



**KTO KARATAY ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
MİMARLIK ANABİLİM DALI
TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**KÜTÜPHANELERDE ETKİN GÜN IŞIĞI SİSTEMLERİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ; KONYA İL HALK KÜTÜPHANESİ ÖRNEĞİ**

BERNA ÜSTÜNDAĞ DİKİCİ

Yüksek Lisans Tezi

**KONYA
Ocak 2023**

KÜTÜPHANELERDE ETKİN GÜN IŞIĞI SİSTEMLERİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ; KONYA İL HALK KÜTÜPHANESİ ÖRNEĞİ

BERNA ÜSTÜNDAĞ DİKİCİ

KTO Karatay Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Mimarlık Anabilim Dalı
Tezli Yüksek Lisans Programı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Ayşegül TEREÇİ

Konya
Ocak 2023

BİLDİRİM

Enstitü tarafından onaylanan Yüksek Lisans tezimin tamamını veya herhangi bir kısmını basılı veya dijital biçimde arşivleme ve aşağıda belirtilen koşullar dahilinde erişime açma iznini KTO Karatay Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle, Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak ve gelecekteki çalışmalar (makale, kitap, lisans, patent vb.) için tezimin tamamının veya bir bölümünün kullanım hakları yalnızca bana ait olacaktır.

Tezimin bütünüyle kendi çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izinle kullanılması zorunlu olan kaynakları, yazılı izin alarak kullandığımı ve istenildiğinde izinlerin suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayımlanan “Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge” kapsamında, tezim, aşağıda belirtilen koşullar haricince, YÖK Ulusal Tez Merkezi ve KTO Karatay Üniversitesi Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

Enstitü / Fakülte Yönetim Kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl ertelenmiştir.¹

Enstitü / Fakülte Yönetim Kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 6 ay ertelenmiştir.²

Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir.³⁴

25 Ocak 2023

Berna ÜSTÜNDAĞ DİKİCİ

¹ MADDE 6(1) Lisansüstü teze ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.

² MADDE 6(2) Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internetten paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkanı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.

³ MADDE 7(1) Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezin yapıldığı kurum tarafından verilir. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.

⁴ MADDE 7(2) Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir.

ETİK BEYAN

KTO Karatay Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez/Proje Hazırlama ve Yazım Kurallarına uygun olarak Doç. Dr. Ayşegül TERECİ danışmanlığında tarafımdan üretilen bu tez/proje çalışmasında; sunduğum tüm veri, enformasyon, bilgi ve belgeleri bilimsel etik kuralları çerçevesinde elde ettiğimi, tüm değerlendirme, analiz, bulgu ve sonuçları bilimsel usullere uygun olarak sunduğumu, tez/proje çalışmasında yararlandığım kaynakların tümüne bilimsel normlara uygun biçimde atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, tezimin/projemin kaynak gösterilen durumlar dışında özgün olduğunu bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

25 Ocak 2023

Berna ÜSTÜNDAĞ DİKİCİ

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans çalışmalarında her aşamasında yardımını, desteğini ve sabrını benden esirgemeyen, bilgi ve tecrübesini her zaman benimle paylaşan tez danışman hocam Doç. Dr. Ayşegül TEREĆİ'ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca yanımda olan ve desteklerini, ilgilerini benden esirgemeyen, çalışmamı gerçekleştirmek için yaptıkları fedakarlıklarla yardımcı olan annem Ferah Üstündağ'a, babam Murat Üstündağ'a, kardeşim Asil Üstündağ'a ve her daim bilgisayar programlarında bilgisini benle paylaşan ve destek olan kardeşim Furkan Üstündağ'a, çalışma ortamını gerçekleştirmekte destek olan eşim Şefik Dikici'ye ve son olarak ondan çaldığım zamanlardan dolayı göstermiş olduğu sabırdan dolayı küçük destekçim, canım kızım Alya Dikici'ye teşekkürlerimi sunarım.

Ocak 2023

Berna ÜSTÜNDAĞ DİKİCİ

ÖZET

Berna ÜSTÜNDAĞ DİKİCİ

Kütüphanelerde Etkin Gün Işığı Sistemlerinin Değerlendirilmesi;

Konya İl Halk Kütüphanesi Örneği

Yüksek Lisans

Konya, 2023

Kütüphane yapıları genç bir kitle tarafından aktif bir şekilde kullanılan ve kullanıcı konforu, verimi ve sağlığı yönünden önemli alanlardır. Bu sebeple kütüphane yapılarında doğal aydınlatma işleyişinin işleve ve görsel konfor şartlarını karşılayacak şekilde yapılandırılmalıdır. Bu tezle kütüphane mekanlarında, aydınlatma kriterleri doğrultusunda etkin gün ışığı sistemlerinin kütüphane binalarında değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çalışma alanı olarak seçilen Konya İlinde bulunan Konya İl Halk Kütüphanesinin okuma salonu incelenmek üzere örnek mekân olarak belirlenmiştir. Bu kapsamda, kütüphane binasında 19.09.2022-24.09.2022 ve 19.10.2022-24.10.2022 tarihleri arasında aydınlık düzeyi ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Kullanıcılara yapılan memnuniyet anketi çalışması ile bu sonuçlar değerlendirilmiştir. Çalışmada kullanılan bu örnek alan modellenerek Grasshopper Honeybee programında parametrik olarak aydınlatma analizi yapılmıştır. Simülasyon çalışmasında kullanılan gün ışığı sistemlerinin seçiminde binaya sonradan uygulanabilir sistemler dikkate alınmıştır. Bölgenin iklim özellikleri ve gün ışığı gereksinimleri de dikkate alınarak cephede ışık rafı, prizmatik panel ve lazer kesim panelin kullanılması aydınlık düzeyini iyileştirmesi için uygun bulunmuştur. Bu analizler, ölçüm verileriyle beraber incelenerek Konya İl Halk Kütüphanesi'nde aydınlık düzeyi iyileştirilmesine yönelik çeşitli önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler

Doğal aydınlatma, kütüphane aydınlatması, etkin gün ışığı sistemleri

ABSTRACT

Berna ÜSTÜNDAĞ DİKİCİ

Evaluation of Effective Daylight Systems in Libraries;

Konya İl Halk Kütüphanesi Example

Master's Thesis

Konya, 2023

Library buildings are actively used by a young audience and are significant areas in terms of user comfort, efficiency and health. For this reason, natural lighting in library buildings should be configured to meet the function and visual comfort conditions. In this thesis, it is aimed to evaluate effective daylighting systems in library buildings in line with the lighting criteria in library spaces. The reading room of Konya Provincial Public Library in Konya Province, which was selected as the study area, was determined as a sample space to be examined. In this context, illuminance measurements were carried out in the library building between 19.09.2022-24.09.2022 and 19.10.2022-24.10.2022. These results were evaluated with a user satisfaction survey. This sample area used in the study was modeled and a parametric lighting analysis was performed in Grasshopper Honeybee software. In the selection of daylighting systems used in the simulation study, systems that can be applied to the building were taken into consideration. Considering the climatic characteristics and daylight requirements of the region, the use of light shelf, prismatic panel and laser cut panel on the facade was found appropriate to improve the illuminance level. These analyzes are examined together with the measurement data, and various suggestions are made for improving the illuminance level in Konya Provincial Public Library.

Keywords

Natural lighting, library lighting, effective daylight systems

İÇİNDEKİLER

BİLDİRİM	i
ETİK BEYAN.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET	v
ABSTRACT.....	vi
TABLolar DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
SİMGELER DİZİNİ	xiii
KISALTMALAR DİZİNİ.....	xiv
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı	3
1.2. Çalışmanın Kapsamı.....	3
2. KÜTÜPHANE YAPILARI.....	4
2.1. Kütüphanenin Tanımı.....	4
2.2. Kütüphane Türleri	4
2.3. Kütüphane Yapılarının Tasarım Kriterleri ve Mekânsal Özellikleri.....	6
3. KÜTÜPHANELERDE AYDINLATMA	11
3.1. Kütüphane Yapılarında Aydınlatma Kriterleri.....	14
3.1.1. Gün Işığı Faktörü.....	14
3.1.2. Aydınlık Düzeyi Faktörü	16
3.1.3. Kamaşma Faktörü	17
3.1.4. Işık Rengi.....	18
3.1.5. Parıltı Oranları	21
3.2. Etkin Gün Işığı Sistemleri	21
3.2.1. Işık Rafları	23
3.2.2. Anidolik Tavanlar	26
3.2.3. Anidolik Açıklıklar	30
3.2.4. Anidolik Petek Sistemleri	33
3.2.5. Prizmatik Paneller.....	35
3.2.6. Lazer Kesim Paneller.....	38
3.2.7. Holografik Optik Elemanlar	41
3.2.8. Işık Tüpleri.....	45
3.2.9. Heliostatlar.....	49

3.2.10. Güneş Yönlendirici Cam	54
3.3. Bölüm Özeti	57
4. MATERYAL VE METOT	61
4.1. Çalışma Alanı	61
4.2. Çalışma Metodu	65
4.2.1. Mekân Aydınlik Düzeyi Ölçümü	67
4.2.2. Anket Çalışması.....	68
4.2.3. Kütüphane Binasının Modelinin Oluşturulması ve Simülasyonu	69
5. Bulgular.....	70
5.1. Çalışma Salonunun Ölçüm Cihazı Verileri ile Değerlendirilmesi	70
5.1.1. 19.09.2022-24.09.2022 Tarihleri Arasındaki Aydınlik Düzeyi Ölçüm Sonuçları.....	70
5.1.2. 19.12.2022-24.12.2022 Tarihleri Arasındaki Aydınlik Düzeyi Ölçüm Sonuçları.....	73
5.2. Kütüphane Aydınlatma Memnuniyetinin Araştırılması.....	75
5.2.1. Anket Katılımcılarının Kişisel Verileri	76
5.2.2. Anket Katılımcılarının Genel Memnuniyeti.....	77
5.2.3. Anket Katılımcılarının Genel Değerlendirilmesi	79
5.2.4. Anket Katılımcılarının Parlama Deneyimi	81
5.2.5. Anket Katılımcılarının Elektrikli Aydınlatmaya Olan Bakış Açısı.....	82
5.2.6. Anket Katılımcılarının Mevcut Durum Hakkındaki Düşünceleri	83
5.2.7. Anket Katılımcıların Bu Anda Odada Elektrikli Işık ve Gün Işığı Değerlendirmesi.....	85
5.3. Aydınlik Seviyesi Değerlerinin Karşılaştırılması.....	86
5.3.1. 21 Haziran 08:00 Simülasyon Sonuçları	87
5.3.2. 21 Haziran 11:00 Simülasyon Sonuçları	90
5.3.3. 21 Haziran 14:00 Simülasyon Sonuçları	92
5.3.4. 21 Haziran 17.00 Simülasyon Sonuçları	94
5.3.5. 23 Eylül/21 Mart 08:00 Simülasyon Sonuçları	96
5.3.6. 23 Eylül/21 Mart 11:00 Simülasyon Sonuçları	98
5.3.7. 23 Eylül/21 Mart 14:00 Simülasyon Sonuçları	100
5.3.8. 23 Eylül/21 Mart 17:00 Simülasyon Sonuçları	102
5.3.9. 21 Aralık 08:00 Simülasyon Sonuçları.....	104
5.3.10. 21 Aralık 11:00 Simülasyon Sonuçları.....	106
5.3.11. 21 Aralık 14:00 Simülasyon Sonuçları.....	108

5.3.12. 21 Aralık 17:00 Simülasyon Sonuçları.....	110
5.4. Bölüm Sonucu	112
6. SONUÇ	115
KAYNAKLAR	117
EK 1. KONYA İL HALK KÜTÜPHANESİ KAT PLANLARI.....	122
EK 2. KONYA İL HALK KÜTÜPHANESİ AYDINLATMA MEMNUNİYET ANKETİ.....	127
EK 3. ETİK KURUL İZİNİ	129

TABLolar DİZİNİ

- Tablo 1 Önerilen aydınlık düzeyleri **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**
- Tablo 2 Kütüphane bölümlerinde önerilen kamaşma indeksi..... **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**
- Tablo 3 Renklerin yanstıma katsayıları **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**
- Tablo 4 Tüm gökyüzü tiplerinde aydınlık oranı iyileştirme faktörü..... **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**
- Tablo 5 Prizmatik panelin dört mevsimde yapılan ölçümler sonucunda elde edilen aydınlık düzeyleri ve gün ışığı faktörleri **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**
- Tablo 6 Konya yıllık gökyüzü durumu grafiği **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**
- Tablo 7 Konya aylık ortalama radyasyon bulguları.. **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**
- Tablo 8 Cronbach Alfa değerleri..... **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**
- Tablo 9 Anket katılımcılarına ait kişisel veriler..... **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**
- Tablo 10 Anket katılımcılarının genel memnuniyeti **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**
- Tablo 11 Anket katılımcılarının genel değerlendirmesi..... **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**
- Tablo 12 Anket katılımcılarının parlama deneyimi .. **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**
- Tablo 13 Anket katılımcılarının elektrikli aydınlatmaya olan bakış açısı**Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**
- Tablo 14 Anket katılımcılarının mevcut durum hakkındaki düşünceleri.....**Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**
- Tablo 15 Anket katılımcılarının bu anda odada elektrikli ışık ve gün ışığı değerlendirmesi **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**
- Tablo 16 21 Haziran 08:00 Simülasyon Sonuçları ... **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**
- Tablo 17 21 Haziran 11:00 Simülasyon Sonuçları 91
- Tablo 18 21 Haziran 14:00 Simülasyon Sonuçları 93
- Tablo 19 21 Haziran 17:00 Simülasyon Sonuçları **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**
- Tablo 20 23 Eylül/21 Mart 08:00 Simülasyon Sonuçları 97
- Tablo 21 23 Eylül/21 Mart 11:00 Simülasyon Sonuçları **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**
- Tablo 22 23 Eylül/21 Mart 14:00 Simülasyon Sonuçları **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**
- Tablo 23 23 Eylül/21 Mart 17:00 Simülasyon Sonuçları **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**
- Tablo 24 21 Aralık 08:00 Simülasyon Sonuçları..... **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**
- Tablo 25 21 Aralık 11:00 Simülasyon Sonuçları..... **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**

Tablo 26 21 Aralık 14:00 Simülasyon Sonuçları..... **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**

Tablo 27 21 Aralık 17:00 Simülasyon Sonuçları..... **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1 Esnek mekân kullanımına yönelik plan çalışması	7
Şekil 2 Kütüphanelerin Evrimi	8
Şekil 3 Kütüphane yapısının mekân organizasyonu	9
Şekil 4 Mekân içine alınan gün ışığını etkileyen unsurlar	15
Şekil 5 Kütüphanelerde tavsiye edilen iç yüzey yansıtıcılık değeri.....	20
Şekil 6 Işık rafı çalışma prensibi	23
Şekil 7 Işık rafının mevsime göre uygulanması	24
Şekil 8 Anidolik tavan sistemi	27
Şekil 9 Anidolik Açıklıklar	31
Şekil 10 47° kuzey enlemi için tasarlanan Anidolik Zenital Toplayıcının kabul sektörünü gösteren şema.	31
Şekil 11 Tessin Kantonu Arşivleri binasının anidolik tepe açıklığı sisteminin de eklendiği atrium kesiti.....	32
Şekil 12 Anidolik petek sistemi	33
Şekil 13 Test odasının cephesinin görünümü (solda), arka sırada oturan bir kullanıcının görüş alanındaki parlaltı değerleri (sağda) görülmektedir	34
Şekil 14 Prizmatik panellerin çalışma prensibi	35
Şekil 15 Prizmatik panellerin yaygın gün ışığında, direkt güneş ışığında, sabit güneş kontrol aracı ve hareketli güneş kontrol aracı olarak kullanımı.....	36
Şekil 16 Dört farklı kırılma açısına göre üretilen dört farklı prizmatik panel	36
Şekil 17 Lazer kesim panel örneği	39
Şekil 18 Lazer kesim panellerin farklı açılarda yerleştirilerek ışığı farklı yönlendirebilmesi.....	39
Şekil 19 Çatı kısmında kullanılan lazer kesim panellerin çalışma prensibi.....	40
Şekil 20 Holografik optik elemanın sağ tarafta kurulan test düzeneği gözüküyor, sol kısımda iç mekânda kırılan ışınlar gösteriliyor	42
Şekil 21 Holografik elemanın (Tepe ışığı kılavuzu kullanımı) çalışma prensibi.....	43
Şekil 22 Saydam gölgeleme sisteminin uygulaması	43
Şekil 23 Güneş ışığı toplayıcı sistemlerinin teknik çizimleri.....	44
Şekil 24 Güneş ışığı toplayıcı sistemler; IGA Sıra Evleri, Stuttgart, Almanya	44
Şekil 25 Gün ışığı tüpünün kullanım prensibinin şematik gösterimi	45
Şekil 26 Işık tüpünde yansıtıcı kubbe	46

Şekil 27 Işık Tüpü (Borusu) Bileşenleri.....	47
Şekil 28 Test odasının bileşenlerinin şeması	48
Şekil 29 Güneş ışınlarını toplayan sistem	49
Şekil 30 Heliostat Örneği	50
Şekil 31 Carpiano prototipinin taslağı	51
Şekil 32 İtalya, Capiano'daki Arthelio prototipinin Heliostat'ı	51
Şekil 33 İtalya, Carpiano'daki 3M dağıtım merkezindeki prototip	51
Şekil 34 Berlin prototipinin taslağı	52
Şekil 35 Heliostat, Berlin, Almanya'daki Semperlux binasının tepesinde.....	53
Şekil 36 ARTHELIO Prototip kurulumu Semperlux, Berlin'de	53
Şekil 37 Güneş ışığını yönlendiren cam sistemi	55
Şekil 38 Pencerenin üstüne yerleştirilen ışık yönlendiriciyi gösteren şematik kesit	56
Şekil 39 Bir binanın atriumuna yerleştirildiğinde, ışık yönlendirici camın davranışını gösteren kesit.....	56
Şekil 40 Vaziyet Planı.....	62
Şekil 41 Kütüphanede çalışma alanının konumu	63
Şekil 42 Çalışma Alanı Kesiti	63
Şekil 43 Gençlik Salonunun içten görünümü.....	65
Şekil 44 Gençlik salonu ölçüm noktaları ve planı	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
Şekil 45 Simülasyon Akış Şeması	67
Şekil 46 HOBİ veri kaydedici	67
Şekil 47 D1 Bölgesi Aydınlik Düzeyi.....	71
Şekil 48 Gençlik Salonu Aydınlik Düzeyi Ölçüm Sonuçları Grafiğı	72
Şekil 49 Gençlik Salonu Aydınlik Düzeyi Ölçüm Sonuçları Grafiğı	74
Şekil 50 Kamera bakış açısı ve konumu	87

SİMGELER DİZİNİ

Simge	Açıklama
Lx	lüks
E	Aydınlık düzeyi
ϕ	Işık akısı
A	Yüzey Alanı
m ²	metrekare
m	metre
cm	santimetre
mm	milimetre
K	Kelvin

KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltma	Açıklama
CAD	Computer Aided Drawing
CIE	Commission Internationale de l'Eclairage
CRI	Color Rendering Index
IFLA	The International Federation of Library Associations and Institutions
SSPS	Statistical Package For The Social Sciences
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
UGR	Unified Glare Rating
VSD	Virtual sky dome

1. GİRİŞ

Aydınlatma, bir ışık kaynağının bir nesneye veya bir alana ışık göndererek cismin görünürlüğünü sağlamasıdır. Aydınlatma tasarımının ana işlevi; iç çevreye ait alanı ve formları aydınlatmak ve insanların etkinlik yapmasına olanak vermek ve bu faaliyetleri rahatlıkla yapmalarını sağlamaktır. Aydınlatmanın temel bir bileşeni olan ışığın algılanması görüş alanındaki yayılan enerji sayesinde olmaktadır ve insanlık tarihi kadar eski olan aydınlatma, insanoğlu için vazgeçilmez bir unsur olmuştur. Geçmişten günümüze kadar gelen süreçte aydınlatmada da her alanda olduğu gibi yol kat edilmiştir. Endüstrinin gelişmesi, makineleşme ve teknolojinin gelişmesine bağlı olarak ilerleyen bu süreçte artan enerji gereksinimini karşılayabilmesi için kullanılan fosil yakıtlar, yaşanan çevreye ve insan sağlığına verdiği zararlar sebebiyle ihtiyaç olan enerjinin karşılanabilmesi amacıyla yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini arttırmıştır(Çiftçi ve Arpacıoğlu, 2021).

Yenilenebilir bir enerji kaynağı olan güneş, dış ortamda ve iç hacimde aydınlatma için kullanılan enerjiyi en aza indirmesi ve insan sağlığına olan olumlu etkileri yönünden önemlidir. Yapılan araştırmalar, gün ışığının bazı zihinsel ve fiziksel hastalıklar üzerinde iyileştirici etkisi olduğu için insan yaşam döngüsünün korunmasında ve iyileştirilmesinde önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Vücudun sinir ve iç salgı sistemleri hem gün ışığından etkilenir hem de uzun süre gün ışığının olmaması depresyon, zihinsel bozukluklar, uykusuzluk, yorgunluk, davranış bozuklukları gibi ciddi sorunlara neden olmaktadır(L. Edwards ve Torcellini, 2002). İnsan vücudu binlerce yıldır gün ışığına maruz kaldığı için fizyolojik ve kimyasal bir dengeye ulaşmıştır. Güneş ışınlarına maruz kalma ve güneş ışınlarının emilimi, vücut için birçok avantajı olan D vitamini üretimine yardımcı olmaktadır(Wurtman, 1975).

Ticari mekânlarda gün ışığı, satışları arttırmakta, konutlarda gün ışığına sürekli maruz kalan mekânlarda insanlar daha rahat uyumakta, hastanelerde pencereye yakın olan hastalarda uzak olanlara göre iyileşme oranı artmaktadır(Arpacıoğlu, Çalışkan, Şahin, 2019). Göz sağlığını koruyarak görme bozukluğunu engeller, görsel performansı arttırarak yapılan işin verimliliğini arttırmaktadır. Doğal ışığı kontrollü bir şekilde mekâna yönlendirilerek mekânsal kaliteyi arttırmakta ve ekosistemi olumlu yönde etkilemektedir. Gün ışığı ile aydınlatmada ana hedefler; gün ışığının etkin kullanımı ve düzgün bir aydınlatma sağlaması, kamaşmayı önlemek, yapay aydınlatmayla oluşan soğutma yükünü azaltmak, dış çevreyle ilişki kurmak olmalıdır.

