199 412	16,2 38,9 80,6	50,1 120 249	25,9 62,2 129	1,322	%46 AZALIŞ
E-W180xH70-XuYc-SH90		1,26 M²	%11	%9	Emin 32,6 Eort 90,7 Emax 241	48,6 135 359	38 106 281	7,44 20,7 55,1	23 63,9 170	11,9 33 88	0,740	%70 AZALIŞ
E-W180xH50-XcYc-SH135		0,90 M²	%8	%6	Emin 33,4 Eort 89,7 Emax 232	49,7 133 345	38,9 104 270	7,62 20,4 52,9	23,5 63,2 163	12,2 32,7 84,5	0,716	%71 AZALIŞ
E-W180xH50-XaYc-SH160		0,90 M²	%8	%6	Emin 38,6 Eort 102 Emax 235	57,5 151 350	45 118 274	8,81 23,2 53,6	27,2 71,7 166	14,1 37,1 85,7	0,794	%68 AZALIŞ
E-W180xH50-XuYc-SH110		0,90 M²	%8	%6	Emin 24,8 Eort 69,5 Emax 186	36,9 103 277	28,9 80,9 217	5,66 15,8 42,5	17,5 49 131	9,04 25,3 67,9	0,559	%77 AZALIŞ
E-W180xH185-XcYc-SH67		3,33 M²	%30	%23	Emin 158 Eort 384 Emax 875	236 571 1301	184 447 1018	36,1 87,5 199	112 270 616	57,7 140 319	2,993	%22 ARTIŞ
E-W180xH185-XaYc-SH100		3,33 M²	%30	%23	Emin 209 Eort 479 Emax 1002	312 713 1491	244 558 1167	47,8 109 229	148 338 706	76,3 175 365	3,680	%50 ARTIŞ
E-W180xH185-XuYc-SH00		3,33 M²	%30	%23	Emin 69,5 Eort 165 Emax 410	103 245 610	80,9 192 477	15,8 37,6 93,5	48,9 116 289	25,3 60,1 149	1,320	%46 AZALIŞ
E-W180xH220-XcYc-SH50		3,96 M²	%35	%27	Emin 194 Eort 454 Emax 954	289 675 1418	226 529 1110	44,3 104 217	137 320 672	70,8 165 347	3,513	%43 ARTIŞ
E-W180xH220-XaYc-SH65		3,96 M²	%35	%27	Emin 220 Eort 498 Emax 1021	327 741 1519	256 580 1189	50,2 114 233	155 351 719	80,2 181 372	3,837	%56 ARTIŞ
E-W180xH220-XuYc-SH00		3,96 M²	%35	%27	Emin 120 Eort 297 Emax 673	178 442 1001	140 346 784	27,4 67,8 153	84,5 210 474	43,7 108 245	2,334	%5 AZALIŞ
E-W180xH140-XcYl-SH90		2,52 M²	%22	%17	Emin 113 Eort 289 Emax 717	167 430 1066	131 337 834	25,7 65,9 163	79,3 204 505	41 105 261	2,264	%8 AZALIŞ
E-W130xH140-XcYc-SH90		1,82 M²	%16	%12	Emin 77,4 Eort 206 Emax 503	115 306 748	90,2 240 586	17,7 46,9 115	54,6 145 354	28,2 75 183	1,595	%35 AZALIŞ
E-W130xH140-XcYl-SH90		1,82 M²	%16	%12	Emin 67,2 Eort 173 Emax 502	99,9 258 746	78,2 202 584	15,3 39,5 114	47,3 122 353	24,5 63,1 183	1,350	%45 AZALIŞ
E-W90xH140-XcYc-SH90		1,26 M²	%11	%9	Emin 59,7 Eort 160 Emax 410	88,8 238 610	69,5 186 478	13,6 36,5 93,6	42 113 289	21,7 58,4 150	1,248	%49 AZALIŞ
E-W90xH140-XcYl-SH90		1,26 M²	%11	%9	Emin 53,6 Eort 146 Emax 417	79,7 217 620	62,4 170 485	12,2 33,3 95	37,8 103 294	19,5 53,3 152	1,148	%53 AZALIŞ
E-W60xH140-XcYc-SH90		0,84 M²	%8	%6	Emin 34,3 Eort 99,5 Emax 263	51,1 148 391	40 116 306	7,83 22,7 60	24,2 70,1 185	12,5 36,2 95,8	0,765	%69 AZALIŞ
E-W60xH140-XcYl-SH90		0,84 M²	%8	%6	Emin 34,2 Eort 94,5 Emax 263	50,9 141 391	39,8 110 306	7,8 21,5 59,9	24,1 66,5 185	12,5 34,4 95,8	0,734	%70 AZALIŞ
E-W210xH140-XcYc-SH90		2,94 M²	%26	%20	Emin 142 Eort 354 Emax 824	212 527 1226	166 413 960	32,5 80,8 188	100 250 581	51,9 129 300	2,795	%14 ARTIŞ
E-W210xH140-XcYl-SH90		2,94 M²	%26	%20	Emin 138 Eort 345 Emax 790	205 512 1175	161 401 920	31,5 78,6 180	97,3 243 556	50,3 126 288	2,688	%9 ARTIŞ
E-W240xH140-XcYc-SH90		3,36 M²	%30	%23	Emin 159 Eort 390 Emax 867	236 580 1290	185 454 1010	36,2 88,8 198	112 274 611	57,8 142 316	3,057	%24 ARTIŞ
E-W240xH140-XcYl-SH90		3,36 M²	%30	%23	Emin 158 Eort 386 Emax 853	234 574 1268	183 449 993	35,9 87,9 194	111 272 601	57,4 140 311	3,026	%23 ARTIŞ

EK-2. Batı yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE kapalı gök modeli gün ışığı aydınlık düzeyi simülasyon sonuçları