Gün ışığı, insan davranışını, performansını, sağlığını ve üretkenliğini olumlu yönde etkilediğinden görsel konfor için en iyi fırsatı sağlamaktadır(Cheung ve Chung, 2008). Gün

ışığının da dahil olduğu kütüphane tasarımı, öğrencileri sınavla ilgili ders çalışma dönemleri dışında bu mekanlarda daha fazla zaman geçirmeye motive edebileceği için önemlidir(Othman ve Mazli, 2012). Kütüphane yapıları geçmişte sadece kitap ödünç alma ve ders çalışma yerleri idi. Fakat şimdi aynı zamanda iletişim, öğrenme ve sosyalleşme yerleri olmaktadır. Kütüphanedeki çalışma alanları öğrencilerin öğrenmesi, düşünmesi, keşfetmesi için önemli yerler olmaya devam etmektedir(Sternheim, 2016). Bu sebeple bu alanlardaki gün ışığının, kütüphanenin işlevlerini yerine getirebilmesi ve kullanıcı memnuniyetini sağlayabilmesi için iç konforu iyileştirecek şekilde tasarlanması gerekmektedir. Işık üretkenlik, ruh hali, duyu, dikkat ve biyolojik saat senkronizasyonu üzerinde çeşitli görsel ve görsel olmayan etkileri bulunmaktadır ve insan davranışını, sirkadiyen ritimleri, uykuyu ve vücudun çeşitli hastalıklara yol açmasında önemli bir rol oynamaktadır(Bellia, Pedace ve Barbato, 2013). Bununla birlikte, gün ışığı doğru kullanıldığında mekândan yararlanan kullanıcılar için yeterli alanlar ve yeterli koşullar oluşturmaktadır. Örneğin, binaların dış cephelerinde dış gölgeleme elemanları kullanılarak dış duvarlarda ve iç mekanlarda gün ışığı kamaşması kontrol edilebilmekte ve aynı zamanda enerji tüketimine de katkıda bulunmaktadır(Grobman, Capeluto ve Austern, 2017). Verimliliği olumsuz yönde etkileyen, gün ışığına olumsuz yönde katkıda bulunan faktörler arasında ise yüksek sıcaklıklar, yüksek aydınlatma seviyeleri ve aşırı kamaşma yer almaktadır(L. Edwards ve Torcellini, 2002). Bu yüzden kütüphanelerde aydınlatma önemli bir girdi olmaktadır. Kütüphane tasarım aşamasında gün ışığı dikkate alınmadığı takdirde, işletme aşamasında yapay aydınlatma kullanmanın maliyeti yüksek olabilmektedir. Bu da kullanıcıların davranışları üzerinde olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Gün ışığının kullanılması enerji kullanımını ve bina soğutma sorunlarını azaltmaktadır(Astrich, Morris ve Walters, 2009).

İnsan gözü ışık şiddetindeki değişikliklere hassastır ve bu durum okuma şartları için rahatsız edicidir. Ayrıca ışığın sürekli değişen açısı da okuyucuyu rahatsız etmektedir. Gün ışığı ile tasarım kamaşma, aşırı miktardaki ısıyı önlemek vb. bazı olumsuzlukları da beraberinde getirmesine rağmen gün ışığı mekânsal kaliteyi arttıran önemli bir parametredir(Bahtiyar Dursun, 2014). Bu durumda gölgeleme stratejisi oluşturulmalıdır. İstenmeyen gün ışığı farklı yöne yönlendirilerek, yutuculuğu ve geçirgenliği fazla olan özel cam kullanarak veya içten ya da dıştan gölgeleme elemanları kullanılarak düşürülebilmektedir.

1.1. Çalışmanın Amacı

Kütüphane binalarında bulunan okuma salonları okuma, yazma gibi faaliyetlerin yapıldığı mekanlardır. Bu alanlarda gün ışığı aydınlatma düzeniyle oluşturulan görsel konfor koşullarının; gerçekleştirilen faaliyetlere uygun bir şekilde kurgulanması gerekmektedir.

Bu tezin amacı aydınlatma kriterleri doğrultusunda etkin gün ışığı sistemlerini kütüphane yapısı üzerinden değerlendirmektir. Bu değerlendirmeler sonucunda çalışma alanı olarak seçilen Konya İlinde bulunan Konya İl Halk Kütüphanesinin okuma salonu incelenmek üzere örnek mekân olarak seçilmiştir. Çalışmada kullanılan bu örnek alan modellenerek Grasshopper Honeybee programında parametrik olarak aydınlatma analizi yapılmıştır. Böylelikle gün ışığı sistemlerinin kütüphanede kullanımları alan çalışması ile değerlendirilmiştir.

1.2. Çalışmanın Kapsamı

Kütüphanelerde aydınlatmanın ele alındığı bu çalışmanın ilk bölümünde çalışmanın amacı ve kapsamından bahsedilerek konuya giriş yapıldıktan sonra, ikinci bölümünde kütüphane yapılarının genel tanımı yapıp kütüphane türleri incelenmiştir. Burada ilk olarak kütüphane türleri tanımlandıktan sonra bu türlerin amaç ve işlevlerinden bahsedilmiştir. Kütüphane yapılarında tasarım kriterleri ve mekânsal özellikleri incelenmiştir. Çalışmanın üçüncü bölümünde mimari tasarımda gün ışığının öneminden bahsedildikten sonra kütüphanelerde aydınlatma incelenmiştir. Daha sonra mimari tasarımda aydınlatma kriterleri ve bu kriterlerin alt başlıkları ile etkin gün ışığı sistemleri ele alınarak örnek çalışmalar içeren literatür taraması yapılmıştır. Dördüncü bölümde ise çalışmanın materyal ve yöntemine dair açıklamalar yapıldıktan sonra, çalışma alanı olarak seçilen Konya Kentinin coğrafi özelliklerinden bahsedilerek Konya İl Halk Kütüphanesi incelenmiştir. Çalışma salonunda yapılan ölçüm ve anket çalışmasıyla desteklenmiştir. Çalışmada kullanılan bu örnek alan CAD yazılımı ile modellendikten sonra, Grasshopper eklentileri ve Radiance yazılımı ile aydınlatma analizi yapılmıştır. Son bölümde ise elde edilen bulgular özetlenmiş ve yapılan değerlendirme sonuçlarına göre kütüphane yapısında aydınlık düzeyini iyileştirmek için kullanılacak olan gün ışığı sistemi önerileri sunularak tez çalışması sonuçlandırılmıştır.

2. KÜTÜPHANE YAPILARI

Bu bölümde, önce kütüphanenin tanımı ve türleri ile ilgili bilgiler verilmiş daha sonra kütüphane yapılarında tasarım kriterleri ve mekânsal özellikleri ele alınmıştır.

2.1. Kütüphanenin Tanımı

Günümüzde ‘kütüphane’ anlamında kullanılan ‘bibliothek’ kelimesinin aslı Yunancadır ve Batı dünyasında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Eski Yunanca’ da bibliothek şeklindeki bu kelime, Latinceye bibliotheca olarak geçmiştir(Nuray, 1985). Bu kelime iki ayrı kelimenin birleşimiyle oluşmuştur. İlki biblos veya byblos şeklinde olup yazı malzemesi olarak kullanılan papirüsün yapraklarının oluşmasını sağlayan, aynı bitkinin özüne denmekte idi(Sinanoğlu, 1953). Daha sonraları papirus rulosu için de kullanılmıştır. Theke kelimesi ise herhangi bir yeri içine alan, koruyan yer demektir.

Doğan Hasol’un Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü’ne bakıldığında kütüphane, kitaplık ile birbirine benzer anlamda kullanılmaktadır ve kitaplık; kitap okumak için ayrılan alan, kütüphane; halk kitaplığı olarak ifade edilmektedir(Hasol, 1975). Kütüphane kelimesinin anlamı TDK sözlüğünde ise kitap satılan yer, kitapevi ya da kitapçı olarak ifade edilmektedir(TDK, 2005).

Baysal’ın “Kitap ve Kütüphane Tarihine Giriş” kitabında, kütüphaneler; bütün kullanıcıların faydalanması için yazılı, basılı, görsel ve işitsel bütün belgeleri toplayan ve bunları düzenleyerek en iyi faydalanma ortamını meydana getirerek etrafındakilere ulaştıran birimlerdir biçiminde ifade edilmektedir(Baysal, 1991).

Bu tanımlamalar kapsamında kütüphaneler bilgi kaynaklarının toplandığı, saklandığı, muhafaza edildiği, düzenlendiği ve insanların faydalanması için yararlandıkları mekanlardır. Kütüphanelerde tüm bilgi kaynakları basılmış veya basılmamış olsun, arandığı zaman en kolay şekilde bulunacak şekilde organize edilerek sınıflandırılır ve okuyucuyla buluşturulur.

2.2. Kütüphane Türleri

Çağlar boyunca bilginin ve kültürün odak noktası olan kütüphanelerin, teknolojinin gelişiminin bilgi-iletişimdeki hızını arttırması sebebiyle ve kütüphanelerin kullanıcılar tarafından benimsenmeleri amacıyla bu değişime uyum sağlaması gerekmektedir. Bu değişimin etkisi ile beraber kütüphane yapılarının farklı kurallara göre yönetim biçimine odaklanması, farklı hedeflere ve anlayışa sahip olmaları, kütüphane türlerinin ortaya çıkmasına sebep

olmuştur(Özarslantürk, 2019). Her kütüphane türü kullanıcı profili, toplama, derleme, araştırma, sergileme ve verdiği hizmet yönünden değişkenlik göstermektedir ve ait olduğu yere göre ismi şekillenmektedir. Bu şekilde kütüphaneleri türlerine göre ayırarak kullanıcılara sundukları hizmet yönünden daha etkin hale getirilerek kullanımı ve performansı arttırılmaktadır. Yani kütüphane türlerinin belli bir amacı ve işlevi vardır. Bunların belirlenmesinde, kütüphanenin konumu, kütüphane kullanıcılarının özellikleri, kütüphanenin sahip olduğu yayınlar gibi değişkenler rol oynamaktadır(Baysal, 1993). Kütüphaneler kullanıcı kitlesi ve niteliklerine göre halk, okul, üniversite, milli ve özel konu kütüphaneler gibi türlere ayrılmaktadır.

Halk Kütüphaneleri, cinsiyet, yaş, ırk, milliyet gözetmeden her sosyal sınıftaki ve meslekteki okuyucunun kültür ürünlerinden ve bilgiden parasız ve özgürce yararlanması hedefine yöneliktir(Baysal, 1993). Bu kütüphane yapıları kullanıcılara büyük bir bilgi yelpazesi içinden literatür kaynakları sunmaktadır. Bu kütüphanelerin akademik bir sorumluluğu veya spesifik bir arşivleme işlevi bulunmamaktadır. Yapısında sadece küçük arşivler bulundurabilmektedirler. Ayrıca kullanıcılar için sosyal mekânda sunan halk kütüphaneleri yapısında kafe, dinlenme odaları, oturma alanları gibi mekânlara sahip olabilmektedirler. Bu yapılardaki belgeler genellikle açık raflarda kullanıcıya sunulmaktadır(Neufert, 2008).

Okul Kütüphaneleri ise okullardaki ders programlarını zenginleştirmek, bireysel okuma ihtiyaçlarını karşılamak, kütüphanenin fırsatlarından yararlanarak, kütüphane kullanımını öğrenerek karakterleri eğiten ve sosyal davranışları oluşturmaya yardımcı olan yapılardır(Baysal, 1993). IFLA (Uluslararası Kütüphane Dernekleri ve Kurumları Federasyonu) ve UNESCO (Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü)'nun anlayışına göre okul kütüphaneleri, temel bilgi gereçlerini destekleyerek talebelere günümüz çağına uygun düşünceler sunmaktır. Bu süreçte talebelere ömür boyu öğrenme ve olaylara eleştirel bakma becerilerini kazandırarak, kültürlü, bilgili ve sorumluluk sahibi kişiler yetiştirmeyi hedef almaktadır(IFLA, 1999).

Üniversite Kütüphaneleri, öğretim üyelerinin ve öğrencilerinin güncel yayınları yakından takip edebilmeleri ve yararlanabilmeleri amacıyla hizmet etmektedir(Baysal, 1993). Bu kütüphaneler akademik eğitim-öğretim faaliyetlerini ve araştırmaları direkt olarak destekleyen vasıtalar olduğu için üniversiteler için önemli bir unsur olmaktadır. Aynı zamanda bağlı oldukları fakültelerin hedeflerini göz önünde bulunduran, eğitim-öğretim yaptığı konuları destekleyen, yerel ve yabancı kaynakları bünyesinde barındıran, bunları öğretim üyeleri ve talebelerin faydalanmaları için araç olan kurumlardır(Keseroğlu, 2004).

Milli Kütüphaneler ise diğer kütüphane türlerine önderlik eden, ülkesi içindeki ulusal yayınları ve yurt dışında ülke hakkında yazılan dokümanları toplayan, düzenleyen ve bunları gelecek nesiller için depolayan ve kullanıcılara sunan bilgi merkezleridir. Aslında bu yapılar ülkelerin yapmış oldukları gelişmeleri aktarmaktadırlar. Ayrıca ülkelerin ürünlerini derleyip gelecek nesillere aktarmasıyla kültür mirasının oluşumuna ve korunumuna katkı sağlamaktadır. Yani bu kütüphaneler diğer kütüphanelerden farklı bir işleve sahip olup vazifeleri daha geniş kapsamlıdır(Akbulut, 1984). Fakat mimari özellikleri olarak diğer kütüphanelerle benzerlik göstermektedir. Dokümanların güvenliği açısından okuma alanlarından hacimsel olarak farklı bir alanda depolanmaktadır.

Özel Konu Kütüphaneleri, kısıtlı bir bilgi alanı veya kısıtlı bir konu ile ilgili yayın gereksinimlerini karşılamak için kurulan bu yapılar sadece kendi konularındaki bütün dokümanları toplarlar(Baysal, 1993). Ekonomik, kültürel, bilimsel ve teknolojik alanlarda faaliyet göstermek amacıyla kurulan bu kütüphane yapılarını genellikle meslek kuruluşları, araştırma enstitüleri, devlet kurumları vb. tarafından kurulmaktadır.

Günümüzde ise bilginin dijital ortamda saklanması, paylaşılması, bilgiye erişimin kolaylaşması, dijital ortamın ekonomik olarak daha uygun olması sebebiyle mekâna gereksinim olmayan dijital kütüphaneler meydana gelmiştir(Küçük, 2003).

2.3. Kütüphane Yapılarının Tasarım Kriterleri ve Mekânsal Özellikleri

Faulkner-Brown Harry'e göre kütüphaneler esnek, kompakt, işlevsel, erişilebilir, genişletilebilir, güvenilir, ekonomik, rahat, uygun fiziksel konfora sahip olan kriterler çerçevesinde tasarlanması gerektiğini ifade etmiştir. Edward bu kriterlere ek olarak sürdürülebilir ve konumlandığı alanda ruhu canlandırma özelliğini de eklemiştir(B. Edwards, 2009).

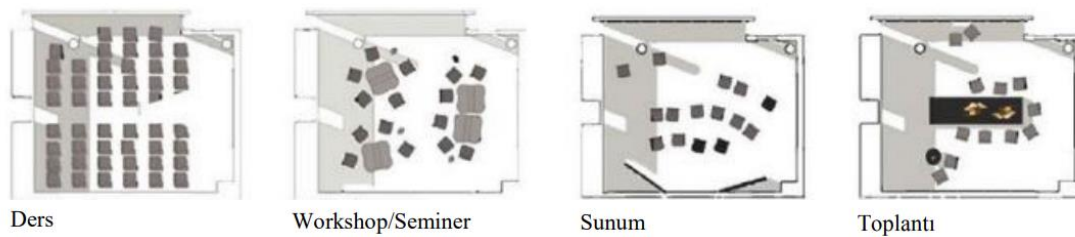
McDonald'a göre kütüphane binaları işlevsel, erişilebilir, esnek, bilgi teknolojisine uygun ve davet edici olmalıdır. Aynı zamanda aydınlatma, havalandırma ve planlama yönünden de uygun koşullara sahip olması gerekmektedir(McDonald's, 2006).

Gee ise kütüphanelerde kullanıcıların ergonomik ve çevresel konfor şartlarını birleştiren sağlıklı alanların, insanları cezbeden, dinamik düşüncüyü tetikleyen, uyarlanabilen esnek alanların, bireysel ve toplu çalışma alanı dengesinin dijital çağa uygun bir şekilde verilerin kullanılmasının kütüphanelerde dikkat edilmesi gereken konular olduğunu ifade etmektedir(Gee, 2006).

Bilgiyi saklamak, paylaşmak, üretmek ve etkileşim alanı olarak kullanılan kütüphane yapıları, nitelikli hizmet verebilmek ve toplumun dikkatini çeken iç ve dış mekân tasarımının yapılabilmesi ve kullanıcı ihtiyaçlarının karşılanabilmesi amacıyla mimari tasarım ilkelerine uygun tasarlanması gerekmektedir. Bu bağlamda kütüphane tasarımında dikkat edilecek olan hususları analiz etmek için erişim, esneklik, çeşitlilik ve mekân ele alınmıştır. Mekân da kendi içinde dört alt sistemle incelenmektedir: sirkülasyon, mekân organizasyonu, iç mekân kurgusu ve dış mekân kurgusu.

Erişim: Günümüzde kütüphane yapılarına nitelikli bir şekilde erişimin sağlanabilmesi hem kütüphane hem de toplum yönünden önemli olmaktadır. Kütüphanelere erişim bilgiye ve yapıya erişim olmak üzere iki alt başlıkta ele alınmaktadır. Kütüphanede verilen hizmetten faydalanma imkânı olmayan ve kütüphane yapısına gelemeyen kullanıcılar için kütüphane hizmetlerinden yararlanmasını sağlayacak biçimde planlanması gerekmektedir(IFLA, 2001). Günümüzde dijital veriler sayesinde bu hizmetlere uzaktan erişim sağlanmaktadır. Kütüphane yapısı olarak ise kentsel alan içinde yol ile kolay bir şekilde ilişki kuracak biçimde erişim sağlanması gerekmektedir. Yoldan araç ve yaya ile geçen insanların görebilmesi için iç mekân görülebilecek şeffaflıkta, ana giriş kapısının kolay algılanması ve cezbeden dış mekân tasarımına sahip olması gerekmektedir(Worpole, 2013). Kullanıcıların kolay bir şekilde kütüphaneye yönelimleri amacıyla yollarda aydınlatma, levha, renk kullanımı ve malzeme seçimine dikkat edilmelidir. Ayrıca hacimler arasında doluluk-boşluk oranı ile hem engelliler hem de sağlıklı insanlar için yönlenme duygusu vermelidir. Engelli kütüphane kullanıcılarının bina giriş kapısına rahat bir şekilde ulaşabilmesi için merdiven kullanımı yerine rampalar tercih edilmelidir. Sirkülasyon elemanı girişe yakın, kolay algılanabilir bir yere konumlanmalı ve engelli kullanıcılar için katlar arası dolaşım olanağı sunmalıdır. Aynı zamanda ıslak hacimlerin de sirkülasyon elemanları gibi ulaşımı kolay yerlerde tasarlanması gerekmektedir(Worpole, 2013).

Esneklik:

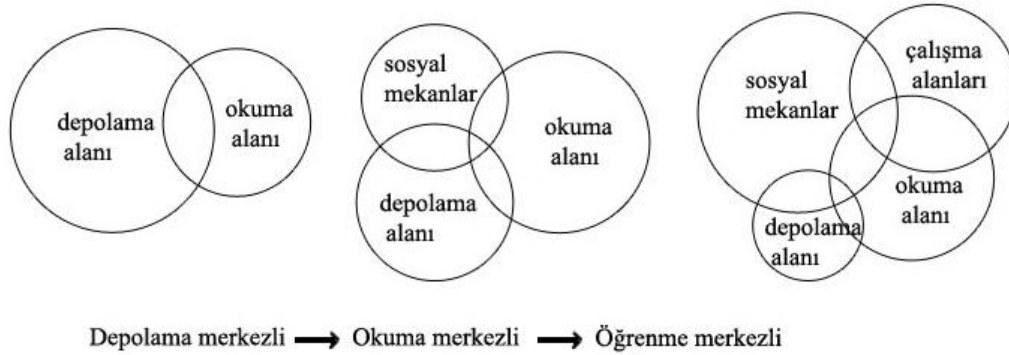


Şekil 1 Esnek mekân kullanımına yönelik plan çalışması

(Kaynak: (Gee, 2006))

Esnek kullanım alanlarının sağlanması amacıyla açık plan tasarım anlayışı oluşmuştur. Duvarsız hacim olarak da sözü edilen açık plan tipine sahip alanlarda malzeme, donatı, renk gibi birçok faktörün çeşitli kullanımı ile aynı anda birden fazla hizmet verebilmektedir. Açık plan tasarımı yapılan kütüphanelerde raflar kullanılan alanlar arasında bölücü eleman görevini üstlenmektedir. Şekil 1’de gösterildiği gibi esnek mekanlar raf ve mobilyaların çeşitli konumlanmalarıyla hacme yeni işlev kazandırılmaktadır.

Çeşitlilik: Bilginin kaynağı olan kütüphaneler, kullanıcıların bir araya geldiği, etkileşim halinde bulunduğu, öğrenme kültürünün olduğu mekanlardır. Bu sebeple sahip olduğu işlevler yönünden sergi alanlarını, toplantı salonlarını, workshop alanlarını birleştiren etkili bir öğrenme alanı olmaktadır. Bir tasarım girdisi olan çeşitlilik ilkesine göre; günümüzde kütüphane kullanıcılarının ihtiyaçlarının değiştiği ve kütüphane yapılarından beklentilerin de değiştiği görülmektedir. Ayrıca kütüphane, kullanıcılarının birbirlerinden apayrı araştırma, öğrenme ve üretme tercihlerinden dolayı bu yapılarda farklı mekân seçeneklerinin ortaya çıkmasına neden olmuştur(McDonald’s, 2006). Şekil 2’de görüldüğü üzere kütüphaneler önceleri depolama alanı olarak daha sonraları ise depolamaya ilave okuma alanı sunan bir yer olarak kullanılmıştır. Fakat 20. yüzyıldan günümüze kadar kütüphanelerde; teknolojik, eğitim ve kültürel yöndeki gelişmelere bağlı olarak, kullanıcıların almak istedikleri hizmetlerin değişmesine bağlı olarak ve yeni işlevlerin ortaya çıkmasıyla beraber çeşitli mekânlar oluşmaya başlamıştır(Orsdel, 2010). Ayrıca mekân büyüklükleri irdelendiğinde ise; depolama alanının küçüldüğü, okuma, çalışma ve sosyal alanların gelişme göstererek büyüdüğü gözlenmektedir.