DEĞİŞEN PENCERE BOYUTLARINA VE KONULARINA GÖRE BATI YÖNÜNE AİT SİMÜLASYONLARDAN ELDE EDİLEN DOĞAL AYDINLIK DÜZEYİ DEĞERLERİ (CIE KAPALI GÖK MODELİ)												
PENCERE ÇEŞİTLERİ	PENCERE ALANI	WWR % (PEN.ALANI/ DUVAR ALANI)	WFR % (PEN.ALANI/ TABAN ALANI)	AYDINLIK DÜZEYİ (lux)	21 HAZİRAN			21 ARALIK			GÜN IŞIĞI ÇARPANI (DF %)	MEVCUT DURUMA GÖRE GÜN IŞIĞI ÇARPANI DEĞİŞİM YÜZDESİ
					09.00	12.00	16.00	09.00	12.00	16.00		
W-W180xH140-XcYc-SH90		2,52 M²	%22	%17	Emin 122 Eort 312 Emax 740	181 464 1101	142 363 862	27,8 71,2 169	85,9 220 521	44,4 114 270	2,458	MEVCUT
W-W180xH140-XaYc-SH145		2,52 M²	%22	%17	Emin 188 Eort 395 Emax 765	280 588 1138	219 460 891	42,9 90,1 174	132 278 539	68,5 144 279	3,025	%23 ARTIŞ
W-W180xH140-XuYc-SH20		2,52 M²	%22	%17	Emin 47 Eort 107 Emax 264	69,9 160 392	54,7 125 307	10,7 24,5 60,1	33,1 75,7 186	17,1 39,2 96,1	0,869	%65 AZALIŞ
W-W180xH100-XcYc-SH110		1,80 M²	%16	%12	Emin 81,1 Eort 218 Emax 530	121 324 788	94,4 254 617	18,5 49,7 121	57,1 154 373	29,5 79,4 193	1,739	%29 AZALIŞ
W-W180xH100-XaYc-SH160		1,80 M²	%16	%12	Emin 118 Eort 267 Emax 528	176 397 785	137 311 614	26,9 60,9 120	83,2 188 372	43 97,3 192	2,043	%17 AZALIŞ
W-W180xH100-XuYc-SH60		1,80 M²	%16	%12	Emin 39,4 Eort 97,8 Emax 249	58,6 145 370	45,9 114 290	8,99 22,3 56,7	27,8 68,9 175	14,4 35,6 90,6	0,792	%68 AZALIŞ
W-W180xH70-XcYc-SH125		1,26 M²	%11	%9	Emin 54,6 Eort 147 Emax 364	81,2 218 542	63,6 171 424	12,5 33,5 83	38,5 103 256	19,9 53,5 133	1,174	%52 AZALIŞ
W-W180xH70-XaYc-SH160		1,26 M²	%11	%9	Emin 71,4 Eort 170 Emax 350	106 253 521	83,1 198 408	16,3 38,8 79,8	50,3 120 247	26 62 128	1,320	%46 AZALIŞ
W-W180xH70-XuYc-SH90		1,26 M²	%11	%9	Emin 32,5 Eort 90,1 Emax 242	48,4 134 360	37,9 105 282	7,42 20,5 55,2	22,9 63,5 171	11,9 32,8 88,2	0,739	%70 AZALIŞ
W-W180xH50-XcYc-SH135		0,90 M²	%8	%6	Emin 33,8 Eort 89,9 Emax 231	50,3 134 344	39,4 105 269	7,71 20,5 52,7	23,8 63,3 163	12,3 32,7 84,2	0,715	%71 AZALIŞ
W-W180xH50-XaYc-SH160		0,90 M²	%8	%6	Emin 39,3 Eort 102 Emax 235	58,5 151 350	45,8 119 274	8,96 23,2 53,6	27,7 71,7 166	14,3 37,1 85,7	0,794	%68 AZALIŞ
W-W180xH50-XuYc-SH110		0,90 M²	%8	%6	Emin 24,7 Eort 69,4 Emax 186	36,7 103 277	28,8 80,8 217	5,63 15,8 42,4	17,4 48,9 131	9 25,3 67,7	0,559	%77 AZALIŞ
W-W180xH185-XcYc-SH67		3,33 M²	%30	%23	Emin 160 Eort 385 Emax 873	238 573 1299	186 448 1017	36,5 87,8 199	113 271 615	58,3 140 318	2,996	%22 ARTIŞ
W-W180xH185-XaYc-SH100		3,33 M²	%30	%23	Emin 210 Eort 481 Emax 1002	313 716 1490	245 560 1167	48 110 228	148 339 706	76,7 175 365	3,685	%50 ARTIŞ
W-W180xH185-XuYc-SH00		3,33 M²	%30	%23	Emin 70,6 Eort 165 Emax 406	105 245 605	82,3 192 473	16,1 37,6 92,7	49,8 116 286	25,7 60,1 148	1,322	%46 AZALIŞ
W-W180xH220-XcYc-SH50		3,96 M²	%35	%27	Emin 193 Eort 453 Emax 954	287 675 1419	224 528 1111	43,9 103 218	136 319 672	70,2 165 348	3,513	%43 ARTIŞ
W-W180xH220-XaYc-SH65		3,96 M²	%35	%27	Emin 222 Eort 499 Emax 1020	329 743 1517	258 581 1188	50,5 114 233	156 352 718	80,7 182 372	3,841	%56 ARTIŞ
W-W180xH220-XuYc-SH00		3,96 M²	%35	%27	Emin 122 Eort 297 Emax 671	181 441 998	142 345 781	27,8 67,6 153	85,9 209 473	44,4 108 244	2,337	%5 AZALIŞ
W-W180xH140-XcYl-SH90		2,52 M²	%22	%17	Emin 113 Eort 289 Emax 715	168 430 1064	131 336 833	25,7 65,9 163	79,5 204 504	41,1 105 261	2,261	%8 AZALIŞ
W-W130xH140-XcYc-SH90		1,82 M²	%16	%12	Emin 77,1 Eort 206 Emax 504	115 306 750	89,8 240 587	17,6 47 115	54,3 145 355	28,1 75,1 184	1,595	%35 AZALIŞ
W-W130xH140-XcYl-SH90		1,82 M²	%16	%12	Emin 66,6 Eort 173 Emax 498	99,1 257 741	77,6 201 580	15,2 39,4 114	46,9 122 351	24,3 63 182	1,349	%45 AZALIŞ
W-W90xH140-XcYc-SH90		1,26 M²	%11	%9	Emin 58,7 Eort 160 Emax 409	87,3 239 609	68,3 187 477	13,4 36,6 93,4	41,3 113 288	21,4 58,4 149	1,246	%49 AZALIŞ
W-W90xH140-XcYl-SH90		1,26 M²	%11	%9	Emin 54,8 Eort 147 Emax 416	81,6 218 619	63,9 171 485	12,5 33,4 94,9	38,6 103 293	20 53,4 152	1,149	%53 AZALIŞ
W-W60xH140-XcYc-SH90		0,84 M²	%8	%6	Emin 35,1 Eort 99,2 Emax 263	52,2 148 391	40,9 116 306	8,01 22,6 60	24,7 69,9 185	12,8 36,1 95,8	0,765	%69 AZALIŞ
W-W60xH140-XcYl-SH90		0,84 M²	%8	%6	Emin 34,6 Eort 94,6 Emax 262	51,4 141 390	40,3 110 305	7,89 21,6 59,7	24,4 66,6 185	12,6 34,5 95,4	0,734	%70 AZALIŞ
W-W210xH140-XcYc-SH90		2,94 M²	%26	%20	Emin 143 Eort 356 Emax 825	213 529 1228	166 414 961	32,6 81,1 188	101 250 581	52,1 130 301	2,793	%14 ARTIŞ
W-W210xH140-XcYl-SH90		2,94 M²	%26	%20	Emin 138 Eort 343 Emax 787	205 510 1171	160 399 917	31,4 78,1 179	97 241 554	50,2 125 287	2,685	%9 ARTIŞ
W-W240xH140-XcYc-SH90		3,36 M²	%30	%23	Emin 156 Eort 387 Emax 861	231 575 1280	181 450 1002	35,5 88,2 196	110 272 606	56,7 141 314	3,059	%24 ARTIŞ
W-W240xH140-XcYl-SH90		3,36 M²	%30	%23	Emin 158 Eort 388 Emax 857	235 576 1274	184 451 997	36,1 88,4 195	111 273 603	57,6 141 312	3,025	%23 ARTIŞ

EK-3. Kuzey yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE kapalı gök modeli gün ışığı aydınlık düzeyi simülasyon sonuçları