Şekil 2 Kütüphanelerin Evrimi

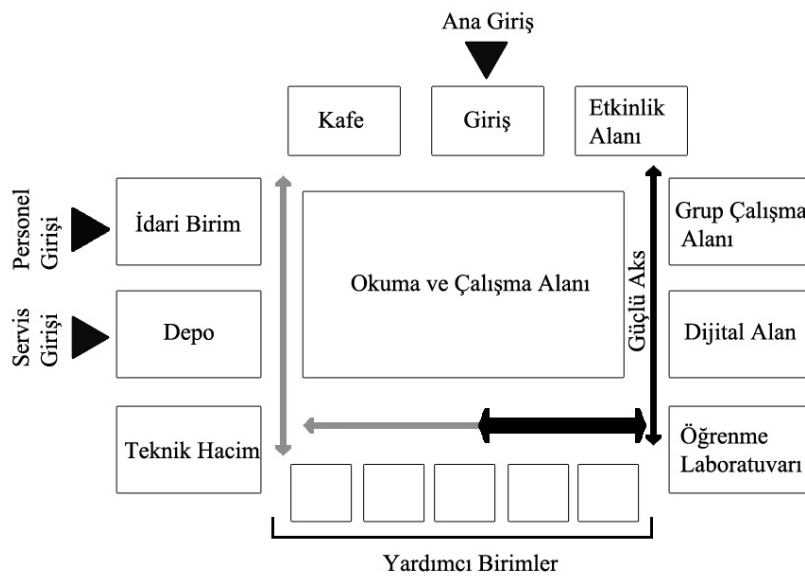
(Kaynak: (Orsdel, 2010) kaynağından yararlanılarak tekrar çizilmiştir)

Mekân Kullanımı: Tasarım kriteri olan mekân düzeni, insan ve insanın bulunduğu alan arasındaki dengenin sağlanması için önemlidir. Öncelikle mekânın kimler tarafından kullanılacağını saptamak gerekmektedir. Kullanıcıların yaş, cinsiyet, sosyal ve kültürel

ayrılıkları bulunan ortamda çeşitli tutum sergilenmesine sebep olmaktadır(Onat, 1990). Bu tutumlara karşın, alan içinde sirkülasyonun, mekân organizasyonunun, iç-dış mekân ilişkisinin birbirleriyle uyumlu olacak biçimde olması gerekmektedir.

Mekân düzeninin rahat bir şekilde algılanabilmesi için sirkülasyon alanlarının tasarımı önemli olmaktadır. Sirkülasyon alanları mekanlar arasında dolaşımı sağlamaktadır. Fakat günümüzde sirkülasyon alanları mekanlar arasında ilişki kurmanın yanında sergi, etkinlik, oturma, çalışma alanları gibi fonksiyonlar için de kullanılmaktadır.

Mekân organizasyonu; birçok fonksiyonu içinde barındıran kütüphanelerin birbirleri ile ilişkili alanların kullanılabilir ve kullanıcılar tarafından yaşanılabilir bir yer olması amacıyla bir arada tasarlanması gerekmektedir. Kütüphane yapıları teknik, idari ve kullanıcı alanları olmak üzere üç ana mekâna ayrılmaktadır. Şekil 3'te görüldüğü üzere kütüphane kullanıcılarının en çok kullandığı ve aynı zamanda kütüphane yapılarında en çok yer kaplayan alanların başında okuma, çalışma ve etkinlik alanları yer almaktadır. Öğrenme laboratuvarları ve dijital alanlar da güçlü aks olarak belirtilen ve kullanımı maksimum seviyede olan sirkülasyon alanı üzerinde okuma-çalışma alanları ile ilişkili lakin kendi çerçevesinde hizmet veren alanlar olarak fonksiyonunu yerine getirmektedir. Öteki birimler ise kütüphane yapısının konumuna göre biçimlenen, kullanıcıların ve çalışanların ihtiyaçlarına yanıt veren yardımcı birimler olarak faaliyet göstermektedir.



Şekil 3 Kütüphane yapısının mekân organizasyonu

(Kaynak: Yazar)

Mekân düzeninin bir diğerk alt başlığı olan iç mekân; dışarıdan gelen kullanıcılara yapıya davet edici, içerideki insanlara ise işlevsel nitelikte ve kullanım oranını yükseltici bir misyon yüklemektedir. İç mekânda tercih edilen donatı elemanları, renk, malzeme ve aydınlatma seçimleri önemli olmaktadır. Kütüphane yapıları dış çevre ile etkileşimi olan yapılar olduğu için iç mekân kurgusu kadar dış mekân kurgusu da önemli olmaktadır

3. KÜTÜPHANELERDE AYDINLATMA

Güneş, canlı ve cansız varlıklar için doğal aydınlatma ve enerji kaynağıdır. Gün ışığı direkt ışınım ve yaygın ışınım (gök ışınımı) toplamını ifade etmektedir. Direkt ışınım doğrudan güneşten gelen ışınımdır. Direkt ışınımın şiddeti geliş açısına bağlı olarak devamlı değişim göstermektedir. Gök ışınımı, güneşten gelen direkt ışınlarının atmosferde saçılması ve yutulması ile oluşmaktadır.

İnsanoğlu barınma gereksinimini karşılayabilmek için ve doğada kendisine zarar verebilecek çevresel faktörlerden korunabilmek için farklı yapılar kullanmıştır. Mağara ve ağaç kavuklarıyla başlayan bu serüven insanoğlunun farklı teknikler öğrenmesi ve gelişen teknolojiyle beraber günümüzdeki halini almıştır. Zaman içerisinde gelişen yapı teknikleri ile beraber binalarda pencere boşluğunun kullanılması ile gün ışığı mekanın içine girebilmiş ve gün ışığı odaklı tasarım süreci başlamış ve iklim tipine göre binanın konumu, yönlmesi, geometrisi istenilen özellikleri sağlayacak şekilde tasarım süreci şekillenmiştir(Phillips, 2004).

Sıcak iklimde gün ışığıyla aydınlatma sağlanırken ısınma etkisini azaltmak için yaşam alanları direkt gün ışığını almayacak şekilde yerleştirilmektedir. Binaların kuzey cephesinin saydamlık oranı arttırılmakta ve binanın geometrisi ile iç hacim gün ışığı ile en fazla miktarda aydınlatılmaktadır. Bu iklim tipinde tasarlanan avlular daha büyük boyutlarda oluşturulmaktadır ve bu sayede daha fazla gün ışığı kullanımına olanak sağlamaktadır. Aynı zamanda avlu içine oluşturulan havuzlarla da sıcak iklimde ihtiyaç duyulan nemi karşılamaktadır. Bu havuzlar yansıtıcı yüzey olarak kullanılarak gün ışınlarını istenilen şekilde yönlendiren tasarımlar oluşturulmaktadır(Salur, 2016).

Soğuk iklimde ise kuzey yarım küredeki bina tasarımında oluşturulan binanın geometrisi ile rüzgâra karşı koruma ve ısı transfer yüzeylerinin azaltılması hedeflenmiştir. Güney cephede saydamlık yüzeyi arttırılarak gün ışığından elde edilen ısı kazancını maksimum seviyeye çıkarmak amaçlanmıştır. Aynı zamanda güney cephede direkt gün ışığının olumsuz etkilerini minimum seviyeye indirmek amacıyla saydam yüzeylerde gölgeleme elemanı kullanarak gün ışığı aydınlatmasından yararlanılmaktadır(Boubekri, 2008).

Ilıman iklimde ise bina yönelimi, konumlanışı, geometrisi her iki iklim koşuluna uygun olacak şekilde tasarlanmaktadır. Yani gün ışığından mevsimsel ihtiyaçlar doğrultusunda faydalanılmaktadır. Örneğin bina girişlerinde kullanılan saçaklar ile yazın yüksek açıyla gelen direkt gün ışınlarından koruyup aydınlatma için kullanılırken, kışın ise düşük açıyla gelen gün

ışığına hacmin derinliklerine kadar ulaştırarak ısınma ve aydınlatma ihtiyacını karşılamış olmaktadır(Boubekri, 2008).

Günümüz teknolojisinin gelişmesiyle beraber tasarımın önemli bir girdisi olan gün ışığının mimaride kullanımı önemini korumaktadır. Mekanların iç hacimlerinde gerekli olan gün ışığının sağlanmasında tasarım anında alınan kararlarla beraber gün ışığı yönlendirme sistemleri de kullanılmaktadır.

İnsanoğlu yaşamının büyük bir kısmını kapalı ortamlarda geçirmektedir. Sabahın erken zamanlarından, gecenin karanlığına kadar kullanıcılara hizmet veren kütüphanelerde kullanım dilimi düşünüldüğünde gün ışığı önemli bir unsur olmaktadır. Kütüphane yapılarının amacı kullanıcıların rahatça araştırma ve okuma yapabilecekleri, ders çalışabilecekleri uygun ortamı sunmaktır. Aydınlatma da bu ambiyansın önemli bir parçasıdır. Kütüphanelerde iyi bir aydınlatma sağlanırsa kullanıcılar kendilerini rahat ve iyi hissedebilirler fakat kötü aydınlatma şartları altında kullanıcılar rahatsız olabilir. Bu durum da kullanıcıların yorulmasına, çalışmaya ara vermesine sebep olabilmektedir(Yılmaz, 2018) Bu yüzden kütüphane binalarında en önemli öğelerden birisi ortamın uygun bir biçimde aydınlatılmasıdır. Kütüphaneler için uygun bir şekilde tasarlanmış aydınlatma sisteminin amacı; kullanıcılar için konforlu, aydınlık ve ferah bir ortam sunmaktır.

Kütüphane kullanıcılarının verimli bir şekilde kütüphanede zaman geçirmelerini sağlamak için uygun fiziki ortamın sağlanması gerekmektedir. Fiziki ortamı ise ses, ışık, renk, ısı ve nem gibi faktörlerin kullanıcıların gerçekleştirdikleri eylemlere göre en uygun duruma getirilmesi ve korunması konforun gerçekleştirilmesi açısından oldukça önemlidir. Kütüphane kullanıcılarının görsel algılamasının kullanım oranı diğer duyu organlarına göre oldukça fazladır. Bu yüzden görsel kullanımın tam, eksiksiz, yorulmadan ve çaba sarf etmeden yapılabilmesi, görsel konfor koşullarının sağlanmasına bağlıdır.

Görsel konfor koşulları sağlanması; öğrenme performansını artırma, psikolojik yönden iyileştirme, çalışma verimliliğini artırması bakımından önemlidir. Ayrıca aydınlık düzeyinin yeterli olması yorgunluk hissini azaltmaktadır. Kütüphane kullanıcılarının konforunun oluşturulması ile kütüphane aktivitelerinin düzgün bir şekilde gerçekleştirilmesi sağlanmaktadır(Bahtiyar Dursun, 2014). Gün ışığı ile aydınlatma cephede veya çatıda düzenlenen pencereler sayesinde sağlanmaktadır. Aynı zamanda bu pencereler kütüphanede esnek yerleşme imkanını da kısıtlamakta ve binada ısı kaybına sebep olmaktadır. Yine de bu olumsuzluklara rağmen kütüphanelerde doğal aydınlık ortamı oluşturulmalıdır.

Gün ışığının kullanımındaki ana amaç mekânın özelliğini bozmadan aydınlatılmış hacimlerin sağlanmasıdır. Binalarda gün ışığı miktarını iklim, enlem, bina tasarımı ve çevresel faktörler etkilemektedir. İklim; gün ışığı mevsime, günün saatine, hava durumuna göre devamlı nitelik ve nicelik bakımından değişmektedir. Çevresel faktörlerden biri olan yapı çevresindeki bitki örtüsü aydınlatma düzeyini etkilemektedir. Yapı alanının topografik durumu gün ışığının kullanımını açısından önemli iken arazinin eğimi ve yönü ise gün ışığının geliş açısını etkilemektedir. Yapı aralığı olarak komşu yapının verdiği en uzun gölgeli alanın derinliğine eşit veya bu gölge derinliğinden daha fazla olması gerekmektedir. Bina mesafeleri ölçülendirilirken güneşin doğuşu ve batışı dışında kalan saatler, arazinin eğimi, yönü ve yerleşme yoğunluğu bakımından dikkate alınması gerekmektedir.

Deniz seviyesinden yükseldikçe gün ışınım değerleri artmaktadır. Kuzey yarım kürenin kuzey cephesindeki pencereler binaya ısı yönünden kazanç sağlayamıyorken homojen bir aydınlatma imkânı sunmaktadır. Doğu ve batı cephelerinde ise parlamayı önlemek amacıyla tedbir alınmalıdır. Güneyde ise gün ışınımı miktarı oldukça fazladır. Binaların güneye yönelmesinin sebebi ısınmak için güneş ışınımından aydınlatma için ise gün ışığından faydalanmaktır.

Bina tasarlanırken mekân organizasyonunda; binada mekanların aydınlatılması için görsel konfor ihtiyaçlarına göre gün ışığından yararlanmaya yönelik yönlendirme kararı alınması gerekmektedir. Aynı zamanda hacimlerin çok fazla derin olmamasına dikkat edilmelidir. Yapıların cephe özellikleri; birbirine yakın aralıkta olması sebebiyle gün ışığından doğrudan yararlanmaya engel olan binaların dış cephelerinin ışık yansıtma katsayısı önemli olduğu için cephedeki kaplama malzemesinin cinsi, rengi, pürüzlülüğü yansıtma katsayısını etkilemektedir(Görgülü, Yüksek, 2010). Pencere özelliği olarak pencerelerin boyutları ve konumları önemlidir. Pencere alanının mekân taban alanı ile orantılı olması gerekmektedir. Pencere camlarının özelliği; kullanılan cam türünün ışık geçirme katsayısı da gün ışığı aydınlık düzeyini etkilemektedir. İç mekân özellikleri; mekanların derinlik, genişlik, yükseklik gibi boyutları ve bu parametrelerin birbirine olan oranı aydınlık düzeylerini etkilemektedir. Aynı zamanda duvar, döşeme, tavan gibi iç yüzeylerinin renklerine bağlı olarak üzerine düşen ışığın bir miktarını çevreye yansıtılmaktadır. Bu sayede oluşan yansıyan ışık da aydınlık düzeyine katkı sağlamaktadır(Yener , 2005).

Yapılarda kullanılan gün ışığı sistemleri tasarımının planlanması, binanın kavramsal tasarım aşamasından başlayarak bina, hacim, yapı elemanı ve malzeme ölçeklerinde alınacak kararlar önemlidir. Yerleşim alanının eğimi, yönü ve çevredeki doğal engeller binaların gün ışığından faydalanmalarını etkilemektedir. Ayrıca sistemlerin seçimine ve bunların uygulanmasına kadar

geçen süreç de tasarım aşamasında dikkate alınması gerekmektedir. Sonradan binaya entegre edilen gün ışığı sistemleri uygulamada zorluk, detay hatası ve maliyetin artması gibi sorunları oluşturmaktadır(Ruck, Aschehoug, Chirstoffersen, 2001).

Binalarda iç mekana alınan gün ışığı oranının artırılması, iç mekanda gün ışığı kullanımı ile enerji harcaması olmadan aydınlatma ihtiyacı duyulan alanlarda aydınlatma ihtiyacının karşılanması ve aynı zamanda bu ihtiyacın karşılanması sırasında alan içerisindeki konfor şartlarının karşılayabilmesine yardımcı olan gün ışığı sistemlerinin tercih edilmesi gerekmektedir(Çiftçi ve Arpacıoğlu, 2021).

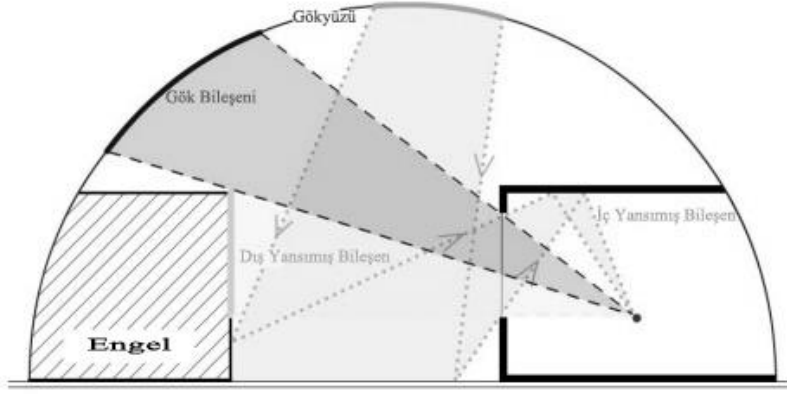
3.1. Kütüphane Yapılarında Aydınlatma Kriterleri

Kütüphane yapılarında okuma, yazma, görsel ve işitsel materyallerin kullanımı, bilgisayar kullanımı gibi görmeye dayalı birçok faaliyet gerçekleştirilmektedir. Bu nedenle, kütüphane aydınlatmalarında öncelikli olarak görsel konfor şartlarının sağlanabilmesi ve görmeye bağlı bir işin düzgün yapılması olarak ifade edilen görsel performansın yüksek tutulması gerekmektedir(CIE, 1987). Görsel konfor da aydınlık düzeyinin yüksek tutulması ile artırılabilir. Fakat bazı çalışmalar aydınlık düzeyinin belli bir noktadan sonraki artışının görsel performans üzerinde olumlu bir etki yaratmadığını göstermektedir(CIE, 2002). Bu kapsamda, görsel performansın dengeli bir biçimde sağlanabilmesi için yeterli aydınlık düzeyinin ve düzgünlüğünün sayısal olarak oluşturulmasının yanında kamaşma, parıltı oranları, ışığın ve yüzeylerin rengi gibi birçok girdiye özen gösterilmeli ve aydınlatma tasarımında olması gereken tüm kriterlerin dikkate alınması gerekmektedir.

3.1.1. Gün Işığı Faktörü

CIE tarafından gün ışığı; “Işıklılık dağılımları bilinen, gökyüzünden dolaylı veya dolaysız olarak gelen ışığın, düzlem üzerinde bir noktada oluşan aydınlık düzeyinin, hiç engellenmemiş yarım küre biçimindeki gökyüzünden gelen ışığın, yatay düzlem üzerinde oluşturduğu aydınlık düzeyine oranını gösteren değer” olarak ifade edilmektedir(Ünver, 1990).

İçeriye alınan gün ışığı miktarı ‘Gök Bileşeni’, ‘Dış Yansımış Bileşen’ ve ‘İç Yansımış Bileşen’ olmak üzere üç bileşenden oluşur. Gök bileşeni (SC); gökyüzünden dolaysız olarak içeri giren ve gözlem noktasına gelen gün ışığıdır. Dış yansıma bileşeni (ERC); pencereyi geçtikten sonra iç yüzeylerden yansıtılarak, gözleme noktasına gelen gün ışığıdır(Arpacıoğlu, 2010). Şekil 4’te gün ışığı miktarının bileşenleri verilmiştir.



Şekil 4 Mekân içine alınan gün ışığını etkileyen unsurlar

(Kaynak: (Arpacıoğlu, 2010))

Yapılardaki pencerelerin ölçüsü, formu ve oda ölçüleri gün ışığını etkileyen faktörlerdir. Cephede pencere ölçüsünün belirlenmesinde ise bu faktörlerin etkili olduğu bilinmektedir. Yeterli ölçüde tasarlanan pencere ebatı, gün ışığını direkt içeri alırken büyük ölçüde tasarlanan pencereler ise kamaşmaya sebep olur(Tzempelikos, Athanassios, 2007). Bu kapsamda pencere yüksekliği ve odanın derinliği arasındaki bağlantıda iki tane ölçüt kullanılmaktadır. Birincisi, odaya yeterli miktarda gün ışığının girebilmesi için oda derinliği, pencere yüksekliğinin maksimum 2.5 katı olması makul bir oran olarak görülmektedir(Brown, 1985). Bir diğer metot ise 15/30 kuralı olarak ifade edilmektedir. Bu metotta ise pencere alanına 4.6 metre mesafeye kadar gün ışığı ile aydınlatılabilirken, ikincil 4.6 metrelik alanda ise (pencereden 4.6 ile 9.1 m uzakta olan kısım) gün ışığı yetersiz olmaktadır. Buna göre ikincil kısmın gün ışığından yararlanabilmesi için tepeden ya da yan pencere yoluyla ışık almasını sağlamak gerekmektedir(Kwok ve Grondzik, 2007). Aşağıdaki denklemde gösterildiği gibi hesaplanan gün ışığı faktörü; hacim içerisindeki yatay yüzeydeki aydınlık seviyesinin bulutlu bir gündeki hacim dışındaki aydınlık seviyesine oranıdır.

$$\text{Gün ışığı faktörü}(DF) = \frac{\text{İç mekan aydınlık seviyesi}}{\text{Dış mekan aydınlık seviyesi}} \times 100$$

Gün ışığı ile yapılan bilimsel araştırmalar incelendiği zaman %1 in altındaki gün ışığı faktörünün yetersiz aydınlanma düzeyi sağladığı, %2 ile %5 arasındaki gün ışığı faktörünün ideal, %10 un üzerine çıkması ise rahatsız edici gün ışığı olarak kabul edilir ve kamaşma problemi ortaya çıkar(Mohamad Tarek Araji, 2002).

3.1.2. Aydınlık Düzeyi Faktörü

Düşen ışıksal akının aydınlatılacak yüzeye olan oranı aydınlık düzeyi olarak tanımlanır. “E” harfi ile sembolize edilir. Birimi ise lx’ tür. Aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$E \text{ (lux)} = \phi \text{ (lm)} / A \text{ (m}^2\text{)}$$

Belli bir yüzey alanına düşen ışık şiddeti değişmediğinde, o alanda bulunan aydınlık düzeyi de değişmemektedir.

Kütüphane yapılarında aydınlık düzeyi hesaplamaları yapılırken çalışma yüzeyi alanı dikkate alınarak yapılan işin kalitesi düşünülmelidir. Aydınlik düzeyi yapılan işin hassasiyetine göre arttırılabilmektedir. Yapılan iş hassasiyet gerektiriyorsa, uzun zamanlıysa, ayrıntılar çoksa, maksimum verim sağlanması isteniyorsa, çalışma yüzeyi alanı ile etrafındaki alan arasındaki kontrastlık azsa veya kullanıcının görme yetisi normal seviyeden düşükse aydınlık düzeyinin arttırılması gerekmektedir. Lakin yapılan iş kısa süreli, ayrıntılar azsa ve kontrastlık fazla ise aydınlık düzeyi azaltılabilir.

Aydınlık düzeyinin yüksek olması okuma eyleminin rahat yapılmasını sağlar. Okuma alanları için ideal aydınlanma düzeyi 750 lux tur, 500 lux un altı ise kötü bir aydınlanma düzeyidir ve görsel konforu ciddi anlamda düşürmektedir. Göz, kötü aydınlatmadan zarar görmese de bilgi toplama verimi düşecektir(Thompson, 1989). İnsanların aydınlık düzeyi seçimlerini tespit etmek için kullanılan yöntemlerin sonucuna göre çalışma yüzeyinin aydınlık düzeyi 800 lux’e kadar olması olumlu olarak gözlenmiştir. Bu değerin üzerine çıktığında ise kullanıcılar tarafından izlenimin fazla değişmediği görülmüştür(CIBSE, 1984).

Kütüphanelerde konforlu bir şekilde çalışabilmek için çalışma düzlemi ve etrafındaki alana dair aydınlık düzeyinin değer aralığı standartta belirlenen seviyenin altına düşmemesi gerekmektedir(CIE, 2001). Tablo 1’de kütüphane ortamları için önerilen aydınlık düzeyi değerleri verilmektedir.

Tablo 1 Önerilen aydınlık düzeyleri

(Kaynak: (IESNA, 2000) kaynağından yararlanılarak yazar tarafından çizilmiştir)

KÜTÜPHANE BÖLÜMLERİ	AYDINLIK DÜZEYLERİ (lx)
Çalışma masaları (ödünç verme)	400
Çalışma masaları (referans)	750
Bankolar	600
Kapalı kitap depoları (dikey yüzeyler üzerinde)	100
Ciltleme	600
Kataloglama, ayıklama	400

CIE standartlarına göre aydınlık düzeyi farkının gözün uyum kabiliyetini yitirmemesi ve adaptasyon problemi olmaması için 1.5 katı olacak şekilde birbirini takip etmesi tercih edilmektedir. Buna göre aydınlık düzeyinin ölçeği 20 - 30 - 50 - 75 - 100 - 150 - 200 - 300 - 500 - 750 - 1000 - 1500 - 2000 - 3000 – 5000 lx şeklinde birbirini izlemektedir. Aynı hacimde veya herhangi bir hacimden öteki hacme geçildiği zaman, aydınlık düzeyleri arasında fark olduğunda, yapılan bu geçişte oluşabilecek kamaşma ve gölge oluşumuna dikkat edilerek kontrollü bir şekilde yapılmalıdır. Çalışma düzlemi üzerindeki homojenliği 0,7'den az olmamalı, çalışma düzlemi ile yakın alan arasındaki homojenlik dağılımı 0,5'ten az olmamalıdır(CIE, 2001).

3.1.3. Kamaşma Faktörü

Görüş alanı içerisindeki yüzeylerde parıltının çok yüksek değerlere ulaşmasıyla görsel performansı ve nesnelere tanımlamayı düşüren etkiye kamaşma denir. Gün ışığı kamaşması direk olarak günışığıyla ilişkilidir. Kamaşmanın oluşmasındaki başlıca etmenler; ortamdaki genel ışık, kaynağın büyüklüğü, kaynağın görme alanındaki konumu ve görsel işlevin süresidir.

Kamaşma; hataları, yorgunluğu ve kazaları önlemek için sınırlandırılmalıdır. Hacimlerdeki konforsuz kamaşmalar çoğunlukla parlak armatürlerden ve pencerelerden kaynaklı olur. Rahatsız edici sınıra ulaştığında büyük bir sorun teşkil eder(EN-12464-1, 2011).

$$UGR = 8 \log_{10} \left(\frac{0,25}{L_B} \sum \frac{L^2 \omega}{p^2} \right)$$

Kamaşmanın değerlendirilmesi UGR (Unified Glare Rating) değerlerine bağlı olarak yapılabilmektedir. Buradaki dört temel parametre;

L_B : arka plan parlaklığıdır (cd/m^2)

L : her bir ışık kaynağının gözlemcinin gözü yönünde parlaklığıdır (cd/m^2)

W : her bir ışık kaynağının gözlemcinin gözüne olan açısıdır

p : her bir ışık kaynağının Guth konum indeksini ifade etmektedir(Hamedani ve diğerleri, 2019)

UGR ölçeğinde kabul edilebilir değer aralıkları 10 ile 30 arasındadır. Yüksek UGR ölçeği konforsuz kamaşmaya sebep olurken, düşük UGR ölçeği ise konforsuz kamaşma olasılığını düşürür. 10'dan küçük UGR ölçeğine sahip sistemler rahatsızlığa neden olmamaktadır ve $UGR < 10$ şeklinde ifade edilir(Atılğan, 2019). Aydınlatma tasarımının kamaşma indexleri Tablo 2'de verilen değerleri aşmamalıdır.

Tablo 2 Kütüphane bölümlerinde önerilen kamaşma indeksi

(Kaynak: (Anon-IES, 1987) kaynağından yararlanılarak yazar tarafından çizilmiştir)

KÜTÜPHANE BÖLÜMLERİ	KAMAŞMA İNDEKLERİ
Okuma odaları (gazete ve dergiler)	19
Çalışma masaları (ödünc verme)	19
Çalışma masaları (referans)	16
Bankolar	19
Ciltleme	22
Kataloglama, ayıklama	22

3.1.4. Işık Rengi

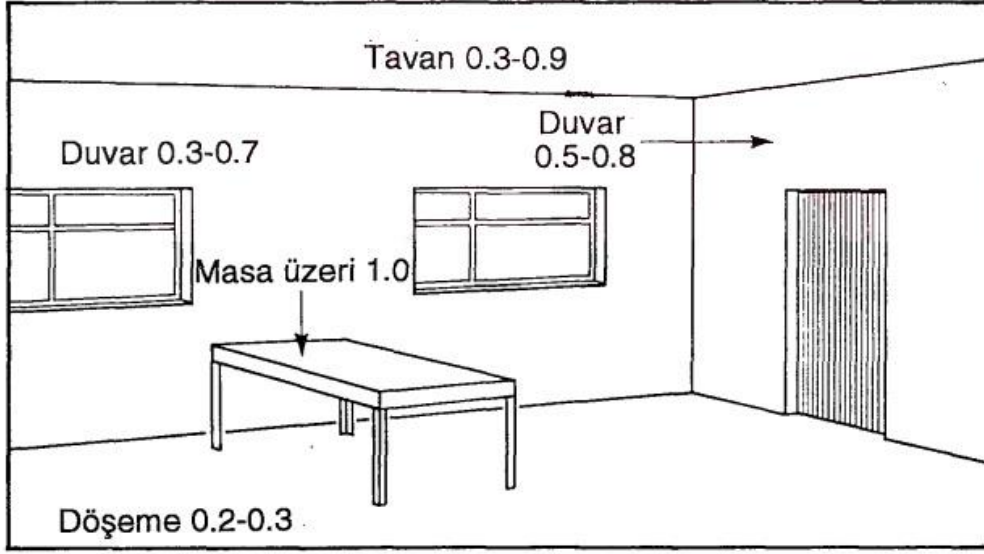
İnsan gözü dalga boyu 380 ile 780 nanometre arasındaki ışınımara duyarlıdır ve bu dalga boyları arasında bulunan ışınımara görünür ışık denmektedir. Renk ise ışığın bir niteliğidir ve ışık frekansının belli bir miktarda yoğunlaşması ile meydana gelmektedir ve algılar sayesinde oluşan bir olgudur. Renk, mekânın işlevi, konstrüksiyonu ve estetiğin oluşmasında yardımcıdır. Doğru bir renk kullanımıyla istenilen mekânın oluşturulmasında ve yapıya özgünlük katmasında yardımcı olmaktadır.

Işık kaynakları doğrudan doğruya veya çevreden yansıyarak göze gelmektedir. Yüzeyden yansıyarak göze gelen ışığın rengi o yüzeyi aydınlatan ışığın tayfsal bileşimi ile yüzeyin, dalga boyu ile ilgili yansıtma özellikleri gibi iki ayrı veriye bağlıdır. Renk, gözün renk görme sisteminin özelliklerine, aydınlığı oluşturan ışığın tayfsal özelliklerine ve çevredeki materyallerin yansıtmasına ve geçirgenlik özelliklerine bağlıdır(Sirel, 1997). Renklerin yansıtma özelliği yansıtma katsayıları ile belirlenmesi Tablo 3'te verilmiştir. Şekil 5'te ise kütüphanelerde iç alanlarda tavsiye edilen yansıtma değerleri gösterilmiştir.

Tablo 3 Renklerin yansıtma katsayıları

(Kaynak: (Berköz, E. ve Küçükdoğu, 1983) kaynağından yararlanılarak yazar tarafından çizilmiştir)

Renkler	Yansıtma Katsayısı(%)	Renkler	Yansıtma Katsayısı(%)
Beyaz	80-85	Sarı-bej	45
Açık sarı	78	Gök mavisi	39
Saman rengi	76	Çimen yeşili	38
Açık yeşil	75	Tarçın	20
Limon küfü	75	Duman rengi	18
Kemik rengi	69	Koyu yeşil	17
Açık mavi	66	Kahverengi	13
Kavuniçi	59	Deniz mavisi	11
Turuncu	49	Koyu mavi	11
Bej(tatlı)	48	Koyu gri	9



Şekil 5 Kütüphanelerde tavsiye edilen iç yüzey yansıtıcılık değeri

(Kaynak: (CIBSE, 1984)

Renk sıcaklığı, ışık kaynağının soğuk veya sıcak görünmesini sağlayan aydınlatma tekniğinin bir kavramıdır. Birimi ise Kelvin'dir. T_c ile gösterilmektedir. Işık kaynaklarının renksel izlenimi soğuk, ılık ve sıcak olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Işık kaynağının renk sıcaklığı, hacimde oluşturulmak istenen ortama, mekânın fonksiyonuna ve mekandaki diğer birimlerin renksel özelliklerine ve kullanıcı isteklerine bağlı olarak tercih edilebilmektedir(Özkaya, 1998).

Işık kaynaklarının aydınlattığı bölgelerdeki renklerinin ayırt edebilme özellikleri ise renksel geriverim indeksi ile belirlenebilmektedir. Renksel geriverim İngilizce "Color Rendering Index" kelimelerinin baş harfleri ile oluşturulan CRI şeklinde ifade edilmektedir ve R_a ile gösterilmektedir. Renksel geriverimin teorik olarak maksimum değeri 100'dür. Kütüphane yapılarında ise renksel geriverim 80 ve üstü olmalıdır(CIE, 1995).

Işığın rengi kişinin çevreyi algılamasını etkiler fakat göz verimine etkisi yoktur. Yine de bazı renkler okuma alanları gibi ortamlarda uygun değildir. Bu yüzden kütüphane gibi alanlarda seçilen ışık kaynaklarının renksel geri verimi açısından uygun olması görsel çevreyi ve renklerin doğru algılanmasını sağlamaktadır(Thompson, 1989).

3.1.5. Parıltı Oranları

Parıltı, doğrultuya bağılı olan bir büyüklüktür. Birimi cd/m^2 'dir ve L harfi ile ifade edilir. Belirli bir doğrultuda 1 candela'lık ışık şiddeti doğuran ve bu doğrultuya dik düzlem üzerindeki izdüşümü 1 metrekare olan bir yüzeyin parıltısı $1 cd/m^2$ 'dir(Özkaya, 1998).

Nesneler parıltıları sayesinde algılanabilir hale gelirken herhangi bir parıltı farklılığı olmayan alan ise rahatsız edici olmaktadır. Aynı zamanda alan içinde bulunan çok fazla parıltı farkları da rahatsızlığa sebep olur ve kamaşma meydana gelir. Bir parıltı değerinin diğer bir parıltı değeri oranına parıltı farkı olarak tanımlanmaktadır. Hedefteki nesnenin parıltısı, yakın alanın ve görüş alanı içindeki diğer kısımların parıltı değerleri arasında denge sağlanması gerekmektedir.

İyi bir çalışma ortamının sağlanabilmesi için kitap ile masa yüzeyi ve oda yüzeyleri arasında yumuşak bir şekilde parıltı geçişi olmalıdır. Kitap ile masa yüzeyi arasındaki parıltı oranı 3:1 iken 5:1 oranının üzeri devamlı okuma şartları için uygun değildir. Fakat sayfa ile oda yüzeyi arasındaki oran 5:1 olabilmektedir(Kandişer, 2003).

Aydınlık düzeyi aynı kalmak şartıyla beyaz renkteki kâğıt, siyah zemin üzerinde parlak algılanırken gri bir zemin üzerinde parıltı kontrastı düşecektir. Beyaz kağıdın parıltı değeri aynı olmasına karşın, her iki durum için algılanan parıltı farklıdır(Manav, 2005).

Kitaplar %70- %80 ışık yansıtma katsayısına sahip olan beyaz kağıtlara basılmaktadır. Çalışma alanları da %20- %30 ışık yansıtma katsayısına sahip olacak şekilde aydınlatma sağlıyorsa tercih edilen parıltı oranları sağlanmış olur. Bu koşulları sağlayabilmesi için çalışma alanının rengi, malzemesi ve çevre alanları dikkate alınmalıdır(Thompson, 1989).

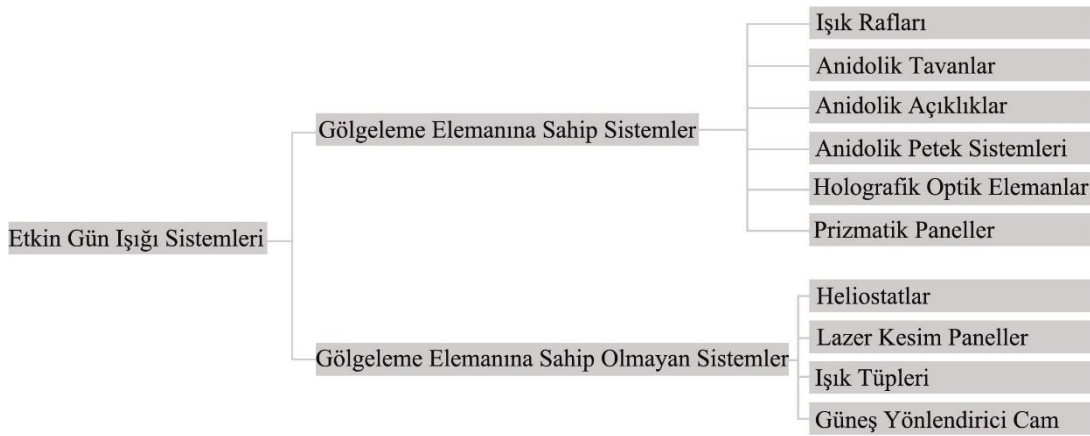
3.2. Etkin Gün Işığı Sistemleri

Etkin gün ışığı sistemlerinin amacı kamaşmayı engelleyerek görsel konfor şartlarını sağlamak, hacim içine giren gün ışığı seviyesini düzenleyerek iç hacimlere doğru yönlendirerek homojen dağılmasını sağlamak, direkt gün ışığının içeriye girmesini engelleyerek gölgeleme yapmak ve sıcaklık kontrolünü sağlamak amacıyla kullanılan sistemlerdir. Bu sistemler, doğal aydınlatma sistemi olan pencerelerin tersine, sadece iç mekânın ihtiyacı olan gün ışığını sağlamakla kalmaz, çeşitli teknolojiler ve çözümler sunarak aydınlatma performansının iklim şartları da göz önüne alınarak artırılmasını sağlarlar(Agency, 2000).

Bu sistemlerin işlevleri, amaçları ile paralellik göstermektedir. Herhangi bir etkin gün ışığı sisteminin üç ana işlevi yerine getirebilmesi gerekmektedir. Bunlar:

- Çevreden gelen ışığı toplamak
- Yapı kabuğuna ışığı taşımak
- Gelen ışığın içeriye ulaştırmasını sağlayabilmektir(Nick Baker, 2002).

Etkin gün ışığı sistemleri çeşitli şekillerde sınıflandırılmaktadır. Bu sınıflandırmalardan biri de gölgeleme elemanı olarak kullanılıp kullanılmamasına göre iki kategoriye ayrılmaktadır. Gölgeleme elemanına sahip olan sistemler direkt gün ışığını, alan içine girmesini engelleyerek yayınık gök ışığını alan içine girmesini sağlayan sistemlerdir. Bu sistemler gün ışığını yönlendirmek için de kullanılmaktadır. Gölgeleme elemanına sahip olmayan sistemler ise gün ışığını mekân içerisine yönlendirmektedir ve opak sistemler olarak da adlandırılmaktadır. Bu sistemler yayınık gök ışığını yönlendiren, direkt gün ışığını yönlendiren, dağıtıcı ve ışık taşıyıcı sistemler olmak üzere alt kategorilere ayrılmaktadır. Gölgeleme sistemine olarak ifade edilenler ışık rafları, anidolik petek sistemleri, prizmatik paneller ve ışığı yönlendiren gölgeleme elemanlarıdır. Diğerleri ise lazer kesim paneller, ışık tüpleri ve güneş yönlendirici camlardır(Gizem Ünal, Duygu Çetegen, 2005). Şekil 6'da etkin gün ışığı sisteminin alt başlıkları şema şeklinde gösterilmiştir.

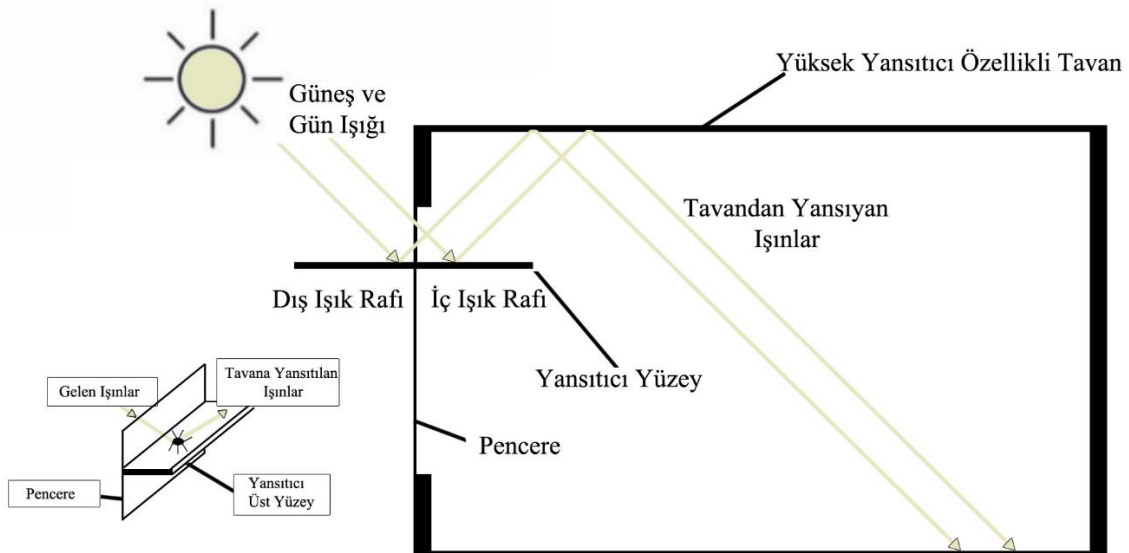


Şekil 6 Etkin Gün Işığı Sistemleri

(Kaynak: Yazar)

3.2.1. Işık Rafları

Işık rafı, gün ışığını mekanın derinliklerine ulaşmasını sağlamak ve istenmeyen açılarda gelen direkt gün ışığının mekanın içerisine girmesini önleyerek gölgeleme yapmak için kullanılan gün ışığı yönlendirme sistemidir(Çiftçi ve Arpacıoğlu, 2021). Şekil 7’de görüldüğü gibi genellikle göz seviyesinin üzerinde yatay ve yataya yakın bir şekilde pencere cephesinin içine ve dışına yerleştirilir. Pencereyi alt ve üst kısım olmak üzere iki parçaya böler. Pencerenin alt kısmı dış görüşü sağlarken üst kısmı ise gün ışığını tavana ve hacmin arka kısımlarına yönlendirir. Işık rafları ne kadar altta olursa tavana yansıyan ışık miktarı da o kadar fazla olur. Bu yüzden yüksekte konumlandırılan ışık raflarından alınan verimin artırılması için kat yüksekliğinin artırılması önerilmektedir(Yenidoğan, 2017).



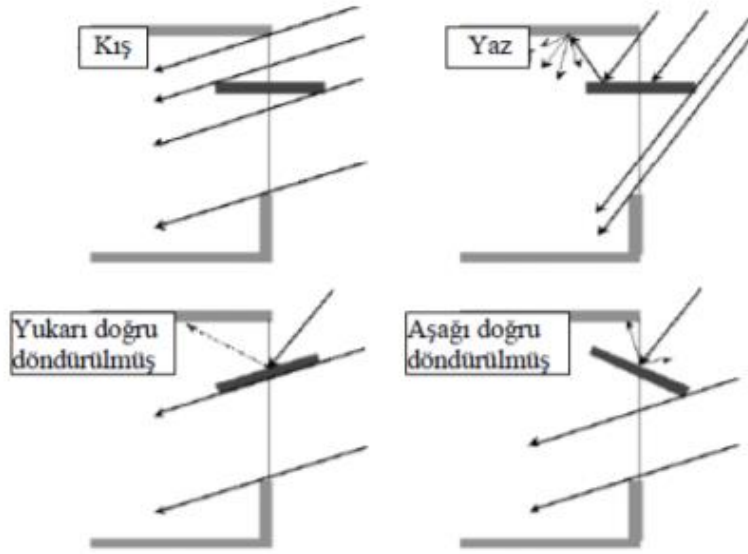
Şekil 7 Işık rafı çalışma prensibi

(Kaynak: (Erel, 2004) kaynağından yararlanılarak yazar tarafından çizilmiştir)

Işık raflarını; hacmin derinliği, yüksekliği ve genişliği etkilemektedir ve bu faktörler enlem ve iklimsel verilere bağlı olarak belirlenmelidir. Düşük enlemlerde hacmin içindeki ışık rafının boyu, gün ışığını engelleyecek ölçüde boyu uzatılabilir. Cephedeki ışık rafının boyu ise pencerenin ne kadarı gölgelendirilmek isteniyorsa o ölçüde uzatılarak sağlanır.

Işık rafları Şekil 8’de görüldüğü üzere mevsimsel farklardan oluşabilecek olumsuzlukları önlemek amacıyla belirli açılarda döndürülebilir. Direk güneş alabilen iklimlerde ve kuzey yarım kürede bulunan bir binanın güney cephesinde, güney yarım kürede bulunan bir binanın

ise kuzey cephesindeki pencerelerde ışık rafı uygulanır. Doğu ve batı yönleri için ve kapalı gök koşullarının hâkim olduğu bölgelerde fazla etkili olmamaktadırlar(Yener, 2007).