DEĞİŞEN PENCERE BOYUTLARINA VE KONUMLARINA GÖRE KUZEY YÖNÜNE AIT SİMÜLASYONLARDAN ELDE EDİLEN DOĞAL AYDINLIK DÜZEYİ DEĞERLERİ (CIE KAPALI GÖK MODELİ)													
PENCERE ÇEŞİTLERİ		PENCERE ALANI	WWR % (PEN.ALANI/ DUVAR ALANI)	WFR % (PEN.ALANI/ TABAN ALANI)	AYDINLIK DÜZEYİ (lux)	21 HAZİRAN			21 ARALIK			GÜN IŞIĞI ÇARPANI (DF %)	MEVCUT DURUMA GÖRE GÜN IŞIĞI ÇARPANI DEĞİŞİM YÜZDESİ
						09.00	12.00	16.00	09.00	12.00	16.00		
N-W180xH140-XcYc-SH90		2,52 M²	%22	%17	Emin	122	181	142	27,8	85,8	44,4	2,458	MEVCUT
					Eort	314	466	365	71,5	221	114		
					Emax	739	1099	860	169	521	269		
N-W180xH140-XaYc-SH145		2,52 M²	%22	%17	Emin	184	273	214	41,9	129	66,9	3,025	%23 ARTIŞ
					Eort	395	587	460	90	278	144		
					Emax	765	1138	891	174	539	279		
N-W180xH140-XuYc-SH20		2,52 M²	%22	%17	Emin	47,3	70,3	55	10,8	33,3	17,2	0,870	%65 AZALIŞ
					Eort	108	161	126	24,7	76,3	39,4		
					Emax	267	398	311	61	188	97,4		
N-W180xH100-XcYc-SH110		1,80 M²	%16	%12	Emin	81,4	121	94,7	18,6	57,3	29,6	1,740	%29 AZALIŞ
					Eort	218	325	254	49,8	154	79,6		
					Emax	529	787	616	121	373	193		
N-W180xH100-XaYc-SH160		1,80 M²	%16	%12	Emin	116	173	135	26,5	82	42,4	2,045	%17 AZALIŞ
					Eort	268	399	312	61,1	189	97,7		
					Emax	530	789	617	121	374	193		
N-W180xH100-XuYc-SH60		1,80 M²	%16	%12	Emin	39,5	58,7	45,9	9	27,8	14,4	0,793	%68 AZALIŞ
					Eort	97,6	145	114	22,2	68,7	35,5		
					Emax	247	368	288	56,4	174	90,2		
N-W180xH70-XcYc-SH125		1,26 M²	%11	%9	Emin	53,9	80,1	62,7	12,3	37,9	19,6	1,174	%52 AZALIŞ
					Eort	146	218	170	33,4	103	53,3		
					Emax	365	542	424	83,1	257	133		
N-W180xH70-XaYc-SH160		1,26 M²	%11	%9	Emin	72,8	108	84,8	16,6	51,3	26,5	1,320	%46 AZALIŞ
					Eort	170	253	198	38,8	120	61,9		
					Emax	351	523	409	80,1	248	128		
N-W180xH70-XuYc-SH90		1,26 M²	%11	%9	Emin	32,6	48,4	37,9	7,42	22,9	11,9	0,739	%70 AZALIŞ
					Eort	90,9	135	106	20,7	64	33,1		
					Emax	242	360	282	55,2	170	88,1		
N-W180xH50-XcYc-SH135		0,90 M²	%8	%6	Emin	32,6	48,5	37,9	7,43	22,9	11,9	0,715	%71 AZALIŞ
					Eort	89,8	134	105	20,5	63,3	32,7		
					Emax	232	345	270	52,9	163	84,6		
N-W180xH50-XaYc-SH160		0,90 M²	%8	%6	Emin	39,7	59,1	46,3	9,06	28	14,5	0,793	%68 AZALIŞ
					Eort	102	152	119	23,2	71,8	37,1		
					Emax	235	350	274	53,6	166	85,6		
N-W180xH50-XuYc-SH110		0,90 M²	%8	%6	Emin	24,8	36,9	28,9	5,65	17,5	9,03	0,559	%77 AZALIŞ
					Eort	69,6	103	81	15,9	49	25,3		
					Emax	187	278	217	42,6	132	68		
N-W180xH185-XcYc-SH67		3,33 M²	%30	%23	Emin	156	231	181	35,5	110	56,7	2,994	%22 ARTIŞ
					Eort	384	571	447	87,5	270	140		
					Emax	869	1293	1012	198	612	317		
N-W180xH185-XaYc-SH100		3,33 M²	%30	%23	Emin	208	309	242	47,4	146	75,7	3,683	%50 ARTIŞ
					Eort	478	711	557	109	337	174		
					Emax	996	1482	1160	227	702	363		
N-W180xH185-XuYc-SH00		3,33 M²	%30	%23	Emin	70,5	105	82,1	16,1	49,7	25,7	1,322	%46 AZALIŞ
					Eort	166	247	194	37,9	117	60,5		
					Emax	409	608	476	93,1	288	149		
N-W180xH220-XcYc-SH50		3,96 M²	%35	%27	Emin	197	293	229	44,9	139	71,7	3,513	%43 ARTIŞ
					Eort	455	677	530	104	321	166		
					Emax	959	1427	1117	219	676	349		
N-W180xH220-XaYc-SH65		3,96 M²	%35	%27	Emin	221	329	258	50,5	156	80,6	3,839	%56 ARTIŞ
					Eort	499	742	581	114	351	182		
					Emax	1023	1521	1191	233	721	373		
N-W180xH220-XuYc-SH00		3,96 M²	%35	%27	Emin	121	179	140	27,5	84,9	43,9	2,336	%5 AZALIŞ
					Eort	298	443	347	67,9	210	108		
					Emax	675	1004	786	154	475	246		
N-W180xH140-XcYl-SH90		2,52 M²	%22	%17	Emin	114	169	132	25,9	80,1	41,4	2,263	%8 AZALIŞ
					Eort	290	431	338	66,1	204	106		
					Emax	717	1067	835	164	505	261		
N-W130xH140-XcYc-SH90		1,82 M²	%16	%12	Emin	75,5	112	87,9	17,2	53,2	27,5	1,595	%35 AZALIŞ
					Eort	205	305	238	46,7	144	74,6		
					Emax	505	751	588	115	356	184		
N-W130xH140-XcYl-SH90		1,82 M²	%16	%12	Emin	67,4	100	78,5	15,4	47,5	24,6	1,349	%45 AZALIŞ
					Eort	173	257	201	39,4	122	63		
					Emax	500	744	582	114	352	182		
N-W90xH140-XcYc-SH90		1,26 M²	%11	%9	Emin	59,4	88,3	69,1	13,5	41,8	21,6	1,251	%49 AZALIŞ
					Eort	160	239	187	36,6	113	58,4		
					Emax	411	611	478	93,6	289	150		
N-W90xH140-XcYl-SH90		1,26 M²	%11	%9	Emin	54,1	80,5	63	12,3	38,1	19,7	1,153	%53 AZALIŞ
					Eort	147	218	171	33,5	103	53,5		
					Emax	416	619	484	94,9	293	152		
N-W60xH140-XcYc-SH90		0,84 M²	%8	%6	Emin	36	53,5	41,9	8,21	25,3	13,1	0,768	%69 AZALIŞ
					Eort	99,8	149	116	22,8	70,3	36,4		
					Emax	263	392	307	60,1	186	96		
N-W60xH140-XcYl-SH90		0,84 M²	%8	%6	Emin	34,6	51,5	40,3	7,89	24,4	12,6	0,738	%70 AZALIŞ
					Eort	95	141	111	21,7	66,9	34,6		
					Emax	263	391	306	59,9	185	95,7		
N-W210xH140-XcYc-SH90		2,94 M²	%26	%20	Emin	142	212	166	32,5	100	51,9	2,793	%14 ARTIŞ
					Eort	357	531	416	81,4	252	130		
					Emax	827	1230	963	189	583	301		
N-W210xH140-XcYl-SH90		2,94 M²	%26	%20	Emin	139	207	162	31,7	97,8	50,6	2,686	%9 ARTIŞ
					Eort	344	512	401	78,5	242	125		
					Emax	793	1179	923	181	558	289		
N-W240xH140-XcYc-SH90		3,36 M²	%30	%23	Emin	159	237	185	36,3	112	58	3,058	%24 ARTIŞ
					Eort	390	580	454	88,9	275	142		
					Emax	863	1284	1005	197	608	315		
N-W240xH140-XcYl-SH90		3,36 M²	%30	%23	Emin	157	234	183	35,9	111	57,4	3,025	%23 ARTIŞ
					Eort	385	573	448	87,8	271	140		
					Emax	852	1267	992	194	600	310		

EK-4. Güney yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE kapalı gök modeli gün ışığı aydınlık düzeyi simülasyon sonuçları

DEĞİŞEN PENCERE BOYUTLARINA VE KONUMLARINA GÖRE GÜNEY YÖNÜNE AİT SİMÜLASYON LARDAN ELDE EDİLEN DOĞAL AYDINLIK DÜZEYİ DEĞERLERİ (CIE KAPALI GÖK MODELİ)													
PENCERE ÇEŞİTLERİ		PENCERE ALANI	WWR % (PEN. ALANI/ DUVAR ALANI)	WFR % (PEN. ALANI/ TABAN ALANI)	AYDINLIK DÜZEYİ (lux)	21 HAZİRAN			21 ARALIK			GÜN İŞİĞİ ÇARPANI (DF %)	MEVCUT DURUMA GÖRE GÜN İŞİĞİ ÇARPANI DEĞİŞİM YÜZDESİ
						09.00	12.00	16.00	09.00	12.00	16.00		
S-W180xH140-XcYc-SH90		2,52 M²	%22	%17	Emin	119	177	138	27,1	83,7	43,3	2,455	MEVCUT
					Eort	311	463	362	70,9	219	113		
					Emax	739	1100	861	169	521	269		
S-W180xH140-XaYc-SH145		2,52 M²	%22	%17	Emin	186	276	216	42,4	131	67,7	3,026	%23 ARTIŞ
					Eort	395	587	460	90,1	278	144		
					Emax	768	1142	894	175	541	280		
S-W180xH140-XuYc-SH20		2,52 M²	%22	%17	Emin	47,7	70,9	55,5	10,9	33,6	17,4	0,868	%65 AZALIŞ
					Eort	108	161	126	24,6	76	39,3		
					Emax	265	394	308	60,4	187	96,5		
S-W180xH100-XcYc-SH110		1,80 M²	%16	%12	Emin	82,2	122	95,7	18,7	57,9	30	1,740	%29 AZALIŞ
					Eort	220	327	256	50,1	155	80		
					Emax	530	789	618	121	374	193		
S-W180xH100-XaYc-SH160		1,80 M²	%16	%12	Emin	115	171	134	26,2	81	41,9	2,044	%17 AZALIŞ
					Eort	267	398	311	61	188	97,4		
					Emax	528	786	615	120	372	192		
S-W180xH100-XuYc-SH60		1,80 M²	%16	%12	Emin	38,9	57,8	45,3	8,87	27,4	14,2	0,794	%68 AZALIŞ
					Eort	97,1	144	113	22,2	68,4	35,4		
					Emax	247	368	288	56,4	174	90,2		
S-W180xH70-XcYc-SH125		1,26 M²	%11	%9	Emin	54,3	80,8	63,2	12,4	38,2	19,8	1,174	%52 AZALIŞ
					Eort	147	218	171	33,4	103	53,4		
					Emax	365	542	424	83,1	257	133		
S-W180xH70-XaYc-SH160		1,26 M²	%11	%9	Emin	69,6	103	81	15,9	49	25,3	1,320	%46 AZALIŞ
					Eort	170	252	198	38,7	120	61,8		
					Emax	349	520	407	79,7	246	127		
S-W180xH70-XuYc-SH90		1,26 M²	%11	%9	Emin	32,9	48,9	38,3	7,49	23,1	12	0,740	%70 AZALIŞ
					Eort	89,7	133	104	20,5	63,2	32,7		
					Emax	240	357	279	54,7	169	87,4		
S-W180xH50-XcYc-SH135		0,90 M²	%8	%6	Emin	33,6	49,9	39,1	7,65	23,6	12,2	0,715	%71 AZALIŞ
					Eort	90,2	134	105	20,6	63,5	32,8		
					Emax	231	344	269	52,8	163	84,3		
S-W180xH50-XaYc-SH160		0,90 M²	%8	%6	Emin	39,7	59,1	46,3	9,06	28	14,5	0,793	%68 AZALIŞ
					Eort	102	151	118	23,2	71,6	37		
					Emax	234	349	273	53,5	165	85,4		
S-W180xH50-XuYc-SH110		0,90 M²	%8	%6	Emin	24,6	36,6	28,7	5,62	17,3	8,97	0,559	%77 AZALIŞ
					Eort	69,1	103	80,5	15,8	48,7	25,2		
					Emax	186	276	216	42,4	131	67,7		
S-W180xH185-XcYc-SH67		3,33 M²	%30	%23	Emin	159	236	185	36,2	112	57,9	2,993	%22 ARTIŞ
					Eort	385	573	449	87,9	271	140		
					Emax	871	1295	1014	199	613	317		
S-W180xH185-XaYc-SH100		3,33 M²	%30	%23	Emin	210	313	245	47,9	148	76,6	3,678	%50 ARTIŞ
					Eort	478	712	557	109	337	174		
					Emax	1001	1489	1165	228	705	365		
S-W180xH185-XuYc-SH00		3,33 M²	%30	%23	Emin	70,4	105	82	16,1	49,6	25,7	1,318	%46 AZALIŞ
					Eort	165	246	193	37,7	116	60,2		
					Emax	409	609	477	93,3	288	149		
S-W180xH220-XcYc-SH50		3,96 M²	%35	%27	Emin	196	291	228	44,7	138	71,3	3,507	%43 ARTIŞ
					Eort	452	673	527	103	319	165		
					Emax	951	1415	1108	217	670	347		
S-W180xH220-XaYc-SH65		3,96 M²	%35	%27	Emin	219	325	255	49,9	154	79,7	3,834	%56 ARTIŞ
					Eort	499	742	581	114	351	182		
					Emax	1022	1520	1190	233	720	372		
S-W180xH220-XuYc-SH00		3,96 M²	%35	%27	Emin	119	178	139	27,2	84,1	43,5	2,333	%5 AZALIŞ
					Eort	294	438	343	67,1	207	107		
					Emax	668	994	778	152	471	244		
S-W180xH140-XcYl-SH90		2,52 M²	%22	%17	Emin	113	168	132	25,8	79,6	41,2	2,264	%8 AZALIŞ
					Eort	288	429	336	65,7	203	105		
					Emax	719	1070	837	164	507	262		
S-W130xH140-XcYc-SH90		1,82 M²	%16	%12	Emin	76,8	114	89,4	17,5	54,1	28	1,594	%35 AZALIŞ
					Eort	205	305	239	46,8	144	74,7		
					Emax	504	749	586	115	355	183		
S-W130xH140-XcYl-SH90		1,82 M²	%16	%12	Emin	64,4	95,8	75	14,7	45,4	23,5	1,349	%45 AZALIŞ
					Eort	171	254	199	39	120	62,2		
					Emax	500	744	582	114	352	182		
S-W90xH140-XcYc-SH90		1,26 M²	%11	%9	Emin	58,8	87,5	68,5	13,4	41,4	21,4	1,248	%49 AZALIŞ
					Eort	160	238	186	36,5	113	58,3		
					Emax	410	610	478	93,5	289	149		
S-W90xH140-XcYl-SH90		1,26 M²	%11	%9	Emin	53,5	79,5	62,3	12,2	37,7	19,5	1,148	%53 AZALIŞ
					Eort	146	217	170	33,3	103	53,2		
					Emax	416	618	484	94,8	293	151		
S-W60xH140-XcYc-SH90		0,84 M²	%8	%6	Emin	35,4	52,7	41,2	8,08	25	12,9	0,765	%69 AZALIŞ
					Eort	99,2	148	116	22,6	69,9	36,1		
					Emax	263	391	306	59,9	185	95,7		
S-W60xH140-XcYl-SH90		0,84 M²	%8	%6	Emin	34,1	50,7	39,7	7,77	24	12,4	0,733	%70 AZALIŞ
					Eort	94,5	141	110	21,5	66,5	34,4		
					Emax	264	392	307	60,1	186	96		
S-W210xH140-XcYc-SH90		2,94 M²	%26	%20	Emin	142	211	165	32,3	99,7	51,6	2,794	%14 ARTIŞ
					Eort	355	528	413	80,9	250	129		
					Emax	824	1226	960	188	581	300		
S-W210xH140-XcYl-SH90		2,94 M²	%26	%20	Emin	135	201	157	30,8	95,2	49,3	2,686	%9 ARTIŞ
					Eort	341	507	397	77,7	240	124		
					Emax	789	1174	919	180	556	288		
S-W240xH140-XcYc-SH90		3,36 M²	%30	%23	Emin	159	237	186	36,3	112	58	3,060	%25 ARTIŞ
					Eort	391	581	455	89,1	275	142		
					Emax	866	1288	1008	197	610	316		
S-W240xH140-XcYl-SH90		3,36 M²	%30	%23	Emin	158	235	184	36	111	57,6	3,027	%23 ARTIŞ
					Eort	386	574	449	88	272	141		
					Emax	851	1266	991	194	600	310		