Şekil 8 Işık rafının mevsime göre uygulanması

(Kaynak: (Erel, 2004)

Işık raflarında; pencereye yakın yerlerde direkt gün ışığının alımını kontrol altına alırken yansıyan ışığı hacmin derinliğine kadar ulaşmasını sağlar. Yansıyan ışık sayesinde tavan aydınlatmasına da katkı sağlar. Tavan, ışık raflarında önemli bir parametredir. Çünkü ışık, ışık rafı sistemiyle tavana yansıtılmakta ve tavadan ise odaya yansımaktadır. Tavandaki yansıma katsayısının yüksek olması daha fazla ışığı yansıtır. Bu yüzden tavanda kullanılan malzeme parlamayı önlemek için önemlidir.

Dış ışık rafları hacimde daha fazla gölgeleme alanı sağlayarak hacmin pencereden uzak bölümünde daha az ışık yansıtılmaktadır. Fakat eğik ışık rafları ise daha az gölgeleme alanı sağlayarak ışığı hacmin daha derin alanlara ulaşmasını sağlar.

Işık rafı kullanımına bir örnek; Bangladesh'in Dhaka kentinde bulunan kütüphanede yürütülen bir araştırmada ECOTECT V5.0 simülasyon programı kullanılarak simülasyon modeli oluşturulmuştur. Aynı zamanda dış ortam ve iç ortam parametreleri sabit tutulmuştur. Çalışma düzlemi yerden 0.75m yükseklikte tutulmuştur. Işık rafı açıları LSA olarak kodlanmıştır ve tüm olası gökyüzü modelleri ile yılın 8670 saatini simüle etmiştir ve günün 08.00-17.00 arasındaki zaman dilimini değerlendirmiştir. Çalışmanın amacı, kütüphanenin yıl boyunca düzgün bir aydınlatma sağlayabilmesi için ayarlanabilir ışık rafının etkinliğini ölçmek ve hacmin derin alanlarında aydınlığı arttırmak için en uygun ışık rafı açısını bulmaktır. Üç aşamada yapılan

çalışmanın ilk aşamasında 0° ile 60° arasında 15° açı aralıklarıyla oluşturulan beş tane açı modeli denenmiştir. İkinci aşama olarak, en iyi açığı bulmak amacıyla birinci aşamada bulunan en iyi açının komşu açıları 5° aralıklarla denemiştir. Üçüncü aşamada ise ikinci aşamada bulunan en iyi açının komşu açıları 1° aralıklarla yıl boyunca en iyi ışık raf açısı olarak bulunmuştur. Gün ışığı açısı yılın farklı zamanlarında farklılık göstermektedir. Bu nedenle okuma alanına giren ışık miktarı ışık rafının açısına göre değişmektedir. Işık rafının farklı mevsimlerde doğru açısını bulmak için belirli bir tarih aralığı analizine ihtiyaç duyulmaktadır. Farklı gökyüzü koşullarına ve güneşlenme süresine göre analiz etmek için dört tarih seçilmiştir. Bu belirli tarihler, bir yılın en yüksek, en düşük ve eşit uzunluktaki gündüz saatleri olarak belirlenmiştir.

Yapılan çalışmalar ve ölçüm sonuçlarına göre ışık rafı sistemi; gün ışığı yüksekliğine, azimut açısına, malzemenin yansımaya oranına bağlı olduğunu göstermektedir. Simülasyon sonuçlarını doğrulamak için bulutlu gökyüzü koşullarında çalışma düzlemi yüksekliğinde aydınlatma seviyesi ölçülmüştür. Buna göre bulutlu gök koşullarında ışık rafı eğimli kullanılması gerekmektedir. Bulgular sonucunda ise 30° ışık raf açısı Bangladeş iklim bağlamında incelenen açılar arasında en uygun ışık raf açısı olarak bulunmuştur ve bu da yıl boyunca okuma alanları için gün ışığının içeri daha iyi nüfuz etmesini sağlamaktadır (Ferdous, 2019).

İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü kütüphanesinde yapılan bir araştırmada ise kütüphane (38.19°N, 26.37°E) 60° doğu-güney eksenini boyunca bir yönelime sahiptir. Okuma odası (genişlikleri 29,7 metre, yükseklikleri 4,30 metre ve derinlikleri 19,00 metre) kuzey-doğu, güney-batı ve kuzey-batı cephelerine sahip olup tamamen camdır. Hacim; çalışma alanı, iki tane oturma bölgesi alanı ve kitaplık olan orta bölge olmak üzere üç bölgeye bölünmüştür. Ölçümler 20 Haziran ve 20 Temmuz tarihlerinde öğlen 12.30 'da gerçekleştirilmiştir. Bilgisayar ekranına sahip olan çalışma masalarına ve oturma alanlarının önüne bir beyaz kâğıt yerleştirilerek her çalışma masasının merkezinden 0,76 m yükseklikte toplamda 84 tane ölçüm noktası belirlenmiştir. Bu bölümdeki amaç çalışma düzleminde yatay aydınlığı ölçerek gün ışığı dağılımındaki problemi belirlemektir. Bunun sonucunda ise en az düzgün parlaklık dağılımını alan üç nokta tespit edilmiştir. Bunu elde etmek için ekrandaki parlaklık, beyaz kâğıt, masa, bölme, duvar, genel çevre ve pencereye bitişik yan duvar gibi bütün görünüm parlaklık haritalarına göre değerlendirilmiştir. Parlaklık haritası analizinde özellikle güneybatı çevre bölgesinin görüş alanı içinde en kritik ışıklılık dağılımına sahip olduğunu göstermiştir. Aydınlık ve parlaklık dağılımlarını iyileştirmek için güneybatı cephesi (yansıtıcı kaplama raflı ve yansıtıcı panjurlu yarı saydam malzemedan yapılmış bir ışık rafı) ve kuzeydoğu cephesi

(yansıtıcı panjurlar) için ışık rafı sistemi önerilmiştir. Güney-batı cephesine, yerden 3.00 m yükseklikte, 1.6 m derinliğinde bir ışık rafı yerleştirilmiştir. Dış ve iç olarak modellenen ışık rafının yansıtma değeri ise %85 olarak tanımlanmıştır. Yapılan çalışmalar ve ölçüm sonuçlarına göre; mekân, içindeki aşırı gün ışığını daha derin kısımlara yönlendirdiği için dengesiz parlaklık dağılımı düzelmesi sağlanmıştır. Sistem, özellikle pencereye en yakın alan olan en sorunlu ölçüm noktalarında hedeflenen aydınlığı sağlamıştır(Öner ve Kazanasmaz, 2019).

Norveç Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, 1,00 m derinliğinde, pencere genişliğinde, 2,2 m²'lik bir pencere ile 1,0 m²'lik yukarıda yer alan pencerenin arkasına yerleştirilmiş ışık rafını test etmiştir. Işık rafının yüzeyi yarı yansıtıcı, alüminyum levha ile kaplanmıştır. Referans odası, test odasına eşit büyüklükte olup, şeffaf, gölgelemesi olmayan bir cama sahiptir. Ölçümler Sandvika, Norveç'te (Oslo yakınlarında) 59°N enleminde bulunan bir binada yapılmıştır.

Bulutlu gök koşullarında bu sistem tüm odadaki aydınlatmayı %20 ile %35 oranında azaltmaktadır. Işık rafı, pencere bölgesindeki aydınlatmayı azaltsa bile, gün ışığı homojen bir şekilde hacme yayılmamaktadır. Çünkü azalma odanın geri kalan alanlarında da aydınlık düzeyinde ciddi bir düşüşe neden olduğu belirtilmiştir.

Açık gök koşullarında ise yazın güneşin yüksek açılarında (53°) bile ışık rafı pencereye yakın alanları güneş ışınlarından koruyamamaktadır. Bu arada odanın orta kısımlarında aydınlık düzeyinde küçük bir azalma gözlenirken odanın duvara yakın bölgesinde daha fazla bir düşüş (%10-%20) olduğu belirlenmiştir.

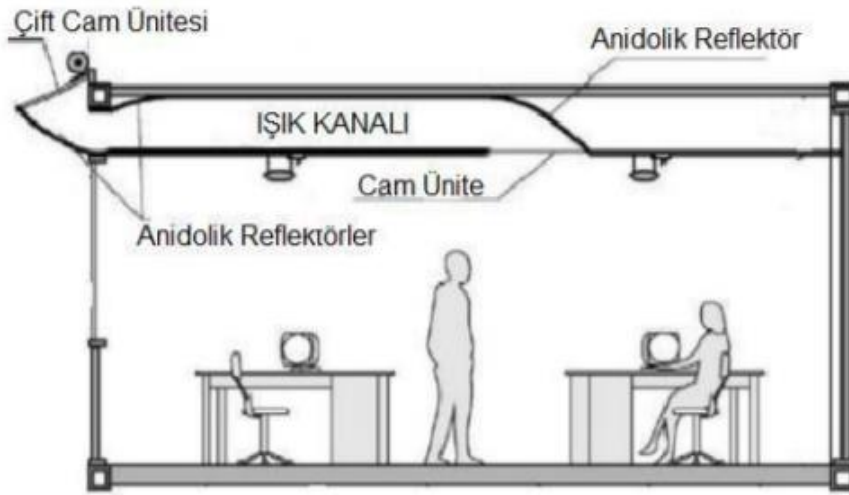
Sonuçta yarı yansıtıcı yüzeye sahip olan iç ışık rafı odadaki gün ışığı faktörü dağılımını arttırmamaktadır ve pencereye yakın alanı direkt gün ışığından korumamaktadır. Gün ışığının oluşturduğu kamaşma problemini çözmek amacıyla ek gölgeleme elemanı gereklidir. Bu problemi çözmek için daha derin yatay ışık rafının kullanımı ise mimari ve estetik sorunlara neden olabildiği belirtilmiştir(Ruck, O. Aschehoug, J. Chirstoffersen, 2001).

3.2.2. Anidolik Tavanlar

Anidolik tavan sistemleri özellikle kapalı gök koşullarında, gökyüzündeki yayınık ışığı toplamak ve toplanan ışığın kanal yardımıyla hacmin derinliklerine yönlendirmeyi hedefleyen sisteme denir. Bu sistem kapalı gök koşullarına sahip bütün enlemlerdeki binalarda kullanılabilir. Fakat yeterli ışık toplamak için bu sistem oda cephesinin tam genişliğini kapsamlı ve ışık kanalı tavandaki bütün alanı işgal etmesi gerekmektedir. Açık gök

koşullarında kullanılmak istenirse de kamaşma ve ısınma problemlerinin önüne geçebilmek için ek gölgeleme elemanları kullanılmalıdır.

Şekil 9’da görüldüğü üzere ışık kanalı ve ışık kanalına bağlanan reflektörler bulunmaktadır. Cephe yüzeyindeki reflektör ışığı toplayarak ışık kanalına iletir. Işık kanalının iç yüzeyi yüksek yansıtıcı özellikte olup, ışık tam iç yansıma prensibine göre kanal boyunca iletilir. Işık kanalının çıkışındaki parabolik reflektör, yayıncı ışığı hacim içine düzgün bir biçimde dağıtır (Johnsen ve diğerleri, 2010).



Şekil 9 Anidolik tavan sistemi

(Kaynak: (Gizem Ünal, Duygu Çetegen, 2005)

Bu sistem düşey cephede pencerelerin üst kısmına monte edilmektedir. Sistemde yatay düzlemle açılı yapan cam ünitesi bulunmaktadır. Bu cam ünitesi üzerine gelen gün ışığını ışık kanalına iletmektedir. Işık kanalı boyunca gelen ışık, tavadaki dağıtıcılar sayesinde hacme yayılmaktadır. Sistemin verimli olabilmesi için gün ışığını yeterli miktarda toplamalıdır ve yansıtıcı yüzeyleri temiz tutmak için sistemin girişinde ve çıkışında saydam özellik gösteren bir eleman bulunması gerekir. Sistemdeki bütün harici parçalar yoğuşmayı ve ısıl köprüleri engellemek için yalıtılmaktadırlar (Ünal, Çetegen, 2005).

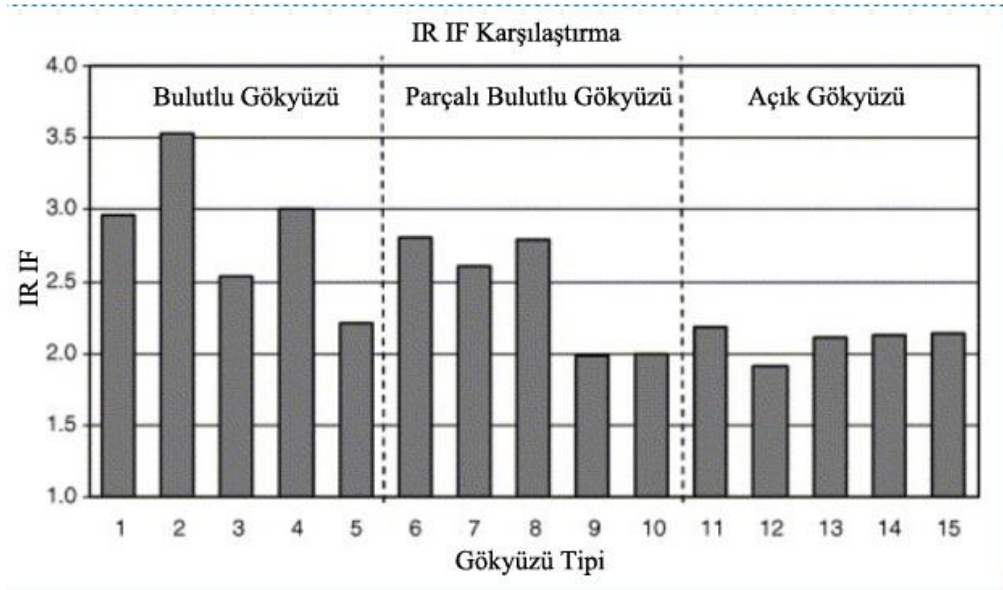
Anidolik tavan sisteminin performansını farklı gökyüzü tipleri ve güneş yükseklikleri altında deneysel değerlendirilmesi; Singapur’da yapılan bir çalışmayla gerçekleştirilmiştir. Çalışma yapılan hacim tek bir cam şerit pencere içermektedir. Cephe kuzey yönüne bakmaktadır ve maket oda boyutları 6×6 metre ve 3.21 metre tabandan tavana yüksekliktedir. Yansıma ve iletim değerleri; duvarlar %50 yansıma, tavan %80 yansıma, zemin %20 yansıma, anidolik sistem %90 aynasal yansıma, pencere camı %92 geçirgenlik, çıkış açıklığı üzerinde cam %92 geçirgenlik katsayısına sahiptir.

Farklı gökyüzü tipleri (15 tip) ve güneş yükseklikleri altında anidolik tavan sisteminin performansını tahmin etmek için çeşitli VSD (virtual sky dome) ve cephe tasarımları kurularak üç farklı simülasyon çalışması yapılmıştır. İlk simülasyon çalışması, diğer cephe konfigürasyonlarıyla karşılaştırarak ve tek gökyüzü tipine odaklanarak, anidolik tavanın aydınlık oranı üzerindeki etkisini ortaya koymaktır. Singapur'daki maket tek bir cam şerit pencere içermektedir. İkinci konfigürasyondaki pencere ise ikinci bir üst şerit ile tamamlanmıştır. Üçüncü konfigürasyonda, ışık toplayıcı, anidolik tavan ve odanın daha derinlerine yerleştirilmiş bir çıkış açıklığından oluşan anidolik tavan yerleştirilmiştir. Tüm aydınlatma oranları, oda derinliği boyunca aşırı homojen olmayan bir dağılım göstermektedir. Bununla birlikte, anidolik tavanlar, aydınlık oranının dengelenmesine önemli bir katkı sağlamıştır. Dış anidolik kolektörün gölgeleme etkisi ise pencereye daha yakın alandaki yüksek aydınlatma değerlerini azaltmaktadır ve fazla ışığı ihtiyaç duyulan alanlara yeniden yönlendirerek odanın arka tarafındaki alanların aydınlık seviyesini arttırmıştır.

İkinci simülasyon çalışmasında, daha yüksek veya daha düşük iyileştirme faktörleriyle sonuçlanan gökyüzü tiplerini belirlemek için kalan 14 gökyüzü tipi kullanılmıştır. Buradaki amaç maket odanın mevcut durumunda bulunan tek cam şerit pencere tasarımındaki anidolik tavanı iyileştirmektir. Tablo 4'te görüldüğü üzere tüm gökyüzü tiplerinde aydınlık oranı (IR) ve aydınlık oranı iyileştirme faktörü (IF)'nü karşılaştırılmıştır. Çeşitli gökyüzü tipleri arasındaki iyileştirme faktörü oldukça farklıdır ve sırasıyla kapalı gökyüzü tip 2 için 3.5 ve açık gökyüzü tip 12 için 1.9 arasında değişmektedir. Tüm açık gökyüzü (tip 11–15), yaklaşık 2 ortalama faktörle önemli ölçüde daha düşük iyileştirmelerle sonuçlanmaktadır. Tersine, bulutlu gökyüzünde (tip 1–5) en yüksek iyileşmeyi sağlamaktadır (Wittkopf, 2007).

Tablo 4 Tüm gökyüzü tiplerinde aydınlık oranı iyileştirme faktörü

(Kaynak: (Wittkopf, 2007))



Anidolik tavan sistemlerinin tasarım kriterleri; kaplama malzemesi, sistem uzunluğu ve genişliğinin genel verimliliğini nasıl etkilediğini bulmak için tropikal iklimde çeşitli simülasyon serileri çalıştırılarak çalışma yürütülmüştür. Photopia yazılım aracıyla bilgisayar simülasyonları çalıştırılarak yapılmıştır. Anidolik tavanın konumu için örnek olarak Singapur seçilmiştir ancak aynı prosedür, baskın gökyüzü türleri ve karşılık gelen göreceli oluşumların bilinmesi koşuluyla diğer konumlara da uygulanabilmektedir. Bu çalışmanın odaklandığı tasarım kriterlerinden biri anidolik tavanın kaplama malzemesidir. Simülasyonlar sırasında kullanılan kaplama malzemesi %90 yansıtıcılığa sahip, aynasal bir kaplamadır. Bu değişkenin seçimi, bir anidolik tavan performansını etkilemektedir. Bu nedenle, çalışma için Photopia'nın malzeme veri tabanından üç tamamlayıcı kaplama malzemesi seçilmiştir: %80 yansıtımlı aynasal kaplama, %86 yansıtımlı standart alüminyum kaplama ve ince bir gümüş tabakaya ve %98'lik bir yansıtma özelliğine sahip kaplama seçilmiştir. Simülasyonlar sırasında ortaya çıkan anidolik tavan verimliliği karşılaştırılmıştır. Simülasyon sonuçları, anidolik tavan yansıtıcı kaplamasının seçiminin verimlilik üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur. En büyük varyasyonlar anidolik tavanın tamamı farklı bir malzeme ile kaplandığında meydana gelmiştir. Yalnızca kolektör veya kanal malzemesinin değişimleri; anidolik tavanın genel verimliliği üzerinde de büyük etkilere sahip olabilmektedir ancak dağıtıcının kaplamasındaki malzeme değişiminin etkisi biraz daha az olmaktadır. Bu sonuçlar sadece anidolik tavanın kısa olduğu (kanal uzunluğu ortalama 3 m) durumda geçerli

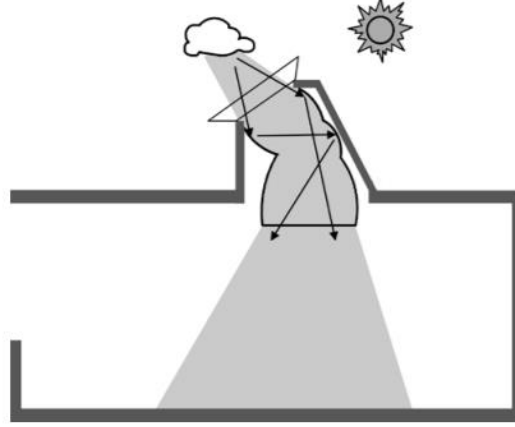
olmaktadır. Daha uzun anidolik tavanlarda kaplama malzemelerinin etkisi daha önemli hale gelmektedir.

Bu çalışma sırasında incelenen ikinci tasarım kriteri, anidolik tavan boyutları olmuştur. Bir anidolik tavanın genel verimliliğinin uzunluğu arttıkça kademeli olarak azalacağı gözlemlenmiştir. Bunun nedeni hiçbir yansıtıcı kaplamanın %100 yansıtıcı özelliğe sahip olmamasıdır. Sistemden geçen her ışık ışını, kaplama ile her etkileşimde sönümlenmektedir ve kalan gün ışığının sistemdeki ilerleyişi bu nedenle giderek azalmaktadır. Deneylerde, 0 ile 18 m arasındaki kanal uzunlukları için anidolik tavanların genel verimleri belirlenmiştir. Çalışmanın bir diğer amacı, genişlik değişikliklerinin anidolik tavan performansı üzerinde bir etkisi olup olmayacağını bulmaktır. Yalnızca 1-2 metre genişliğindeki dar anidolik tavanlar, bazı durumlarda maliyet düşürme nedenleriyle veya pratik nedenlerden dolayı (mesela klima tesisatları için gereken tavan alanı) istenebilmektedir. İlk bakışta, genişlik değişikliklerinin bir anidolik tavanın verimliliği üzerinde büyük bir etkisi olmaması gerektiği düşünülmektedir. Bununla birlikte, bir anidolik tavanın genişliği azaltıldığında, örneğin yanal yüzeylerin anidolik elemanlara oranları değişmiştir. Bu, genel verimliliğin değişmesine neden olabilmektedir. Simülasyonda ilk adımda modelin genişliği başlangıçtaki 5 m'den 1 m genişliğe kademeli olarak düşürülmüştür. 1 m genişlikte oran %32,5'ten sadece %27,3'e düşmüştür. Bu düşüşün nedeni, kanalın kısmi verimliliğindeki büyük düşüş olmasındandır. Yaklaşık 3 m kanal genişliğindeki kısmi verimi kanal küçüldükçe daha da azalmaktadır. Kolektör ve dağıtıcı için de kısmi verim düşüşü gözlemlenebilmektedir ancak bu bileşenler için çok daha az belirgin olmaktadır(Linhart, Wittkopf ve Scartezini, 2010).