EK-5. Doğu yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE orta gök modeli gün ışığı aydınlık düzeyi simülasyon sonuçları

DEĞİŞEN PENCERE BOYUTLARINA VE KONUMLARINA GÖRE DOĞU YÖNÜNE AİT SİMÜLASYONLARDAN ELDE EDİLEN DOĞAL AYDINLIK DÜZEYİ DEĞERLERİ (CIE ORTA GÖK MODELİ)													
PENCERE ÇEŞİTLERİ		PENCERE ALANI	WWR % (PEN. ALANI/ DUVAR ALANI)	WFR % (PEN. ALANI/ TABAN ALANI)	AYDINLIK DÜZEYİ (lux)	21 HAZİRAN			21 ARALIK			GÜN IŞIĞI ÇARPANI (DF %)	MEVCUT DURUMA GÖRE GÜN IŞIĞI ÇARPANI DEĞİŞİM YÜZDESİ
						09.00	12.00	16.00	09.00	12.00	16.00		
E-W180xH140-XcYc-SH90		2,52 M²	%22	%17	Emin	691	223	146	62,7	202	40,3	2,457	MEVCUT
					Eort	3378	564	343	136	481	96,5		
					Emax	10164	1373	736	394	1117	217		
E-W180xH140-XaYc-SH145		2,52 M²	%22	%17	Emin	1080	323	214	85,4	284	59,8	3,025	%23 ARTIŞ
					Eort	5721	738	407	149	541	111		
					Emax	9831	1617	728	235	985	201		
E-W180xH140-XuYc-SH20		2,52 M²	%22	%17	Emin	283	104	57,5	24,8	85,6	16,3	0,869	%65 AZALIŞ
					Eort	614	209	128	55,6	188	37		
					Emax	1441	478	291	244	469	90,1		
E-W180xH100-XcYc-SH110		1,80 M²	%16	%12	Emin	457	147	101	42,2	133	27,7	1,742	%29 AZALIŞ
					Eort	2131	386	242	93,9	343	68,4		
					Emax	9163	958	534	192	809	158		
E-W180xH100-XaYc-SH160		1,80 M²	%16	%12	Emin	703	205	133	57,2	187	37,9	2,044	%17 AZALIŞ
					Eort	4190	493	274	103	372	74,7		
					Emax	8771	1114	503	164	693	136		
E-W180xH100-XuYc-SH60		1,80 M²	%16	%12	Emin	227	82,9	51,4	22	70,2	14,3	0,793	%68 AZALIŞ
					Eort	548	186	120	51,9	171	33,8		
					Emax	1332	448	282	238	443	84,5		
E-W180xH70-XcYc-SH125		1,26 M²	%11	%9	Emin	290	95,9	66,1	28,5	91	18,4	1,175	%52 AZALIŞ
					Eort	1213	251	160	64	232	45,5		
					Emax	8380	642	367	132	560	106		
E-W180xH70-XaYc-SH160		1,26 M²	%11	%9	Emin	413	124	84,1	36,3	114	23,1	1,322	%46 AZALIŞ
					Eort	2620	302	178	68,4	243	48,9		
					Emax	8090	688	344	112	466	94,5		
E-W180xH70-XuYc-SH90		1,26 M²	%11	%9	Emin	184	64,3	43,4	18,2	59,6	11,4	0,740	%70 AZALIŞ
					Eort	500	162	109	47,2	159	31		
					Emax	1349	417	279	232	431	82,3		
E-W180xH50-XcYc-SH135		0,90 M²	%8	%6	Emin	184	58,5	41,7	18	57,1	12	0,716	%71 AZALIŞ
					Eort	536	152	98	40	142	28,3		
					Emax	5600	419	229	85,2	357	66,7		
E-W180xH50-XaYc-SH160		0,90 M²	%8	%6	Emin	222	65,4	47,2	20,5	63,1	13,3	0,794	%68 AZALIŞ
					Eort	1510	177	106	42,6	148	29,7		
					Emax	7567	462	225	76,4	323	62,5		
E-W180xH50-XuYc-SH110		0,90 M²	%8	%6	Emin	135	46,1	31,6	13,8	44,7	8,97	0,559	%77 AZALIŞ
					Eort	375	120	81,7	32,5	119	23,5		
					Emax	990	318	198	78,6	323	59		
E-W180xH185-XcYc-SH67		3,33 M²	%30	%23	Emin	904	295	189	79,9	253	51,9	2,993	%22 ARTIŞ
					Eort	4476	705	417	163	579	116		
					Emax	10696	1674	866	436	1290	252		
E-W180xH185-XaYc-SH100		3,33 M²	%30	%23	Emin	1216	375	245	99,1	333	68,1	3,680	%50 ARTIŞ
					Eort	6165	887	509	187	690	139		
					Emax	11042	2016	985	334	1392	279		
E-W180xH185-XuYc-SH00		3,33 M²	%30	%23	Emin	403	148	85,9	37,3	119	23,3	1,320	%46 AZALIŞ
					Eort	914	311	191	81,1	276	54,8		
					Emax	2121	729	429	295	681	132		
E-W180xH220-XcYc-SH50		3,96 M²	%35	%27	Emin	1120	364	240	98,2	310	61,5	3,513	%43 ARTIŞ
					Eort	5546	845	489	187	670	135		
					Emax	11112	1937	978	464	1404	273		
E-W180xH220-XaYc-SH65		3,96 M²	%35	%27	Emin	1289	407	269	105	352	70,1	3,837	%56 ARTIŞ
					Eort	6286	936	533	202	724	146		
					Emax	11314	2108	1039	485	1490	292		
E-W180xH220-XuYc-SH00		3,96 M²	%35	%27	Emin	710	242	158	63,4	198	40,8	2,334	%5 AZALIŞ
					Eort	2964	546	331	132	468	92,9		
					Emax	10039	1277	709	385	1065	204		
E-W180xH140-XcYl-SH90		2,52 M²	%22	%17	Emin	648	222	138	61,7	206	41,6	2,264	%8 AZALIŞ
					Eort	3245	539	322	139	475	93,6		
					Emax	10043	1294	703	363	1012	201		
E-W130xH140-XcYc-SH90		1,82 M²	%16	%12	Emin	444	138	88,4	38,2	123	25,3	1,595	%35 AZALIŞ
					Eort	2837	368	221	85,2	312	62,3		
					Emax	9097	955	509	221	763	148		
E-W130xH140-XcYl-SH90		1,82 M²	%16	%12	Emin	365	132	80,6	41,4	127	24,7	1,350	%45 AZALIŞ
					Eort	1779	337	194	92,4	304	58,6		
					Emax	9039	960	507	275	741	147		
E-W90xH140-XcYc-SH90		1,26 M²	%11	%9	Emin	341	107	70,1	30	96,6	19,7	1,248	%49 AZALIŞ
					Eort	2556	289	173	66,8	241	48,5		
					Emax	8768	810	411	147	587	117		
E-W90xH140-XcYl-SH90		1,26 M²	%11	%9	Emin	306	111	68,3	31,5	102	20,2	1,148	%53 AZALIŞ
					Eort	1651	286	163	70,3	250	48,3		
					Emax	8763	813	412	247	577	116		
E-W60xH140-XcYc-SH90		0,84 M²	%8	%6	Emin	204	63,9	42	17,7	57,3	11,6	0,765	%69 AZALIŞ
					Eort	1582	178	107	41	147	29,8		
					Emax	7933	493	264	89	366	74,1		
E-W60xH140-XcYl-SH90		0,84 M²	%8	%6	Emin	192	66,8	41,2	19,2	60,4	12,1	0,734	%70 AZALIŞ
					Eort	1393	179	102	41,3	153	30,1		
					Emax	7932	493	262	133	365	73,9		
E-W210xH140-XcYc-SH90		2,94 M²	%26	%20	Emin	814	257	172	73,6	243	47,9	2,795	%14 ARTIŞ
					Eort	3585	640	394	160	557	111		
					Emax	10539	1522	837	428	1263	245		
E-W210xH140-XcYl-SH90		2,94 M²	%26	%20	Emin	784	261	166	72,5	243	49	2,688	%9 ARTIŞ
					Eort	3522	630	381	161	552	110		
					Emax	10407	1439	797	401	1161	230		
E-W240xH140-XcYc-SH90		3,36 M²	%30	%23	Emin	903	298	193	80,7	266	54,4	3,057	%24 ARTIŞ
					Eort	3884	705	434	180	615	123		
					Emax	10687	1613	893	450	1340	263		
E-W240xH140-XcYl-SH90		3,36 M²	%30	%23	Emin	896	301	189	82,3	271	54,6	3,026	%23 ARTIŞ
					Eort	3814	697	430	178	609	121		
					Emax	10658	1571	883	439	1297	253		