3.2.3. Anidolik Açıklıklar

Anidolik açıklıklar, gökyüzünden gelen yayınık gün ışığını toplayarak hacmin içine ileten ve iç yüzeyi alüminyum olan sistemlerdir. Bu sistem direkt gün ışığının hacmin içine girmesini engellemektedir. Genellikle müze, kütüphane, atriyum gibi görsel konforun sağlanması istenilen mekanlarda kullanılır. Sistem güneş ışığını en yüksek açıyla ve en düşük açıyla gelen ışınları toplar. Bu sayede zayıf olan kış güneşi, mekânlara alınmış olur(Yenidoğan, 2017).

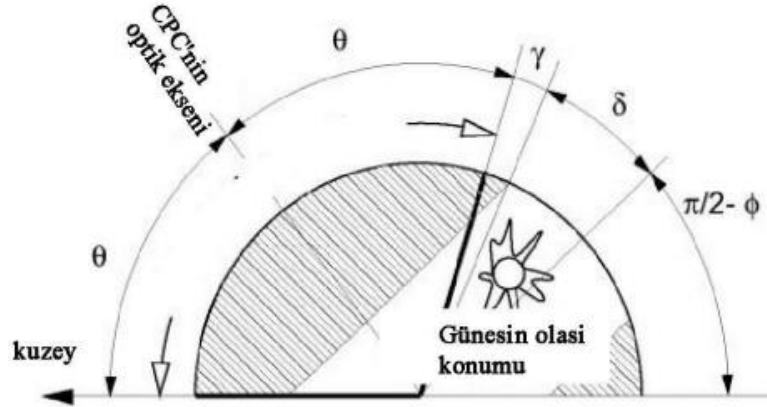
Şekil 10'da görüldüğü üzere sistem dağıtıcı ve toplayıcı reflektörlere sahiptir. Girişte toplanan ışık yansıtıcı yüzeylerden yansıyarak dağıtıcı reflektöre gelir. Dağıtıcı reflektördeki ışık da hacim içine yayılarak aynı zamanda kamaşmayı ve geri yansımayı engellemiş olur. Anidolik sistemlerin kullanılması mekânın aydınlatma oranını artırır. Bu yüzden sistemin genişliği ve ışık yayma kapasitesi mekân oranına bağlı hesaplanmalıdır(Yenidoğan, 2017).



Şekil 10 Anidolik Açıklıklar

(Kaynak:(Johnsen ve diğerleri, 2010)

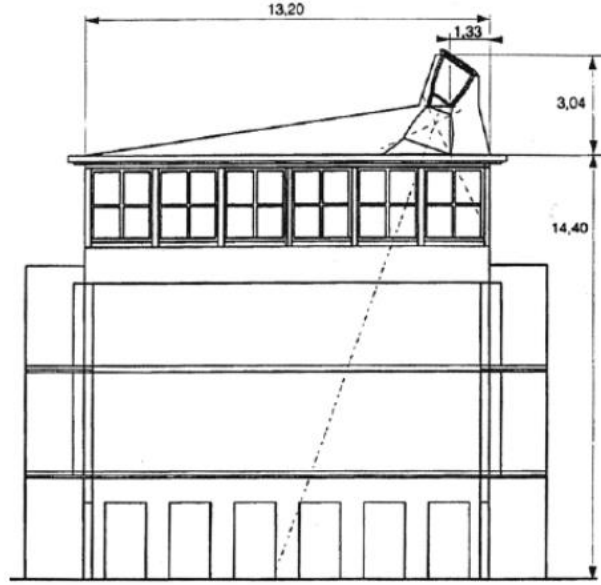
Anidolik açıklıklar doğu-batı doğrultusundaki çatılarda uygulanır. Sisteme kuzey yarım kürede kuzey yönünde, güney yarım kürede güney yönünde eğim verilmektedir. Böylece anidolik toplayıcı eleman üzerinde optimum miktarda yayınlık ışık toplanır. Şekil 11’de gösterildiği gibi güneş ilkbahar ekinoksu ile sonbahar ekinoksu arasındaki günün başlangıcı ve bitişi dışında hiçbir zaman ışığın toplandığı alana girmez. Güneş koruması, açıklığın üzerine düzgün bir şekilde 0,5 m aralıklarla yerleştirilmiş bir dizi dikey çita ile tamamlanır(Ruck, O. Aschehoug, J. Chirstoffersen, 2001).



Şekil 11 47° kuzey enlemi için tasarlanan Anidolik Zenital Toplayıcının kabul sektörünü gösteren şema. (ϕ : enlem, δ : güneşin bulunduğu en yüksek nokta (23.5°), γ : güneşin yakınındaki parıltısı yüksek gök parçasından gelebilecek ışığı reddetmek için seçilen tolerans açısı)

(Kaynak: (Ruck, O. Aschehoug, J. Chirstoffersen, 2001)

Anidolik açıklık sistemi, İsviçre’de Tessin Kantonu Arşivleri’nin binasında bulunan atriuma yerleştirilmiştir. Çatıya yerleştirilen sistemde açıklık doğu-batı doğrultusunda bulunmadığı için sistemde bazı değişiklikler yapılmıştır. Şekil 12’de sistemin kesiti görülmektedir. Binanın orijinal halinde gün ışığı atriumun üst kısmına yerleştirilen pencereler sayesinde içeri girebilmektedir. Anidolik açıklık binaya yerleştirilerek boşluk oranı %11 artarken, atriumun altındaki hacimde ise yatay aydınlık düzeyi %64 artmıştır.



Şekil 12 Tessin Kantonu Arşivleri binasının anidolik tepe açıklığı sisteminin de eklendiği atrium kesiti

(Kaynak: (Ruck, O. Aschehoug, J. Chirstoffersen, 2001)

Ruck ve ark. (2001) yaptığı çalışmada anidolik sistemin 10 x 15 x 7 m boyutlarındaki bir test odasında potansiyel uygulamalarını incelemek amacıyla sayısal simülasyonlar hazırlanmıştır. Anidolik sistem simülasyonda iki farklı sistemle kıyaslanmıştır. Bunlar; düşey üst pencereler ve gök ışıklıdır. Simülasyon sonunda anidolik açıklık, benzer ebatlara sahip düşey pencerelerin sağladığı aydınlık düzeyinin iki katına ulaşmıştır. 0,58 geçirgenliğe sahip tepe penceresinin sağladığı performansa eşit olduğu ortaya çıksa dahi anidolik açıklık direkt güneş ışınlarından kaynaklanan aşırı ısınmayı önlemektedir. Anidolik açıklık tavan seviyesinde çokça kamaşma yaratmadan olması gereken parlaklık değerlerini sağlayabilmektedir. Anidolik açıklıklar, geleneksel çatı pencerelerinden daha iyi kamaşma kontrolü ve gelişmiş görsel konfor sağlamaktadır. Bu yüzden görsel konforun önemli olduğu açık iç mekanlı uygulamalarda (spor salonları, müzeler, atriumlar ve marketler gibi mekanlarda) bu sistemin kullanılması tercih edilmesi gerektiği belirlenmiştir(Ruck, Aschehoug, Chirstoffersen, 2001).

3.2.4. Anidolik Petek Sistemleri

Anidolik petek sistemleri, üç boyutlu parabolik yoğunlaştırıcılardan oluşan, direkt gün ışığının ve kamaşmanın yönlü kontrolünü sağlayan, içi boş yansıtıcı elemanlardan oluşan ızgara sistemidir. Diğer anidolik sistemlerden (anidolik tavanlar, anidolik açıklıklar) farklı olarak üç boyutlu yansıtıcılık özelliği vardır. Genellikle açık gök koşulları için tasarlanan bir sistemdir ve gün ışığını yönlendirmek için kullanılır. Gün ışığını yönlendirmesi sayesinde ısıtma ve soğutma yüklerinin azaltılmasında yardımcı oldukları görülür(Erel, 2004).

Parabolik yoğunlaştırıcılardan ilki dışarıya yönlendirilir ve yüksek açılı güneş ışınlarını geri yansıtırken, düşük açılı güneş ışınlarını sistem içine geçirir(Çiftçi ve Arpacıoğlu, 2021). İkinci olan yoğunlaştırıcı eleman ise zıt yönde yerleştirilerek yayıncı ışığı 25°'lik bir açıyla tavana doğru yönlendirme yapar. Genellikle pencerenin üst bölümüne sabitlenerek kullanılan bir sistemdir. Reflektörlere zarar gelmemesi için sistem iki cam bölmesi arasına yerleştirilir. Şekil 13'te çalışma prensibi şematize edilen bu sistemin örneği verilmiştir.

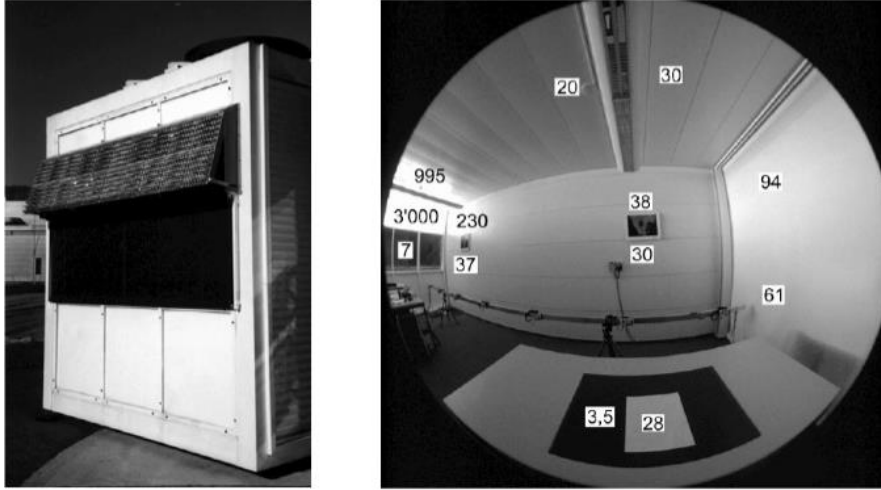


Şekil 13 Anidolik petek sistemi

(Kaynak: (Johnsen ve diğerleri, 2010)

Anidolik petek sistemlerinin karşılaştırmalı performansını değerlendirmek için 1:1 tam ölçekli test odalarında aynı zamanda gün ışığı ölçümleri yapılmıştır. İki test modülü de 6,5 m derinliğinde ve 2,65 m yüksekliğindedir ve model odalar aynı fotometrik özelliklere sahiptir ($r_{\text{duvarlar}}=0.8$, $r_{\text{tavan}}=0.8$, $r_{\text{zemin}}=0.15$). Referans test odası, gün ışığının içeri girmesini sağlarken çalışma alanlarını güneş girişinden ve parlamadan koruyan yüksek kaliteli beyaz bir jaluzi kullanılmıştır. Jaluzinin yatay elemanlarının açısı, anidolik cihazla aynı güneş korumasını sağlayacak şekilde ayarlanmıştır. Her odanın ortasına masa yüksekliğinde yedi adet güneş sensörü yerleştirilmiştir. Açık gökyüzü şartları altında odanın ön tarafına yakın yerlerde aydınlık düzeyi düşüktür. Bunun sebebi içine katlanan jaluzinin pencerenin aşağı kısmındaki üçte ikilik alanını gölgelemesidir. Anidolik sistemin ışık saptırma özelliği yön değiştirme tavan

ve arka duvardaki yansımalar sayesinde odanın arka kısmındaki aydınlık düzeyi 50-150 lüks artmıştır ve böylece odanın ön ve arka kısmındaki aydınlık düzeyleri birbirine eşit seviyeye gelmiştir. Yine aynı gök koşullarına sahip şartlar altında yaz aylarındaki (65° güneş yüksekliği) aydınlık düzeyleri kış aylarında (29° güneş yüksekliği) elde edilenden daha azdır. Böylece istenen mevsimsel seçicilik özelliği elde edilmiştir.



Şekil 14 Test odasının cephelerinin görünümü (solda), arka sırada oturan bir kullanıcının görüş alanındaki parlaklık değerleri (sağda) görülmektedir

(Kaynak: (Ruck, O. Aschehoug, J. Chirstoffersen, 2001)

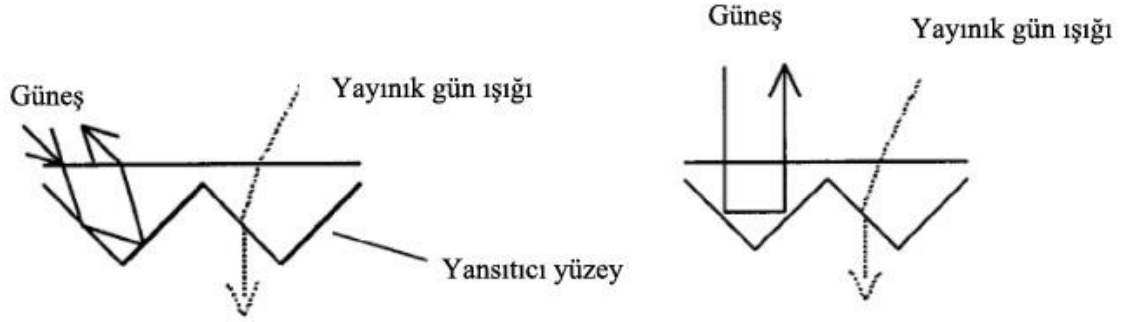
Şekil 14'te solda, pencerenin üst tarafına yerleştirilen anidolik güneşlikli test modelinin dışarıdan görünümü görülmektedir. Pencerenin alt kısmının arkasına kumaş bir güneşlik (%4 görünür geçirgenliğe sahip kalın koyu kahverengi kumaştan yapılmış) yerleştirilmiştir. Sağda ise balık gözü ile çekilen odanın görünümü ve sistemin gün ışığını odanın derinliklerine kadar ileten şekil gözükmektedir. Şekil üzerinde bulunan parlaklık eşlemesi (odada arka masada oturan kullanıcının görüş alanına giren yerler), sistem tarafından elde edilen kamaşma kontrolünün başarısını göstermektedir.

Sonuç olarak anidolik petek sistemleri gün ışığını kamaşma oluşturmadan alan içerisine almak için geliştirilmiştir. Güneş ışınlarının yeniden yönlendirilmesi, ılıman ve güneşli iklimlerde güneş ışığı ile aydınlatma oluşturmak için imkân sunmaktadır. Fakat bu sistemin sağladığı özellikler kapalı gök koşulları için geçerli olmamaktadır(Ruck, Aschehoug, Chirstoffersen, 2001).

3.2.5. Prizmatik Paneller

Prizmatik paneller ince, düzlemsel, şeffaf akrilikten yapılmış testere dişi görünümünde olan ılıman iklimlerde gün ışığını yönlendirmek veya kırmak için kullanılan sistemlerdir. Prizmatik elemanların dişleri, konumları, açıları, tipleri farklılık gösterebilir. 25 cm veya 1cm kalınlığındaki paneller veya 1mm den daha ince esnek filmler paneller şeklinde bulunabilir(Okutan, 2008).

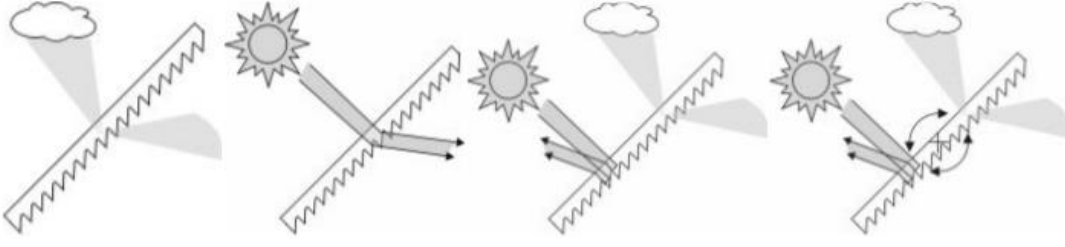
Prizmatik sistemler cephelere ve çatı pencereler kısmına yerleştirilen sabit veya hareketli sistemler şeklinde uygulanabilmektedir. Cam ünitesinin içine veya dışına yerleştirilen paneller manzarayı etkilememektedir. Prizmatik panellerde gün ışığını yönlendirme, kırılma ve yansıtma özellikleri bir arada kullanılır ve gelen ışınların bir kısmı da yutulur. Şekil 15'te prizmatik panellerin çalışma prensibi gösterilmektedir.



Şekil 15 Prizmatik panellerin çalışma prensibi

(Kaynak: (Ruck, O. Aschehoug, J. Chirstoffersen, 2001)

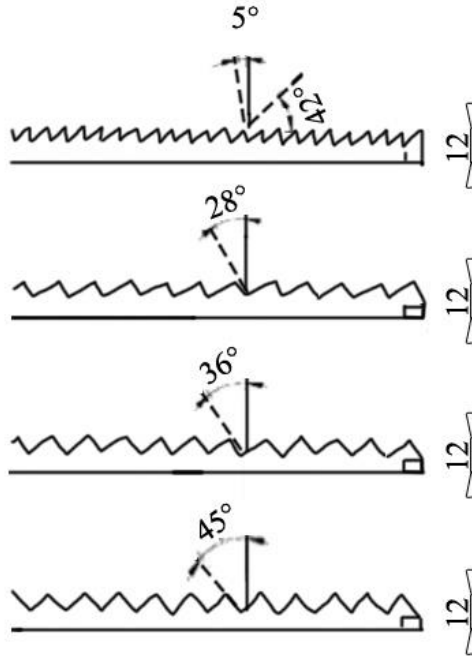
Şekil 16'da görüldüğü üzere yayınık gök ışığını odanın derinliklerine kadar iletirken optik özellikleri sayesinde direk gün ışığını kırarlar. Prizmatik paneller direk gün ışığını hacmin derinliklerine iletecek şekilde de kullanılmaktadırlar. Işığın yansıtması ve kırılmasından oluşacak parlama ve renk bozulmasının önüne geçebilmek için uygun panel kullanılmasına dikkat edilmelidir.



Şekil 16 Prizmatik panellerin yaygın gün ışığında, direkt güneş ışığında, sabit güneş kontrol aracı ve hareketli güneş kontrol aracı olarak kullanımı

(Kaynak: (Ruck, O. Aschehoug, J. Chirstoffersen, 2001)

Prizmatik paneller enjeksiyon kalıp ve özel kazıma olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Özel kazıma işlemi 1 milimetreden daha sık aralıklarla prizmalar üretilebilmektedir. Bu yöntemle oluşturulan akrilik filmler hafiftir ve optik özellikleri oldukça iyidir. Bu filmler çift cam arasına uygulanmaktadır. Şekil 17’de görüldüğü üzere enjeksiyon yöntemiyle kalıba dökülerek hazırlanan paneller ise akrilik polimerden dört farklı açıda (5° , 28° , 36° , 45°) üretilmektedir. Tercihe bağlı olarak, her prizmanın aynı açılı yüzleri alüminyum filmlerle kaplayarak daha iyi yansıtma değerlerine ulaşmak mümkün olmaktadır(Kazanasmaz, Fırat ve Tosun, 2011).



Şekil 17 Dört farklı kırılma açısına göre üretilen dört farklı prizmatik panel

(Kaynak: (Ruck, O. Aschehoug, J. Chirstoffersen, 2001) kaynağından yararlanılarak yazar tarafından çizilmiştir)

Norveç Bilim ve Teknoloji Üniversitesi'nde prizmatik panellerin performansını test edilmiştir. Test odaları 2,9 m genişliğinde, 5,5 m derinliğinde ve 2,7 m yüksekliğindedir. Test odası penceresinin (2,2m², manzara penceresi) üst tarafında ek bir ışıklık penceresi (1m²) mevcuttur. Prizmatik paneller, bu ışıklığa dikey olarak monte edilmiştir. Prizmatik panel, toplam cam alanının %31'ini kaplamaktadır. Referans odasında ise panel bulunmamaktadır. Her iki test odası için yapılan ölçümlerde güneşin pencere cephesine dik olduğu durum için geçerli olmaktadır.

Tablo 5 Prizmatik panelin dört mevsimde yapılan ölçümler sonucunda elde edilen aydınlık düzeyleri ve gün ışığı faktörleri

(Kaynak: (Ruck, O. Aschehoug, J. Chirstoffersen, 2001))

Prizmatik Panel, Norveç, 59°K Gözlem durumu ve zamanı	İç Aydınlık Düzeyi (% veya lux)						Dış Aydınlık Düzeyi (klux)	
	Pencere Bölgesi		Orta Bölge		Arka Bölge		Evg	EvgS
	Test	Referans	Test	Referans	Test	Referans		
Kapalı Gök (GF %)	3.4 %	5.2 %	1.4 %	2.1 %	0.6 %	0.7 %	3.4	1.4
Kış, Açık Gök, 12:00	güneş	güneş	güneş	güneş	güneş	güneş	11.0	51.1
Bahar, Açık Gök, 12:00	güneş	güneş	güneş	güneş	1,410	1,640	38.4	90.8
Yaz, Açık Gök, 12:00	3,240	3,130	2,140	1,650	710	660	87.5	76.0

Bulutlu gökyüzü koşullarında, prizmatik paneller tüm bölgelerdeki aydınlatmayı %20-35 arasında düşürmüştür ve gün ışığı dağılımı referans odasına göre daha düzensiz olduğu gözükmemektedir. Pencerenin üst kısmının parlaklığı da düşmüştür.

Yazın açık gökyüzü koşulları için prizmatik paneller, oda içinde bulutlu gökyüzüne göre daha düzenli ve homojen bir gün ışığı dağılımı sağlamıştır. Ara bölgedeki aydınlık %30'a kadar artmıştır; arka duvar bölgesinde ise ortalama artış %14 olmuştur. Ekinoks ve kış zamanlarında test odasındaki prizmatik paneller duvar etrafındaki alana ışınların ulaşmasını azaltmıştır. Prizmatik paneller, bulutlu gökyüzü koşullarının hâkim olduğu iklimlerde sınırlı uygulamalara sahiptir. Açık gökyüzü iklimleri için paneller güneş ışığını bir odaya yönlendirebilir ve nispeten düzgün bir gün ışığı dağılımı sağlayabilmektedir (Ruck, O. Aschehoug, J. Chirstoffersen, 2001).

Prizmatik panel için yapılan bir başka çalışma; İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mimarlık Fakültesi'nde 6m genişliğinde, 12m derinliğinde ve 3.8m yüksekliğinde bulunan derin planlı bir sınıf örnek alan olarak seçilmiştir. Pencere ise yerden 1m yükseklikten tavana kadar devam etmekte olup ebatları 5.5m x 2.8m'dir. 23 Kasım 2017'de açık gökyüzü koşullarında ve 21 Aralık 2017'de kapalı gökyüzü koşullarında saat 9:00, 12:00 ve 15:00'te olmak üzere günde üç

kez yapılmıştır. Duvarın yansıtma katsayısı 0,90, tavanın yansıtma katsayısı 0,85 ve zeminin yansıtma katsayısı 0,60 olarak bulunmuştur. Camın ışık geçirgenlik katsayısı ise 0.80'dir.

Örnek oda ve örnek oda referans alınarak farklı oda derinliği ve pencere oranı alternatifleri Relux'te modellenmiştir. Prizmatik panellerde totalde belirlenen 12 tane farklı oda derinliği ve pencere oranı bulunan alternatifleri de Relux programında modellenmiştir. Tüm bu alternatifler incelendiğinde ortaya çıkan sonuçlar şunlardır:

- Oda genelindeki aydınlık düzeyi pencere-duvar oranının azaltılmasıyla düşmektedir.
- Prizmatik panel yerine %10 geçirgenliğe sahip gölgeleme elemanının kullanılması halinde hacimdeki aydınlık düzeyi büyük oranda azalmıştır.
- Kış dönemlerinde güneş ışınlarının daha düşük açıyla gelmesinden dolayı daha geniş bir alan aydınlanmıştır. Fakat bu dönemlerde prizmatik panel herhangi bir gölgeleme yapamamıştır.
- Yaz dönemlerinde hacme giren gün ışığı miktarı güneşin konumundan dolayı düşmektedir.

Bu çalışma düşey pencerelere yerleştirilen prizmatik sistemler ile hacimde gün ışığının kontrollü bir biçimde kullanılabileceği gösterilmiştir(Kazanasmaz ve diğerleri, 2011).

3.2.6. Lazer Kesim Paneller

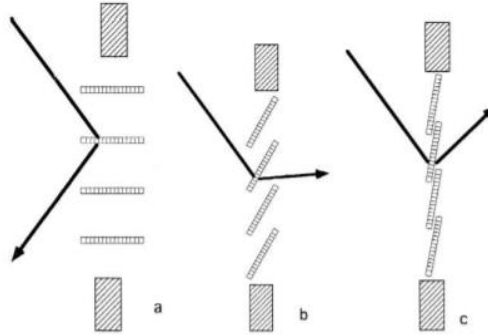
Lazer kesim panel sistemi, saydam akrilik malzemeden yapılmış panellerin üzerine lazerle birbirine paralel kesikler atılarak oluşturulan gün ışığı aydınlatma sistemidir. Her bir bölgenin yüzeyi ayna görevi görerek etkin bir ışık yönlendiricisi haline gelir ve ışığın aralıktan geçerek hacmin içine yönlendirmesini sağlar. Genellikle iki cam arasına yerleştirilen lazer kesim paneller kesik yüzeylerin lamine cam ile korunması şartıyla pencere dışına da yerleştirilebilmektedir(Okutan, 2008). Şekil 18'de görüldüğü üzere panelden görüşün gözükmesini sağlamaktadır.



Şekil 18 Lazer kesim panel örneği

(Kaynak: (Solartran, 2020)

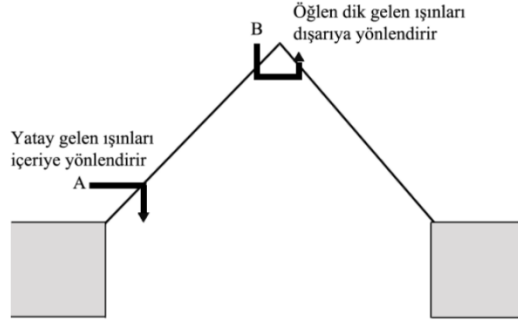
Lazer kesim paneller pencere içerisinde göz seviyesinin üstünde yerleştirilmelidir. Göz seviyesinin altına yerleştirilen panellerdeki kesikler ışığı yukarıya doğru yönlendirerek kamaşmaya sebep olur. Paneller yüksek açıyla gelen ışığı yansıtırken düşük açıyla gelen ışığı içeri alır. Şekil 19’da gösterilen farklı açılarda yerleştirilen lazer kesim panellerinden yaz dönemi için yatayda konumlandırılmış paneller gelen ışınları yansıtarak hacim içerisinde gölgeleme oluşmasını sağlamaktadır, kış dönemi için düşeyde yerleştirilen paneller ise gün ışığını hacmin içerisine yönlendirilmesini sağlamaktadır.



Şekil 19 Lazer kesim panellerin farklı açılarda yerleştirilerek ışığı farklı yönlendirebilmesi

(Kaynak: (Greenup, P., 2002)

Lazer kesim paneller çatılarda da kullanılmaktadır. Şekil 20’de görüldüğü üzere açılı yerleşim sayesinde dik gelen ve sıcaklık etkisi olan güneş ışınları geri yansıtılmış, yataydan gelen ışınlar ise yansıtılarak iç mekâna alınmıştır(Okutan, 2008).



Şekil 20 Çatı kısmında kullanılan lazer kesim panellerin çalışma prensibi

(Kaynak: (Ruck, O. Aschehoug, J. Chirstoffersen, 2001))

Tavan geometrisinin lazer kesim panel (LCP) performansı üzerindeki etkisini incelemek için İrbid-Ürdün'de (32.55 K, 35.9 D) iki model 1:10 ölçeğinde oluşturularak deney yapılmıştır. Bu modeller, Mayıs ayında 10:00 ile 16:00 arasındaki zaman diliminde güneşli ve açık gökyüzü koşullarında simüle edilmiştir. Simüle edilen odanın boyutları 8 m uzunluğunda, 3 m genişliğinde ve 3.25 m yüksekliğindedir. İlk model referans oda olarak kabul edilmiştir, ikinci model ise deney odası olarak kabul edilmiştir (tavan geometrilili bir oda: kavisli veya pahlı tavan). Her iki modelde de 4:6 genişlik/derinlik oranına sahip 20×30 cm ebatında dikdörtgen bir lazer kesim panel kullanılmıştır. Tavanlar, duvarlar ve zeminler sırasıyla %80, %65 ve %45 yansıtıcılığa sahip malzemeler kullanılarak yapılmıştır. Her iki modelin de güneye bakan 30 cm yüksekliğinde ve 20 cm genişliğinde bir penceresi bulunmaktadır. Pencere, 90 cm yüksekliğinde bir pervaza ve %85 geçirgenliğe sahip bir cama sahiptir.

Simülasyon verileri lazer kesim panellerin, odanın arka kısmına daha fazla ışık yansıtma eğiliminde olduğunu ve bu da sıcak iklimlerde gün ışığı kalitesinin iyileştirilmesine yardımcı olduğunu göstermektedir. Ayrıca sonuçlar, lazer kesim panellerinin düz bir tavana kıyasla kavisli bir tavan ile odanın arka kısmına daha fazla ışık yansıttığını göstermektedir. Ayrıca kavisli ve pahlı tavanlar, düz bir tavana kıyasla arka kısımdaki aydınlık seviyesini artırmaya yardımcı olmuştur. Arka kısımda aydınlık düzeyi Mart, Haziran ve Aralık aylarında sırasıyla ortalama %40, %37 ve %35 artmıştır. Öte yandan kavisli tavan, ön kısımdaki aydınlık seviyesinin Mart, Haziran ve Aralık aylarında sırasıyla ortalama %27, %6 ve %5 oranında azalmasına yardımcı olmuştur. Ancak pahlı tavan arka kısımdaki aydınlık seviyesini Mart, Haziran ve Aralık aylarında sırasıyla ortalama %21, %22 ve %5 oranında artırmıştır. Buna karşılık ön kısımdaki aydınlık düzeyi Mart, Haziran ve Aralık aylarında sırasıyla ortalama %32,

%35 ve %16 oranında azaltmıştır. Eğimli tavan arka kısımda aydınlık seviyesini arttırmada, pahlı tavan ise ön kısımda aydınlık seviyesini düşürmede daha etkili olmuştur.

Simülasyonlarda kullanılan genişlik/kesim oranı (4:6) olan lazer kesim panel yerine genişlik-kesim oranı (5:6) lazer kesim panelin kullanılması ise yukarı yöne doğru yansıyan ışığın yüzdesi açısından en iyi performansı vermiştir. Aydınlık seviyesi arka kısımda artarken ön kısımda azalmıştır. Arka kısımda 4:6 oranına kıyasla 5:6 oranında lazer kesim panel kullanılması düz, kavisli ve pahlı tavanlarda sırasıyla ortalama %15, %20 ve %18 oranında aydınlık seviyesinin artırılmıştır. Ayrıca ön kısımda 4:6 oranına kıyasla 5:6 oranında lazer kesim panel kullanılması düz, kavisli ve pahlı tavanlarda sırasıyla ortalama %15, %20 ve %18 oranında aydınlık düzeyinin azalmıştır. Eğimli ve pahlı tavanlar, lazer kesim panelli düz tavanlardan daha iyi performans göstermiştir. Düz tavanlı lazer kesim panel ile karşılaştırıldığında, aydınlatma seviyesi arka kısımda ortalama %20 ve %18 oranında artarken, ön kısımda ise kavisli ve pahlı tavanlar kullanıldığından dolayı ortalama %20 ve %18 oranında azalmıştır.

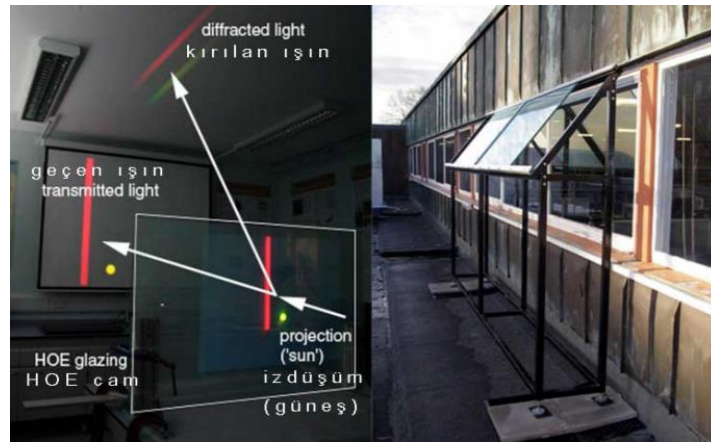
Sonuç olarak simülasyon verileri, tavan geometrilerinin lazer kesim panel performansı üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu göstermiştir. Eğimli ve pahlı tavanlar, lazer kesim panellerinin performansını önemli ölçüde iyileştirmiştir. Lazer kesim panel ile birleştirilen tavan geometrileri, gün ışığı seviyesini arka kısımda %22'ye kadar artırmıştır ve ön kısımda %35'e kadar azaltmıştır. Tavan geometrileri, incelenen odanın arka kısmına daha fazla ışığın geri yansımaya yardımcı olurken, aynı zamanda ön kısımdan yansıyan ışığın azaltılmasına yardımcı olmuştur. Lazer kesim panelin en boy oranınının 4:6'dan 5:6'ya değiştirilmesi, tüm tavan geometrilerinde lazer kesim panel performansını ortalama %18 oranında iyileştirmiştir(Freewan, 2014).

3.2.7. Holografik Optik Elemanlar

Yayıncı gökyüzü ışığını hacmin derinliklerine yönlendiren holografik optik elemanların ana bileşeni iki cam arasında lamine edilmiş, holografik ızgaralarına sahip polimerik bir filmidir. Holografik eleman gökten gelen dağınık ışığı bina içerisine yönlendirerek aydınlatılmasını sağlar. Sistem, doğrudan gün ışığı geldiği zaman renk bozulmasına neden olabileceği için direkt gün ışığı almayan cephelerde kullanılmalıdır.

Holografik optik elemanlarda ışığın kırılma özelliği kullanılır. Kırılma ızgarası oluşturan mikroskobik şeritler saydam bir film tabakası üzerine basılır. Bu ızgaralar gelen ışınları belirli açılardan yönlendirmesine yönelik tasarlanır. Dik açıdan gelen ışınları ise değişmez(Okutan, 2008).

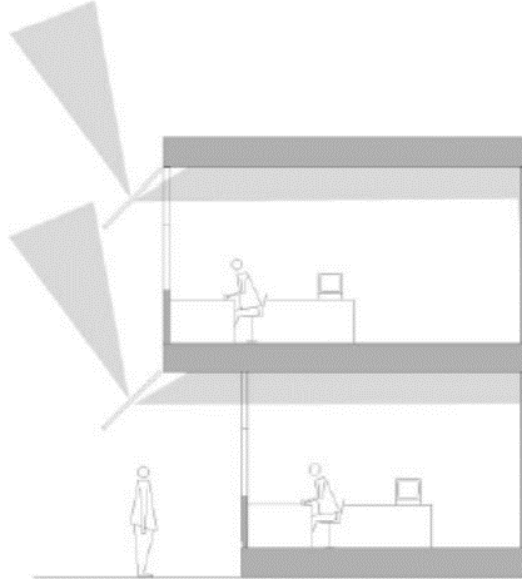
Pencere dışına yerleştirilen sisteme “Tepe Işık Kılavuz Sistemi” denilmektedir. Bu sistem pencere dışında cepheye düşey yerleştirilebildiği gibi cephenin üst kısmında 45°lik açıyla da yerleştirilebilmektedir. Holografik optik elemanlar, yaygın gün ışığını mekânın derinliklerine yönlendirerek mekânda aydınlığın düzgün dağılımına neden olurken, parlaklıklardan kaynaklanan kamaşma sorununu da azaltmaktadır(Manav, Kutlu, 2009). Bu sistem kapalı gök koşullarına sahip enlemlerdeki binalarda kullanılmaktadır. Bu sistemin bir örneği Şekil 21’de gösterilmiştir.



Şekil 21 Holografik optik elemanı (sağ tarafta kurulan test düzeneği gözüküyor, sol kısımda iç mekânda kırılan ışınlar gösteriliyor)

(Kaynak: (Okutan, 2008)

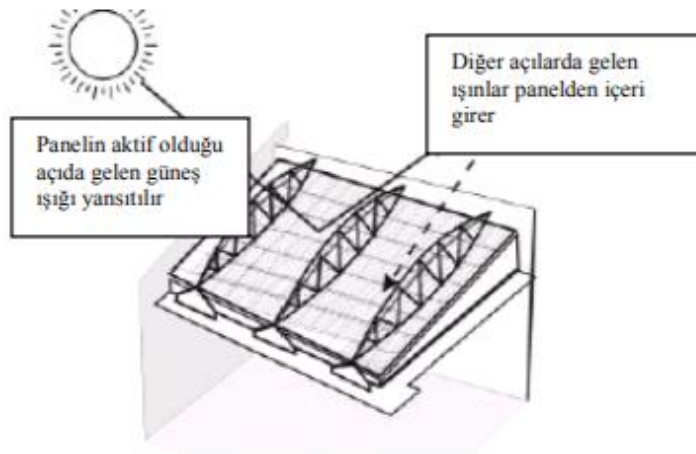
Şekil 22’de üzerine gelen belirli açılardaki güneş ışınlarını yansıtarak gölgeleme sağladığı gibi üzerine gelen gün ışığını hacim içerisine, tavana doğru dağıtarak hacmin derinliklerine gün ışığı iletimi sağladığı gösterilmektedir(Çiftçi ve Arpacıoğlu, 2021).



Şekil 22 Holografik elemanın (Tepe ışığı kılavuzu kullanımı) çalışma prensibi

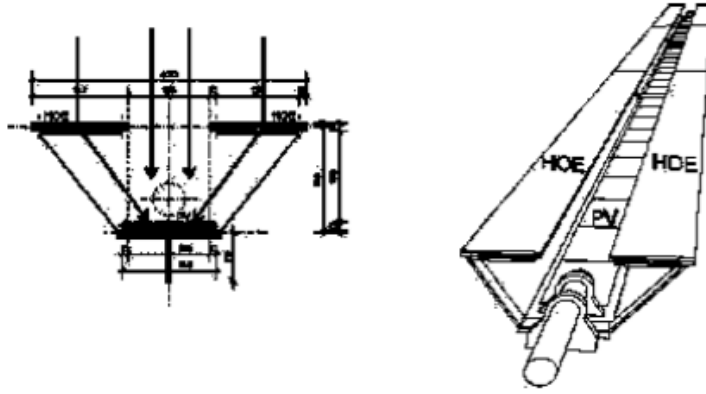
(Kaynak: (Agency, 2000))

Holografik elemanlar saydam gölgeleme sistemleri ve güneş ışığı toplayıcı sistemler olmak üzere iki tipte bulunmaktadır. Saydam gölgeleme sistemleri; dar açıyla gelen gün ışığını geri yansıtmak için kullanılır. Bu sistemdeki cam elemanlar güneşi takip edecek şekilde yönlendirilirse direkt açılardan gelen gün ışığını hacim içine alırken direkt gün ışığının hacim içine girmesi önlenir. Şekil 23'te sistem uygulaması gösterilmiştir. Güneş ışığı toplayıcı sistemlerde ise gün ışığını yönlendirmek ve bir alt cam şeritteki opak çubukların üzerine toplamak için tasarlanmıştır. Bu sistemlerde gün ışığını yönlendirmekle beraber elektrik ve ısı enerjisine dönüştürülmektedir(Ruck, O. Aschehoug, J. Chirstoffersen, 2001). Şekil 24'te sistemin teknik çizimi gösterilmektedir.



Şekil 23 Saydam gölgeleme sisteminin uygulaması

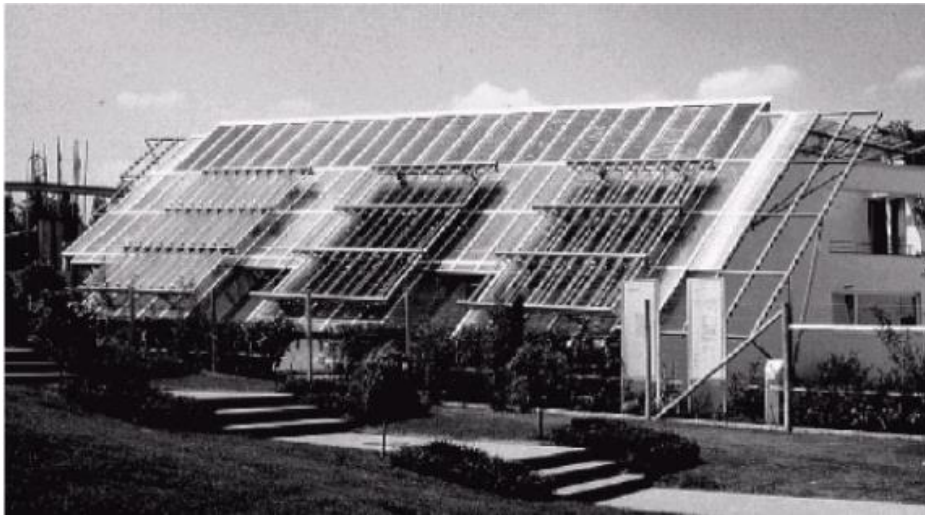
(Kaynak: (Ruck, O. Aschehoug, J. Chirstoffersen, 2001))



Şekil 24 Güneş ışığı toplayıcı sistemlerinin teknik çizimleri

(Kaynak: (Ruck, O. Aschehoug, J. Chirstoffersen, 2001))

Fotovoltaik (PV) hücreleri içeren ilk nesil güneş ışığı toplayıcı sistemleri 1993'te Stuttgart'taki tanıtım binasına kurulmuştur. 1996 yılında ise, daha büyük ve daha ucuz PV elemanları kullanılarak yeni sistemler kurulmuştur. Almanya Stuttgart kentindeki İGA sıra evlerde kullanılan güneş ışığı toplayıcı sistemin güneşli yaz günlerinde avlu bölgesindeki sıcaklıkları azalttığı görülmüştür. Şekil 25'te görülen sistem, parçalı bulutlu günlerde yayınlık gün ışığının hacmin içine girmesine izin verirken doğrudan güneş ışığını kontrol edebilmektedir.



Şekil 25 Güneş ışığı toplayıcı sistemler; İGA Sıra Evleri, Stuttgart, Almanya

(Kaynak:(Johnsen ve diğerleri, 2010))

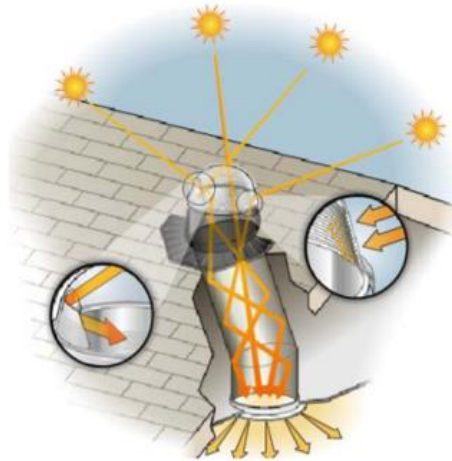
Güneş ışığı toplayıcı elemanlar için güneş iletimi katsayısı 0,2 ve şeffaf gölgelendirme elemanlarının güneş ışığı geçirme katsayısı 0,27'dir. Yani bu sistemler doğrudan güneş enerjisinin %70 ile 80'ini reddetmekte ve bina soğutma yüklerini azaltmaktadırlar.

Stuttgart'taki IGA sıra evlerinde yapılan ölçümler iyi bir gün ışığı aydınlatması korunurken, iyi bir gölgeleme kontrolünün de sağlanabileceğini göstermektedir. Çalışmaya göre; binadaki kullanıcılar, yazın bir ağacın gölgesinde oturma ile kıyaslama yaptıklarında aydınlatma şartlarından memnun kalmışlardır.

Holografik optik sistemlerinin kullanıldığı çeşitli tasarımlar her iklimde kullanılabilir ancak en büyük etki, güneşin olduğu koşullarda büyük cam alanına sahip cephelerdeki binalarda elde edilmektedir. Bu sistemlerin yüksek maliyeti ve mekanik karmaşıklığı test amaçlı uygulamalarda kullanımını kısıtlamaktadır (Ruck, Aschehoug, Chirstoffersen, 2001).

3.2.8. Işık Tüpleri

Işık tüpleri, gün ışığı girmeyen ortamlara doğal ışığın iletilmesini sağlayan sistemlerdir. Işık tüplerinin çapı aydınlatılacak hacmin büyüklüğüne göre 200 mm ile 1500 mm arasında iken uzunlukları ise 9 m'ye kadar olabilmektedir. Işık borusu sistemi toplayıcı, yansıtıcı ve yayıcı olmak üzere üç bölümden oluşur. Şekil 26'da ışık tüpünün kullanım prensibi ve örnek uygulaması gösterilmiştir.