EK-6. Batı yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE orta gök modeli gün ışığı aydınlık düzeyi simülasyon sonuçları

DEĞİŞEN PENCERE BOYUTLARINA VE KONULARINA GÖRE BATI YÖNÜNE AİT SİMÜLASYONLARDAN ELDE EDİLEN DOĞAL AYDINLIK DÜZEYİ DEĞERLERİ (CIE ORTA GÖK MODELİ)													
PENCERE ÇEŞİTLERİ		PENCERE ALANI	WWR % (PEN. ALANI/ DUVAR ALANI)	WFR % (PEN. ALANI/ TABAN ALANI)	AYDINLIK DÜZEYİ (lux)	21 HAZİRAN			21 ARALIK			GÜN IŞIĞI ÇARPANI (DF %)	MEVCUT DURUMA GÖRE GÜN IŞIĞI ÇARPANI DEĞİŞİM YÜZDESİ
						09.00	12.00	16.00	09.00	12.00	16.00		
W-W180xH140-XcYc-SH90		2,52 M²	%22	%17	Emin	134	127	662	19,3	150	130	2,458	MEVCUT
					Eort	312	309	2125	45,8	363	283		
					Emax	665	721	12282	101	808	1255		
W-W180xH140-XaYc-SH145		2,52 M²	%22	%17	Emin	192	184	1027	28,7	213	185	3,025	%23 ARTIŞ
					Eort	364	394	4461	53,5	408	328		
					Emax	647	811	12186	96,4	733	532		
W-W180xH140-XuYc-SH20		2,52 M²	%22	%17	Emin	53,1	56,4	289	7,68	62,8	56	0,869	%65 AZALIŞ
					Eort	118	115	616	17,3	140	114		
					Emax	266	259	1427	41	338	921		
W-W180xH100-XcYc-SH110		1,80 M²	%16	%12	Emin	90,4	83,9	453	13,4	101	88,2	1,739	%29 AZALIŞ
					Eort	220	213	1166	32,4	258	201		
					Emax	486	512	2721	73,2	595	1108		
W-W180xH100-XaYc-SH160		1,80 M²	%16	%12	Emin	123	116	657	18,2	137	122	2,043	%17 AZALIŞ
					Eort	248	266	2932	36,2	277	228		
					Emax	446	564	11033	66	503	377		
W-W180xH100-XuYc-SH60		1,80 M²	%16	%12	Emin	44,8	47	232	6,63	53	45,6	0,792	%68 AZALIŞ
					Eort	106	104	550	16	128	101		
					Emax	252	245	1328	38,9	319	907		
W-W180xH70-XcYc-SH125		1,26 M²	%11	%9	Emin	60,2	56,4	292	8,64	69,4	58,7	1,174	%52 AZALIŞ
					Eort	147	140	782	21,7	174	133		
					Emax	335	345	1947	50,2	409	294		
W-W180xH70-XaYc-SH160		1,26 M²	%11	%9	Emin	75,8	72	376	11,1	86,7	75,3	1,320	%46 AZALIŞ
					Eort	161	167	1359	23,6	183	149		
					Emax	307	363	10184	45,1	348	260		
W-W180xH70-XuYc-SH90		1,26 M²	%11	%9	Emin	38,4	36,9	194	5,53	44,9	37,6	0,739	%70 AZALIŞ
					Eort	99,4	94,8	501	14,9	120	91		
					Emax	255	241	1278	38,3	312	896		
W-W180xH50-XcYc-SH135		0,90 M²	%8	%6	Emin	39,1	36	184	5,6	44,3	36,9	0,715	%71 AZALIŞ
					Eort	90,1	85,1	478	13,3	106	82,6		
					Emax	208	207	1195	30,5	248	184		
W-W180xH50-XaYc-SH160		0,90 M²	%8	%6	Emin	43,9	40,6	208	6,32	49,9	44,1	0,794	%68 AZALIŞ
					Eort	96,7	97,8	533	14,3	112	91,5		
					Emax	200	228	1186	29,4	232	172		
W-W180xH50-XuYc-SH110		0,90 M²	%8	%6	Emin	29,7	28,6	140	4,25	33,5	27,9	0,559	%77 AZALIŞ
					Eort	74,8	69,5	377	11,1	89,1	69		
					Emax	180	165	987	26,7	220	840		
W-W180xH185-XcYc-SH67		3,33 M²	%30	%23	Emin	167	163	885	24,7	198	168	2,996	%22 ARTIŞ
					Eort	377	384	3211	55,4	437	343		
					Emax	780	879	12952	121	929	1345		
W-W180xH185-XaYc-SH100		3,33 M²	%30	%23	Emin	226	212	1142	31,6	254	219	3,685	%50 ARTIŞ
					Eort	458	481	4900	66,5	520	408		
					Emax	878	1032	13457	135	1018	1404		
W-W180xH185-XuYc-SH00		3,33 M²	%30	%23	Emin	80,6	79,9	418	11,8	88,8	79,1	1,322	%46 AZALIŞ
					Eort	177	170	924	26	207	166		
					Emax	393	394	2155	61	492	1033		
W-W180xH220-XcYc-SH50		3,96 M²	%35	%27	Emin	219	196	1098	29,9	237	205	3,513	%43 ARTIŞ
					Eort	439	458	4281	64,6	507	400		
					Emax	866	983	13426	130	1003	1427		
W-W180xH220-XaYc-SH65		3,96 M²	%35	%27	Emin	246	227	1232	33,9	268	224	3,841	%56 ARTIŞ
					Eort	482	506	5040	70,8	547	432		
					Emax	929	1070	13718	140	1058	1467		
W-W180xH220-XuYc-SH00		3,96 M²	%35	%27	Emin	140	133	683	19,5	152	133	2,337	%5 AZALIŞ
					Eort	301	297	1727	44,3	350	278		
					Emax	635	665	12059	95,2	758	1232		
W-W180xH140-XcYl-SH90		2,52 M²	%22	%17	Emin	124	115	610	17,1	135	116	2,261	%8 AZALIŞ
					Eort	288	277	1912	40,7	314	249		
					Emax	632	700	12145	97,7	771	568		
W-W130xH140-XcYc-SH90		1,82 M²	%16	%12	Emin	84,6	79,4	426	11,9	94	81,1	1,595	%35 AZALIŞ
					Eort	202	202	1568	29,5	234	179		
					Emax	457	500	11154	68,7	551	381		
W-W130xH140-XcYl-SH90		1,82 M²	%16	%12	Emin	72,3	65,3	355	9,66	77,3	64,7	1,349	%45 AZALIŞ
					Eort	173	160	1021	23,3	175	141		
					Emax	451	470	11040	64,4	485	361		
W-W90xH140-XcYc-SH90		1,26 M²	%11	%9	Emin	64,5	60,7	323	9,24	72,7	64,1	1,246	%49 AZALIŞ
					Eort	156	156	1282	23,1	182	142		
					Emax	365	404	10819	55,4	440	320		
W-W90xH140-XcYl-SH90		1,26 M²	%11	%9	Emin	60,2	55,1	285	8,08	64,1	55,2	1,149	%53 AZALIŞ
					Eort	145	136	897	19,9	151	122		
					Emax	369	401	10811	54,5	419	328		
W-W60xH140-XcYc-SH90		0,84 M²	%8	%6	Emin	38,9	36,7	195	5,5	44,1	37,6	0,765	%69 AZALIŞ
					Eort	96,1	97,4	829	14,3	113	86,6		
					Emax	235	259	9909	35,2	275	190		
W-W60xH140-XcYl-SH90		0,84 M²	%8	%6	Emin	36,6	34,6	183	5,2	41	34,1	0,734	%70 AZALIŞ
					Eort	92,1	89,3	647	13,1	99,8	79		
					Emax	236	264	9911	35,9	281	204		
W-W210xH140-XcYc-SH90		2,94 M²	%26	%20	Emin	155	149	789	22,2	175	153	2,793	%14 ARTIŞ
					Eort	356	353	2347	52,4	414	337		
					Emax	752	801	12658	113	918	1330		
W-W210xH140-XcYl-SH90		2,94 M²	%26	%20	Emin	150	141	749	21,2	165	144	2,685	%9 ARTIŞ
					Eort	346	335	2266	49,5	387	304		
					Emax	723	788	12511	111	893	1044		
W-W240xH140-XcYc-SH90		3,36 M²	%30	%23	Emin	179	167	859	25	198	174	3,059	%24 ARTIŞ
					Eort	396	389	2511	57,5	457	371		
					Emax	804	859	12806	121	979	1383		
W-W240xH140-XcYl-SH90		3,36 M²	%30	%23	Emin	177	168	852	25,2	195	165	3,025	%23 ARTIŞ
					Eort	390	387	2486	56,8	450	370		
					Emax	792	868	12768	121	981	1393		

EK-7. Kuzey yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE orta gök modeli gün ışığı aydınlık düzeyi simülasyon sonuçları

DEĞİŞEN PENCERE BOYUTLARINA VE KONUMLARINA GÖRE KUZEY YÖNÜNE AİT SİMÜLASYONLARDAN ELDE EDİLEN DOĞAL AYDINLIK DÜZEYİ DEĞERLERİ (CIE ORTA GÖK MODELİ)													
PENCERE ÇEŞİTLERİ		PENCERE ALANI	WWR % (PEN. ALANI/ DUVAR ALANI)	WFR % (PEN. ALANI/ TABAN ALANI)	AYDINLIK DÜZEYİ (lux)	21 HAZİRAN			21 ARALIK			GÜN İŞIĞI ÇARPANI (DF %)	MEVCUT DURUMA GÖRE GÜN İŞIĞI ÇARPANI DEĞİŞİM YÜZDESİ
						09.00	12.00	16.00	09.00	12.00	16.00		
N-W180xH140-XcYc-SH90		2,52 M²	%22	%17	Emin 262 Eort 638 Emax 1519	115 285 673	256 625 1452	20,7 49,6 112	89,5 211 453	40,1 96,3 211	2,458	MEVCUT	
N-W180xH140-XaYc-SH145		2,52 M²	%22	%17	Emin 367 Eort 730 Emax 1399	168 363 766	373 734 1390	29,9 57,2 105	132 246 437	58,2 110 196			
N-W180xH140-XuYc-SH20		2,52 M²	%22	%17	Emin 104 Eort 243 Emax 616	53,5 108 242	100 235 575	8,63 19,2 46,5	36,5 80,6 183	15,7 36,3 86,1			
N-W180xH100-XcYc-SH110		1,80 M²	%16	%12	Emin 178 Eort 448 Emax 1090	79,7 198 469	175 444 1054	14,4 35,3 80,7	60,1 149 329	27,3 67,8 152	0,870	%65 AZALIŞ	
N-W180xH100-XaYc-SH160		1,80 M²	%16	%12	Emin 237 Eort 499 Emax 972	107 246 523	235 495 963	19,5 38,7 72,3	83 167 298	36,3 74,1 133			
N-W180xH100-XuYc-SH60		1,80 M²	%16	%12	Emin 89,8 Eort 223 Emax 579	43,1 96,4 227	88,1 217 541	7,29 17,4 43,5	30,9 73,5 176	13,6 33,7 82,4			
N-W180xH70-XcYc-SH125		1,26 M²	%11	%9	Emin 121 Eort 303 Emax 751	53,3 130 316	116 296 721	9,63 23,6 55,1	39,9 98,9 228	18,3 45,6 105	1,174	%52 AZALIŞ	
N-W180xH70-XaYc-SH160		1,26 M²	%11	%9	Emin 150 Eort 324 Emax 653	65,6 153 333	146 323 653	12,1 25,2 48,5	50,1 108 205	23,2 48,9 91,9			
N-W180xH70-XuYc-SH90		1,26 M²	%11	%9	Emin 76,6 Eort 206 Emax 262 lx	35,9 87,5 222	73,9 200 527	6,13 16,1 42,3	25,4 67,5 174	11,2 30,9 80,5			
N-W180xH50-XcYc-SH135		0,90 M²	%8	%6	Emin 73,8 Eort 186 Emax 477	33,4 74,9 196	74,9 182 437	5,99 14,4 34,4	26,1 61,3 142	11,6 27,6 63,5	0,715	%71 AZALIŞ	
N-W180xH50-XaYc-SH160		0,90 M²	%8	%6	Emin 85,7 Eort 198 Emax 433	38 89,8 215	83,7 197 429	6,88 15,4 32,2	29,5 66,1 136	13,3 29,7 61,1			
N-W180xH50-XuYc-SH110		0,90 M²	%8	%6	Emin 58,8 Eort 155 Emax 419	26,3 64,6 157	56,2 149 373	4,6 12 30,1	19,7 51,1 124	8,79 23,2 56,2			
N-W180xH185-XcYc-SH67		3,33 M²	%30	%23	Emin 339 Eort 769 Emax 1766	150 357 816	335 764 1683	26,8 60,2 133	117 256 530	51,4 116 247	2,994	%22 ARTIŞ	
N-W180xH185-XaYc-SH100		3,33 M²	%30	%23	Emin 428 Eort 923 Emax 1942	194 443 961	428 924 1895	34,9 72 147	150 309 597	67,1 139 271			
N-W180xH185-XuYc-SH00		3,33 M²	%30	%23	Emin 153 Eort 361 Emax 905	74,7 160 369	151 350 844	12,6 28,1 67,3	53,7 120 270	23,5 53,7 127			
N-W180xH220-XcYc-SH50		3,96 M²	%35	%27	Emin 415 Eort 888 Emax 1895	185 423 918	402 889 1829	32 70 144	147 297 590	62,6 135 265	3,513	%43 ARTIŞ	
N-W180xH220-XaYc-SH65		3,96 M²	%35	%27	Emin 456 Eort 971 Emax 2029	204 464 991	453 963 1951	35,5 76 153	161 324 625	71,5 145 281			
N-W180xH220-XuYc-SH00		3,96 M²	%35	%27	Emin 259 Eort 614 Emax 1416	122 273 618	256 604 1337	21,4 47,9 105	92,5 204 432	40 91,4 199			
N-W180xH140-XcYl-SH90		2,52 M²	%22	%17	Emin 272 Eort 633 Emax 1365	116 272 633	220 535 1373	21,6 48,3 104	87,3 199 428	36,3 85,3 204	2,263	%8 AZALIŞ	
N-W130xH140-XcYc-SH90		1,82 M²	%16	%12	Emin 162 Eort 409 Emax 1029	73,2 186 461	160 405 979	12,9 32,2 76,3	54,8 135 310	25,9 62,6 145			
N-W130xH140-XcYl-SH90		1,82 M²	%16	%12	Emin 169 Eort 407 Emax 1005	65,1 166 466	130 301 862	12,7 30,2 76,2	50,1 122 314	20,7 48,4 132			
N-W90xH140-XcYc-SH90		1,26 M²	%11	%9	Emin 125 Eort 317 Emax 804	57,7 145 372	125 318 792	9,97 25,1 60,7	43,3 106 249	19,5 48,5 115	1,251	%49 AZALIŞ	
N-W90xH140-XcYl-SH90		1,26 M²	%11	%9	Emin 136 Eort 332 Emax 782	55,7 140 378	108 262 745	10,3 24,9 60,5	41,1 101 252	17,3 41,7 114			
N-W60xH140-XcYc-SH90		0,84 M²	%8	%6	Emin 76,8 Eort 197 Emax 498	34,1 90,7 240	73,3 196 494	5,9 15,4 38,4	25,9 64,6 159	11,6 30,1 73,3			
N-W60xH140-XcYl-SH90		0,84 M²	%8	%6	Emin 80,7 Eort 206 Emax 497	35 89,4 239	67,4 172 501	6,46 15,7 38,4	26 63,9 159	11 27,2 74,6	0,738	%70 AZALIŞ	
N-W210xH140-XcYc-SH90		2,94 M²	%26	%20	Emin 304 Eort 727 Emax 1698	137 325 750	300 719 1623	24,5 57 126	103 241 514	47,8 110 235			
N-W210xH140-XcYl-SH90		2,94 M²	%26	%20	Emin 319 Eort 730 Emax 1578	138 320 713	285 668 1580	24,6 56,3 118	105 235 489	44,3 103 230			
N-W240xH140-XcYc-SH90		3,36 M²	%30	%23	Emin 350 Eort 806 Emax 1802	157 360 795	338 793 1752	27,6 62,9 135	118 268 558	54,5 121 251	3,058	%24 ARTIŞ	
N-W240xH140-XcYl-SH90		3,36 M²	%30	%23	Emin 352 Eort 801 Emax 1758	158 356 777	333 775 1747	28,1 62,5 130	120 265 550	52,4 119 253			

EK-8. Güney yönünde olduğu kabul edilen pencerelerin CIE orta gök modeli gün ışığı aydınlık düzeyi simülasyon sonuçları

DEĞİŞEN PENCERE BOYUTLARINA VE KONUMLARINA GÖRE GÜNEY YÖNÜNE AİT SİMÜLASYON LARDAN ELDE EDİLEN DOĞAL AYDINLIK DÜZEYİ DEĞERLERİ (CIE ORTA GÖK MODELİ)												
PENCERE ÇEŞİTLERİ	PENCERE ALANI	WWR % (PEN. ALANI/ DUVAR ALANI)	WFR % (PEN. ALANI/ TABAN ALANI)	AYDINLIK DÜZEYİ (lux)	21 HAZİRAN			21 ARALIK			GÜN IŞIĞI ÇARPANI (DF %)	MEVCUT DURUMA GÖRE GÜN IŞIĞI ÇARPANI DEĞİŞİM YÜZDESİ
					09.00	12.00	16.00	09.00	12.00	16.00		
S-W180xH140-XcYc-SH90		2,52 M ²	%22	%17	Emin 269 Eort 646 Emax 1486	248 622 1487	304 750 1816	52,3 114 238	480 3559 5692	132 286 1278	2,455	MEVCUT
S-W180xH140-XaYc-SH145		2,52 M ²	%22	%17	Emin 386 Eort 744 Emax 1375	365 825 1755	418 879 1757	70,2 129 217	655 3708 5115	188 333 550	3,026	%23 ARTIŞ
S-W180xH140-XuYc-SH20		2,52 M ²	%22	%17	Emin 110 Eort 244 Emax 594	114 234 528	126 283 715	22,1 45,9 102	203 796 4530	55,5 112 929	0,868	%65 AZALIŞ
S-W180xH100-XcYc-SH110		1,80 M ²	%16	%12	Emin 182 Eort 459 Emax 1090	168 426 1042	207 532 1309	35,4 82,3 178	335 2721 5122	88,6 203 1115	1,740	%29 AZALIŞ
S-W180xH100-XaYc-SH160		1,80 M ²	%16	%12	Emin 245 Eort 501 Emax 959	233 555 1215	282 597 1215	47,3 89,1 151	425 2869 4524	125 230 377	2,044	%17 AZALIŞ
S-W180xH100-XuYc-SH60		1,80 M ²	%16	%12	Emin 89,3 Eort 225 Emax 571	92,7 204 479	103 258 676	18,5 41,5 97,5	161 759 4472	45,7 101 913	0,794	%68 AZALIŞ
S-W180xH70-XcYc-SH125		1,26 M ²	%11	%9	Emin 121 Eort 307 Emax 743	109 280 698	142 357 897	24,4 56,1 125	223 2028 4675	60 135 296	1,174	%52 AZALIŞ
S-W180xH70-XaYc-SH160		1,26 M ²	%11	%9	Emin 153 Eort 330 Emax 657	139 340 762	168 388 806	29,2 59,1 105	262 2133 4238	77,2 151 264	1,320	%46 AZALIŞ
S-W180xH70-XuYc-SH90		1,26 M ²	%11	%9	Emin 78,2 Eort 209 Emax 552	71,4 180 455	90 239 653	15,7 37,8 93,8	137 719 4441	38,2 91,9 902	0,740	%70 AZALIŞ
S-W180xH50-XcYc-SH135		0,90 M ²	%8	%6	Emin 188 Eort 451 Emax 571	168 443 575	219 575 77,3	15,6 34,8 77,3	144 1405 4205	37,6 84 190	0,715	%71 AZALIŞ
S-W180xH50-XaYc-SH160		0,90 M ²	%8	%6	Emin 86,2 Eort 201 Emax 436	72,7 196 497	99,2 236 551	17,2 36,8 70,9	155 1387 3976	43 92,7 179	0,793	%68 AZALIŞ
S-W180xH50-XuYc-SH110		0,90 M ²	%8	%6	Emin 57,8 Eort 155 Emax 392	50,1 131 339	66,4 179 491	11,5 28,5 70,1	102 648 4212	28 70 848	0,559	%77 AZALIŞ
S-W180xH185-XcYc-SH67		3,33 M ²	%30	%23	Emin 340 Eort 778 Emax 1712	332 787 1822	401 913 2116	66,4 138 274	598 4230 5968	169 348 1376	2,993	%22 ARTIŞ
S-W180xH185-XaYc-SH100		3,33 M ²	%30	%23	Emin 443 Eort 936 Emax 1890	425 991 2186	501 1102 2379	84,6 163 300	760 4438 6091	218 415 1441	3,678	%50 ARTIŞ
S-W180xH185-XuYc-SH00		3,33 M ²	%30	%23	Emin 155 Eort 363 Emax 878	168 347 793	184 422 1060	31,8 67,4 149	292 1646 4965	80,8 167 1042	1,318	%46 AZALIŞ
S-W180xH220-XcYc-SH50		3,96 M ²	%35	%27	Emin 415 Eort 899 Emax 1839	391 937 2085	476 1063 2333	81,3 159 301	731 4418 6172	207 400 1443	3,507	%43 ARTIŞ
S-W180xH220-XaYc-SH65		3,96 M ²	%35	%27	Emin 468 Eort 981 Emax 1945	456 1038 2272	530 1158 2484	89,1 172 317	794 4510 6277	226 433 1492	3,834	%56 ARTIŞ
S-W180xH220-XuYc-SH00		3,96 M ²	%35	%27	Emin 255 Eort 619 Emax 1364	261 603 1378	299 726 1699	52,9 112 232	502 3285 5654	133 279 1266	2,333	%5 AZALIŞ
S-W180xH140-XcYl-SH90		2,52 M ²	%22	%17	Emin 232 Eort 551 Emax 1409	235 561 1469	321 750 1645	46,8 101 233	427 2531 5641	135 292 1192	2,264	%8 AZALIŞ
S-W130xH140-XcYc-SH90		1,82 M ²	%16	%12	Emin 165 Eort 417 Emax 1002	156 412 1039	188 487 1255	31,9 73,4 159	301 2425 5050	81,9 183 402	1,594	%35 AZALIŞ
S-W130xH140-XcYl-SH90		1,82 M ²	%16	%12	Emin 133 Eort 307 Emax 862	132 322 976	197 480 1216	26,2 57,1 148	239 649 4972	85,3 191 962	1,349	%45 AZALIŞ
S-W90xH140-XcYc-SH90		1,26 M ²	%11	%9	Emin 127 Eort 325 Emax 809	121 324 903	149 378 968	24,2 57,9 134	230 1983 4840	64,5 143 326	1,248	%49 AZALIŞ
S-W90xH140-XcYl-SH90		1,26 M ²	%11	%9	Emin 112 Eort 266 Emax 754	107 277 895	159 396 949	21,4 49 134	195 567 4825	67,8 146 921	1,148	%53 AZALIŞ
S-W60xH140-XcYc-SH90		0,84 M ²	%8	%6	Emin 74,9 Eort 200 Emax 502	73,8 200 547	87,1 231 604	14,6 35,2 80	139 1282 4368	37,1 87,5 195	0,765	%69 AZALIŞ
S-W60xH140-XcYl-SH90		0,84 M ²	%8	%6	Emin 69,9 Eort 175 Emax 507	68,7 183 561	92,8 243 599	13,5 31,7 83,3	124 419 4361	39,8 88,6 184	0,733	%70 AZALIŞ
S-W210xH140-XcYc-SH90		2,94 M ²	%26	%20	Emin 314 Eort 738 Emax 1657	293 703 1633	366 868 2039	60,3 132 347	559 3818 5910	150 340 1355	2,794	%14 ARTIŞ
S-W210xH140-XcYl-SH90		2,94 M ²	%26	%20	Emin 294 Eort 687 Emax 1610	272 674 1616	363 861 1887	55,2 123 264	527 3484 5845	154 338 1292	2,686	%9 ARTIŞ
S-W240xH140-XcYc-SH90		3,36 M ²	%30	%23	Emin 350 Eort 809 Emax 1764	330 775 1739	408 959 2163	69,8 144 357	637 3934 5988	173 380 1405	3,060	%25 ARTIŞ
S-W240xH140-XcYl-SH90		3,36 M ²	%30	%23	Emin 347 Eort 800 Emax 1786	322 763 1733	406 949 2114	67,5 143 362	619 3924 6005	171 377 1379	3,027	%23 ARTIŞ

EK-9. CIE kapalı ve orta gök modelinde bütün yönler için yapılan gün ışığı aydınlık düzeyi simülasyonlarının sonuçları

DEĞİŞEN PENCERE BOYUTLARINA VE KONUMLARINA GÖRE SİMÜLASYON YOLUYLA HESAPLANAN DOĞAL AYDINLIK DÜZEYİ DEĞERLERİ (lux)																																
PENCERE ÇEŞİTLERİ	PENCERE ALANI	AYDINLIK DÜZEYİ (E _{int}) (lux)	KAPALI GÖK MODELİ						GÜN İŞİĞİ ÇARPANI (DF %)	ORTA GÖK MODELİ						GÜN İŞİĞİ ÇARPANI (DF %)																
			21 HAZİRAN			21 ARALIK				21 HAZİRAN			21 ARALIK																			
			09.00	12.00	16.00	09.00	12.00	16.00		09.00	12.00	16.00	09.00	12.00	16.00																	
	W180xH140-XcYc-SH90	2,52 M²	Doğu (E)	311	463	363	71	219	113	2,457	3378	564	343	136	481	96,5	2,457	3378	564	343	136	481	96,5	2,457	3378	564	343	136	481	96,5	2,457	
			Batı (W)	312	464	363	71,2	220	114	2,458	312	309	2125	45,8	363	283	2,458	312	309	2125	45,8	363	283	2,458	312	309	2125	45,8	363	283	2,458	
	W180xH140-XaYc-SH145	2,52 M²	Kuzey (N)	314	466	365	71,5	221	114	2,458	638	825	625	49,6	211	96,3	2,458	638	825	625	49,6	211	96,3	2,458	638	825	625	49,6	211	96,3	2,458	
			Güney (S)	311	463	362	70,9	219	113	2,455	646	622	750	114	3559	286	2,455	646	622	750	114	3559	286	2,455	646	622	750	114	3559	286	2,455	
	W180xH140-XuYc-SH20	2,52 M²	Doğu (E)	394	587	459	89,9	278	144	3,025	5721	738	407	149	541	111	3,025	5721	738	407	149	541	111	3,025	5721	738	407	149	541	111	3,025	
			Batı (W)	395	588	460	90,1	278	144	3,025	364	394	4461	53,5	408	328	3,025	364	394	4461	53,5	408	328	3,025	364	394	4461	53,5	408	328	3,025	
	W180xH100-XcYc-SH110	1,80 M²	Kuzey (N)	395	587	460	90	278	144	3,025	734	363	734	57,2	246	110	3,025	734	363	734	57,2	246	110	3,025	734	363	734	57,2	246	110	3,025	
			Güney (S)	395	587	460	90,1	278	144	3,026	744	825	879	129	3708	333	3,026	744	825	879	129	3708	333	3,026	744	825	879	129	3708	333	3,026	
	W180xH100-XaYc-SH160	1,80 M²	Doğu (E)	107	159	125	24,4	75,4	39	0,869	614	209	128	55,6	188	37	0,869	107	160	125	24,5	75,7	39,2	0,869	118	115	616	17,3	140	114	0,869	
			Batı (W)	107	160	125	24,5	75,7	39,2	0,869	118	115	616	17,3	140	114	0,869	107	159	125	24,4	75,4	39	0,869	614	209	128	55,6	188	37	0,869	
	W180xH100-XuYc-SH60	1,80 M²	Kuzey (N)	108	161	126	24,7	76,3	39,4	0,870	243	108	235	19,2	80,6	36,3	0,870	108	161	126	24,6	76	39,3	0,868	244	234	283	45,9	796	112	0,868	
			Güney (S)	108	161	126	24,6	76	39,3	0,868	244	234	283	45,9	796	112	0,868	107	159	125	24,4	75,4	39	0,869	614	209	128	55,6	188	37	0,869	
	W180xH70-XcYc-SH125	1,26 M²	Batı (W)	218	325	254	49,8	154	79,4	1,739	220	213	1166	32,4	258	201	1,739	218	324	254	49,7	154	79,4	1,740	448	198	444	35,3	149	67,8	1,740	
			Kuzey (N)	218	325	254	49,8	154	79,6	1,740	448	198	444	35,3	149	67,8	1,740	218	325	254	49,8	154	79,4	1,739	220	213	1166	32,4	258	201	1,739	
	W180xH70-XaYc-SH160	1,26 M²	Kuzey (N)	220	327	256	50,1	155	80	1,740	459	426	532	82,3	2721	203	1,740	220	327	256	50,1	155	80	1,740	459	426	532	82,3	2721	203	1,740	
			Güney (S)	220	327	256	50,1	155	80	1,740	459	426	532	82,3	2721	203	1,740	220	327	256	50,1	155	80	1,740	459	426	532	82,3	2721	203	1,740	
	W180xH70-XuYc-SH90	1,26 M²	Doğu (E)	268	399	312	61,2	189	97,7	2,044	4190	493	274	103	372	74,7	2,044	267	397	311	60,9	188	97,7	2,043	248	266	2932	36,2	277	228	2,043	
			Batı (W)	267	397	311	60,9	188	97,3	2,043	248	266	2932	36,2	277	228	2,043	267	398	311	61	188	97,4	2,044	501	555	597	89,1	2869	230	2,044	
	W180xH50-XcYc-SH35	0,90 M²	Kuzey (N)	267	398	311	61	188	97,4	2,044	501	555	597	89,1	2869	230	2,044	267	398	311	61	188	97,4	2,044	501	555	597	89,1	2869	230	2,044	
			Güney (S)	267	398	311	61	188	97,4	2,044	501	555	597	89,1	2869	230	2,044	267	398	311	61	188	97,4	2,044	501	555	597	89,1	2869	230	2,044	
	W180xH50-XaYc-SH160	0,90 M²	Doğu (E)	98,2	146	114	22,4	69,2	35,8	0,793	548	186	120	51,9	171	33,8	0,793	98,2	145	114	22,3	68,9	35,6	0,792	106	104	550	16	128	101	0,792	
			Batı (W)	97,6	145	114	22,2	68,7	35,5	0,793	223	96,4	217	17,4	73,5	33,7	0,793	97,6	145	114	22,2	68,7	35,5	0,793	223	96,4	217	17,4	73,5	33,7	0,793	
	W180xH50-XuYc-SH60	0,90 M²	Kuzey (N)	97,1	144	113	22,2	68,4	35,4	0,794	225	204	258	41,5	759	101	0,794	97,1	144	113	22,2	68,4	35,4	0,794	225	204	258	41,5	759	101	0,794	
			Güney (S)	97,1	144	113	22,2	68,4	35,4	0,794	225	204	258	41,5	759	101	0,794	97,1	144	113	22,2	68,4	35,4	0,794	225	204	258	41,5	759	101	0,794	
	W180xH185-XcYc-SH100	3,33 M²	Doğu (E)	147	219	171	33,5	103	53,5	1,175	1213	251	160	64	232	45,5	1,175	147	218	171	33,5	103	53,3	1,174	147	219	171	33,5	103	53,3	1,174	
			Batı (W)	147	218	171	33,5	103	53,5	1,174	147	140	782	21,7	174	133	1,174	147	218	171	33,5	103	53,3	1,174	147	219	171	33,5	103	53,3	1,174	
	W180xH185-XaYc-SH100	3,33 M²	Kuzey (N)	146	218	170	33,4	103	53,3	1,174	303	130	296	23,6	96,9	45,6	1,174	146	218	170	33,4	103	53,4	1,174	307	130	280	357	56,1	2028	135	1,174
			Güney (S)	147	218	171	33,4	103	53,4	1,174	307	130	296	23,6	96,9	45,6	1,174	147	218	171	33,4	103	53,4	1,174	307	130	280	357	56,1	2028	135	1,174
	W180xH220-XcYc-SH60	3,96 M²	Doğu (E)	171	254	199	38,9	120	62,2	1,322	2620	302	178	68,4	243	48,9	1,322	170	253	198	38,8	120	62	1,320	161	167	1359	23,6	183	149	1,320	
			Batı (W)	170	253	198	38,8	120	62	1,320	161	167	1359	23,6	183	149	1,320	171	254	199	38,9	120	61,9	1,320	324	153	323	25,2	108	48,9	1,320	
	W180xH220-XaYc-SH65	3,96 M²	Kuzey (N)	170	252	198	38,7	120	61,8	1,320	330	340	388	59,1	2133	151	1,320	170	252	198	38,7	120	61,8	1,320	330	340	388	59,1	2133	151	1,320	
			Güney (S)	170	252	198	3																									



GAZİ GELECEKTİR...