Şekil 26 Gün ışığı tüpünün kullanım prensibinin şematik gösterimi

(Kaynak: (Okutan, 2008)

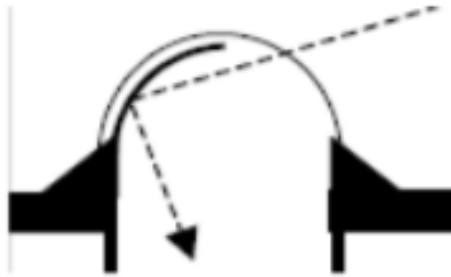
Toplayıcı; genellikle çatının üstüne yerleştirilen ve her yönden gelen güneş ışınlarını tüp içine aktaran kısımdır. Şeffaf polikarbonat malzemeden üretilen fanus istenmeyen UV ışınını engeller ve sıcaklığı sisteme iletmez. Bu yüzden gün ışığından faydalanmak isteyen ancak sıcaklık sebebiyle kullanılmayan hacimler için kullanışlıdır. Ayrıca bu fanus kar, yağmur gibi

dış etmenlerin tüp içine girmesini engeller ve şeklinden ötürü kendi kendini temizleme özelliği bulunmaktadır(Oakley, Riffat ve Shao, 2000).

Toplama sistemleri aktif ve pasif olmak üzere ikiye ayrılır. Pasif toplayıcı sistemi; hareketli parçalara sahip değildir fakat ebat olarak büyük olduğu için dezavantajdır. Avantajı ise basit olması ve maliyet açısından düşük olmasıdır. Aktif toplayıcı sistem ise güneşe doğru devamlı yönelen, bir çeşit takip sistemidir. Mevcut gün ışığını maksimum şekilde toplaması avantaj iken güneşin konumunu takip eden sistemi destekleyen donanım ve yazılım, karmaşık tasarım ve sistemin hareketli parçalarının olmasından dolayı bakım maliyeti fazladır(Sertaç Görgülü, İzzet Yüksek, 2010).

Işık yansıtıcı; yansıtılan ışığı en az kayıpla hacim içine yönlendirebilmek için yansıtma katsayısı yüksek olan malzemelerden oluşur veya Alcoa Everrbite veya Silverlux gibi malzemelerle kaplanmaktadır ki bu malzemeler %95'in üzerinde ışık yansıtma özelliğine sahiptir(Yener, 2007).

Güneşli iklimlerde güneşe yönlendirilen yansıtıcı kubbe açıklığının içine yerleştirilmesiyle kışın yatık gelen direkt gün ışığını içeri alarak daha fazla yansıtma olanağı saptanır. Şekil 27'de gösterilmektedir. Kapalı gök koşullarına sahip iklimlerde ise tamamen şeffaf kubbe kullanılmalıdır. Özel mercek ve geometrik şekillerin kullanılması yatık gün ışığının içeri alınmasını ve aşağıya yönlendirmesine olanak sağlar(Yener, 2007).



Şekil 27 Işık tütünde yansıtıcı kubbe

(Kaynak: (Yener, 2007))

Yayıcı; hacim içerisine gün ışığının homojen bir şekilde yayılmasını sağlayan sistemdir. Beyaz polikarbonat malzemedden üretilmektedir. Şekil 28'de ışık tüpü bileşenleri gösterilmektedir.

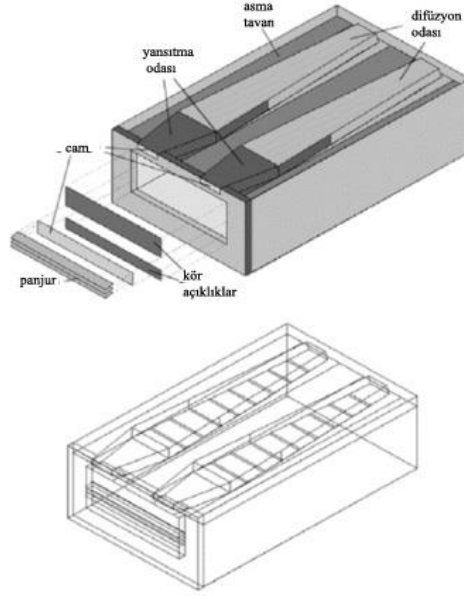


Şekil 28 Işık Tüpü (Borusu) Bileşenleri

(Kaynak: (Sertaç Görgülü, İzzet Yüksek, 2010)

Ölçümleri açık gökyüzü koşullarında Venedik (enlem, 45.5°K) şehrinde gerçekleştirilen çalışmada Radiance ve Opticad simülasyon yazılımları kullanılarak bir test odası içindeki aydınlatma koşullarının performansları incelenmiştir. Bu çalışmada, mekanların gerek nicelik gerekse çoğunlukla nitelik olarak konforlu kullanımına uygun aydınlık bir ortam elde etmeye dikkat edilerek doğal ışık ışınımını içeride kullanılabilir hale getirmek için bir cihaz kurulmuştur. Diğer yandan şeffaf açıklıklar azaltılarak dış ortam ile enerji alışverişinin kontrolü de ihmal edilmemiştir. Referans olarak alınan ortam 7 m genişliğinde, 11,5 m derinliğinde ve 3,5 m yüksekliğinde, 80,5 m² alana sahip boş bir dikdörtgen odadan oluşmaktadır. Kısa kenarlardan birine, oda tabanının sekizde birine eşdeğer 10 m² (5 m × 2 m) büyüklüğünde bir cam yerleştirilmiş ve bu açıklığın güney yönde olduğu varsayılmıştır. Doğrudan güneş ışınlarından kaynaklanan rahatsızlık durumlarında, pencerenin bir gölgeleme cihazı (panjurlar) ile korunması sağlanmıştır.

Odanın yüzeylerinin yansıtma katsayısı, zemin için $\rho = 0.4$, duvarlar için $\rho = 0.5$, tavan için $\rho = 0.6$ ve panjurların aynasal bileşeni $\rho_s = 0.3$ olup toplam yansıtma katsayısı $\rho_t = 0,6$ 'ya sahiptir. Ayrıca cam açıklığı $\tau = 0.78$ 'e eşit bir geçirgenlik katsayısına sahiptir. Şekil 29'da gösterildiği gibi test odasına iki paralel ışık borusu uygulanmıştır ve gün ışığını yeterince kontrol etmek için ve çalışma düzlemi aydınlatmasında daha fazla homojenlik elde etmek için şeffaf açıklığı %30'a düşürülmüştür (10 m²'den 3 m²'ye) ve kalan pencere bölümüne opak(açılabilen) izolasyon panelleri uygulanmıştır.



Şekil 29 Test odasının bileşenlerinin şeması

(Kaynak: (Canziani, Peron ve Rossi, 2004)

Işık borularının bulunduğu odada ölçülen ortalama çalışma düzlemi aydınlatmasının mutlak değerleri, referans odası tarafından elde edilenlerle büyük ölçüde paraleldir ve yıllık ortalama değerleri birbirine yakındır (yaklaşık olarak 350 lx), aylık değerlerde ise farklılıklar göstermektedir. Önerilen sistem özellikle Şubat, Mart, Nisan, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında referans modele göre daha iyi performans gösterirken, geri kalan aylarda, özellikle Haziran ayında sonuçları daha kötüdür. Elde edilen ortalama gün ışığı faktörü, ortalama aydınlatmanın aynı yıllık davranışına sahiptir ve her iki durumda da yıllık ortalama değeri %3'e eşittir.

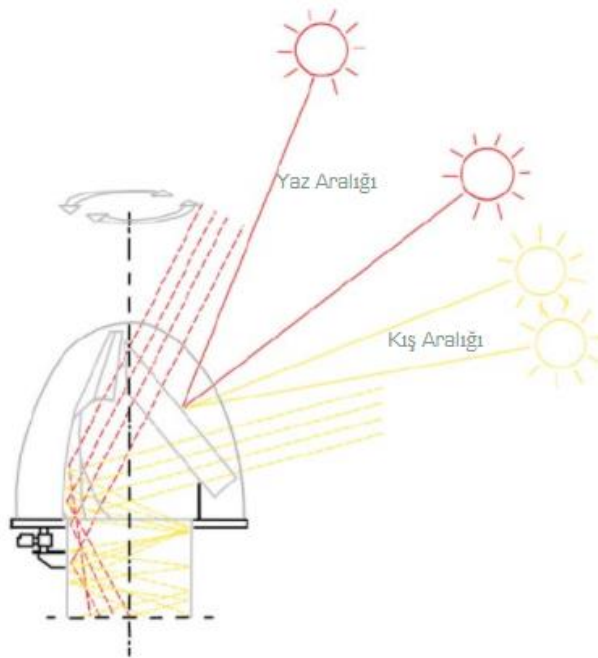
Odanın daha derin alanındaki çalışma düzleminde elde edilen ortalama aydınlatmanın analizinde Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında, yıllık ortalama 310 lx değerine karşı ortalama aydınlatma seviyesinin yaklaşık 200 lx'e düştüğü fark edilebilmektedir. Buna rağmen, sistemin performansı, referans duruma göre yaklaşık olarak %12 bir artış göstererek kabul edilebilir seviyelerde kalmaktadır. Test odasının ortalama aydınlık düzeyi aslında referans duruma göre daha yüksek aydınlatma sağlayarak tüm yıl boyunca günışığı radyasyonunun kontrollü bir şekilde gerçekleşmesine izin vermektedir.

Odanın uzun kenarının orta bölümü boyunca ekinoks günlerinde çalışma düzleminde ortalama aydınlatma açısından sistemin performansının (hafif borularla sağlanan odanın referans odaya göre) aydınlık düzeyinde farklılıklar gözlemlenmiştir. Odanın daha derin bölgesindeki aydınlık seviyesinin artmasında ışık boruları katkı sağlamıştır.

Işık tüplerinin kullanılması güneş ışığının kontrollü alınmasına ve ışığın iç mekânda homojen dağılımının yanında ortamda, istenilen konfor düzeyini sağlayarak görsel yorgunluğu önlemektedir. Gerçekleştirilen simülasyonlar, gün ışığından yararlanmanın termik (ortamların ısıtılması ve soğutulması için enerji), doğrudan ışınlama, parlama, aşırı ısınma gibi faktörlerin ortaya çıkmasını önleyebilmekte ve aydınlığı eşit olarak dağıtabilmektedir(Canziani ve diğerleri, 2004).

3.2.9. Heliostatlar

Gün ışığını toplayıp bina içerisine ileten sistemlerdir. Eski zamanlarda güneş enerjisi uygulamalarında da kullanılmışlardır. Daha yoğun ışığı fotovoltatik panellere, ışık teleskoplarına ve ışık taşıma sistemlerine odaklanması için çeşitli işlevlerde kullanılmaktadırlar. Bu sistemin birçok türü ve fonksiyonu bulunmaktadır. Bazıları ışığın odak noktasını arttırmak için şekillendirilmiş sabit aynalardan oluşmaktadır(Michael Allen, Stephanie Wolfgang, Kil Montgomery, Amanda Lee, Bryan Murray, 2008). Diğerleri ise coğrafi koordinatlara ve zamana ayarlanabilen bilgisayar programlarıyla hareketli hale getirilen otomatik takip sistemi ile güneşi takip eden bir ayna ve bir mercekten oluşan güneş ışınlarını toplayan sistemlerdir(Rana Kutlu, 2010).



Şekil 30 Güneş ışınlarını toplayan sistem

(Kaynak: (Allen, Wolfgang, Montgomery, Lee, Murray, 2008)

Bu cihazlar pahalı ve ekstra bakım gerektirmelerine karşın oldukça verimlidir. Şekil 30'da güneş ışınlarını toplayan sistem şematik gösterilmiştir. Fakat bu sistem tek başına gün ışığı aydınlatma sistemi değildir, topladığı güneş ışınlarını genellikle ışık borularına iletmektedir. Bu taşınan güneş ışığı dağıtıcı çıkış ünitesi yardımıyla hacim içine yayılmaktadır. Şekil 31'de heliostat örneği yer almaktadır.



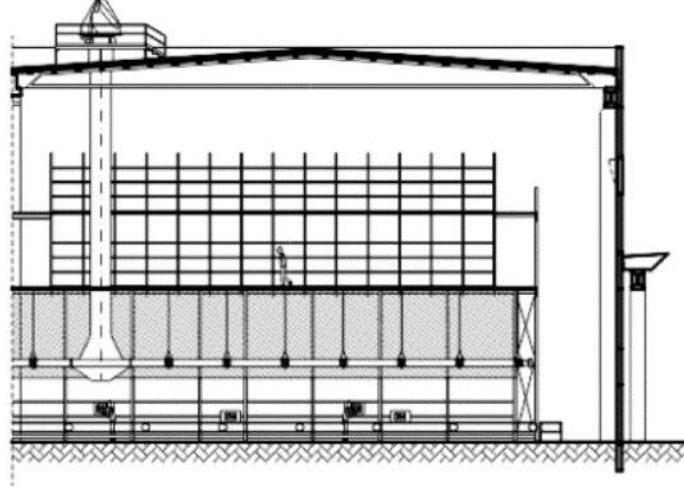
Şekil 31 Heliostat Örneği

(Kaynak: (Demircan, 2015))

Heliostat sisteminin binalarda verimlilik performansını değerlendirmek için Berlin Teknik Üniversitesi Aydınlatma Enstitüsü'nde yapılan çalışmada oluşturulan prototipler için farklı parametreler dikkate alınmıştır. Avrupa araştırma projesi olan ARTHELIO (Bu sistem adını yapay ve heliostatik (artificial and heliostatic) ışığın isim birleşiminden almıştır) prototiplerinin en önemli gereksinimlerinden biri, farklı bina tipolojilerine uyum sağlama esnekliğidir. Bu, prototipin kurulacağı binaya göre şekilleri ve diğer tasarım boyutlarını etkilemektedir. Prototip tasarımında dikkate alınması gereken diğer bir husus, meteorolojik koşullar ve binanın coğrafi konumudur. Heliostat kurulumu, yalnızca coğrafi konumdan hesaplanabilen gökyüzündeki güneş izlerine bağlıdır. Enerji değerlendirmeleri için, güneş konumları güneş ışığı olasılığına göre konmaktadır. Bu, binaya giren ışık miktarı için istatistiksel bir ölçüm sağlamaktadır.

Işık borularına gün ışığını alma olasılığı İtalya'daki Carpiano kentinde 3M dağıtım merkezinde ve Almanya'daki Berlin kentinde Semperlux Binasında iki prototipte başarılı bir şekilde sonuç alınmıştır. Carpiano kentindeki 3M dağıtım merkezinde, yalnızca yapay ışıkla aydınlatılan geniş bir depolama alanı bulunmaktadır. ARTHELIO prototipi, mümkün olduğu kadar fazla

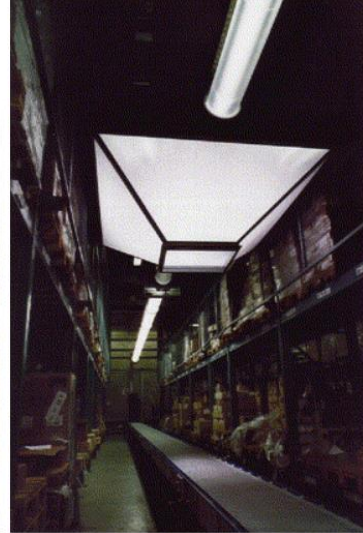
gün ışığı toplayarak depolama alanına gün ışığını ulaştırmıştır. Şekil 32’de gösterilen prototip taslağındaki çalışma düzlemi, binanın çatısının 28 m altında bulunmaktadır.



Şekil 32 Carpiano prototipinin taslağı

(Kaynak: (Rosemann ve Kaase, 2005)

Şekil 33’te gösterilen heliostat (toplayıcı kafa ünitesi), azimut açısını takip ederek güneşi takip etmektedir. Bir optik film, farklı azimut açılarından gelen doğrudan ışığı yoğunlaştırır. Bu ışık daha sonra ikincil bir reflektör tarafından aşağı doğru yansıtılır. Şekil 34’te gösterildiği gibi ışık yönlendirme borusu, depolama alanında aydınlatma için kullanılabilir ışık miktarını en üst düzeye çıkaracak şekilde yolda yalnızca minimum ışık kaybolacak şekilde tasarlanmıştır.

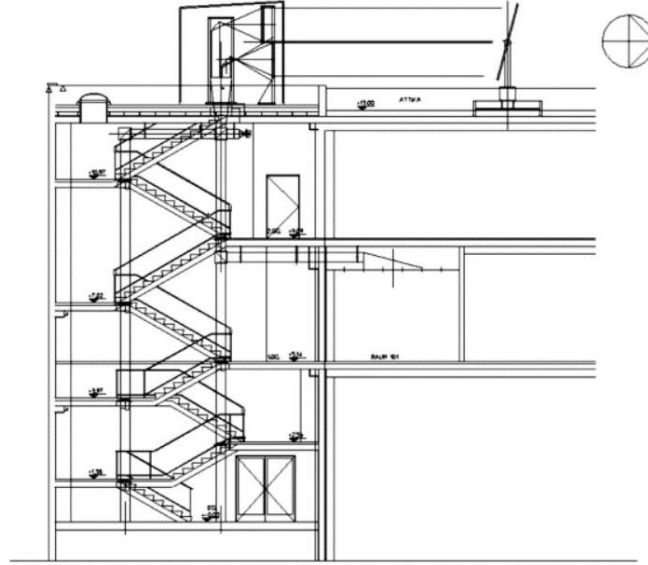


Şekil 33 İtalya, Capiano’da bulunan Arthelio prototipinin Heliostat’ı

Şekil 34 İtalya, Carpiano’da bulunan 3M dağıtım merkezindeki prototip

(Kaynak: (Rosemann ve Kaase, 2005)

Berlin'deki Semperlux binasının merdivenleri, ARTHELIO prototip kurulumu için ideal bir yer sunan hiçbir pencereye sahip değildir. Berlin prototipinin temel amacı, mümkün olduğu kadar fazla gün ışığını içeri almaktır. Referans düzlemindeki (zeminden 0,2 m yükseklikte) ortalama aydınlatma, Alman standardı DIN 5035'e göre en az 100 lx olmalıdır. Şekil 35'te gösterilen prototip, çatıya yerleştirilmiş bir heliostat, doğrudan güneş ışığını ışık borusu sistemine bağlamak için optikler, gerekirse ilave yapay ışık sağlamak için bir kükürt lambası ve son olarak içi boş ışık kılavuzlarından oluşmaktadır.



Şekil 35 Berlin prototipinin taslağı

(Kaynak: (Rosemann ve Kaase, 2005))

Şekil 36'da görüldüğü gibi Berlin, Almanya'daki Semperlux binasında bulunan heliostat (toplayıcı aynanın boyutu: 6.25 m²) doğrudan yansıttığı güneş ışığını, ışık, fresnel lenslerden ve ışığı ışık borusuna yönlendiren özel olarak tasarlanmış reflektörlerden oluşan optik bir sistemle birleştirilir. Şekil 37'de gösterilen sistemde ışık boruları, verimli hafif taşıma için prizmatik filmi içeren şeffaf içi boş tüplerden oluşmaktadır. 360° ışık çıkışı ihtiyacı nedeniyle, iç yüzey üzerine bir film çekmek için kullanılamamıştır. Bu nedenle ışık borusunun ortasına beyaz, dağınık yansıtıcı cisimler asılmıştır. Onlara çarpan ışık saçılır ve içi boş ışık kılavuz sistemini terk edebilir. Her iki ışık borusunun sonunda, bir uç ayna kalan ışığı tüpe geri yansıtır, böylece sonunda aynı şekilde dışarı da bağlanabilir. Bu sayede tüm merdiven (yükseklik 12,5 m) aydınlatılır.



Şekil 36 Heliostat, Berlin, Almanya'daki Semperlux binasının tepesinde

Şekil 37 ARTHELIO Prototip kurulumu Semperlux, Berlin'de

(Kaynak: (Rosemann ve Kaase, 2005))

Berlin prototipinde sistemin performansını izlemek için ölçümler yapılmıştır. Aydınlik düzeyi, bilgisayar tabanlı bir ölçüm sistemine bağlı birkaç yatay ve dikey olarak yönlendirilmiş fotosel kullanılarak ölçülmüştür. Aydınlik düzeyi ofis saatleri içinde (08:00-17:00) her dakika kaydedilmiştir. Bu bilgi ile merdivendeki ortalama yatay aydınlığın kabul edilebilir olup olmadığı kontrol edilmiştir. Ayrıca bilgisayar, kükürt lambasının karartma voltajını okumuştur. Yapay ışık kaynağının enerji tüketimi bu verilerden hesaplanmaktadır.

Belirli bir gün için yapılan ölçümler, kükürt lambasının karartma voltajına karşı çizilen ortalama yatay aydınlatmayı göstermektedir. 0 V'luk bir kısma voltajı için (kükürt lambası kapalı), ortalama yatay aydınlatma 100 lx'ten çok daha yüksek değerlere ulaşmaktadır. Bu durumda içeriye gereğinden fazla gün ışığı girmektedir. Bu veriler, ortalama aydınlatmanın her zaman 100 lx'ten (gereksinim) daha yüksek olduğunu göstermektedir.

Tüp ile donatılmış bir fotosel, heliostat aynasının merkezine bakmaktadır. Bu fotosel, lensleri ve yeniden yönlendiren optik bileşenleri içeren odaya yerleştirilmiştir. Ölçüm sinyali aynanın parlaklığı ile orantılıdır. Kükürt lambasının nispi parlaklık ve karartma seviyesi güneşli gün, parçalı bulutlu gün ve kapalı gökyüzünde ölçülmüştür.

Buna göre güneşli günde kükürt lambası, parlaklık sınır değerini aştığında kapanmaktadır. Günün çoğunda yapay ışık kaynağı kapalı kalmaktadır. Öğleden sonra, doğrudan gün ışığının binaya girmesiyle oluşan ışık akısı, aydınlatma için yeterli ışığı sağlamamakta ve lamba tekrar yanmaktadır. Dış duruma bağlı olarak lambanın karartma seviyesi kontrol edilmektedir.

Parçalı bulutlu bir gün için kükürt lambasının karartma seviyesi, heliostat aynasının parlaklığına tepki vermektedir. Sadece merdivende gerekli aydınlatma seviyeleri için ihtiyaç duyulan miktarda yapay ışık sağlanmaktadır.

Bulutlu bir gökyüzü için kükürt lambası tüm gün boyunca açıktır. Gökyüzü koşullarındaki değişikliklerden dolayı bağıl parlaklık fonksiyonunda bazı tepe noktaları vardır. Yine de kükürt lambasının kısılabilmesi için binaya yeterli ışık girmemektedir. Bu örnek, Berlin'deki ARTHELIO prototipi tarafından yalnızca doğrudan güneş ışığının kullanılabilceğini göstermektedir.

Mesai saatlerinde merdiveni aydınlatmak için gereken enerji miktarı, prototip kurulumundan önceki aydınlatma durumu ile karşılaştırılmıştır. Başlangıçta, merdivene giren gün ışığı yoktur. Oda, floresan lambalı armatürlerin yanı sıra akkor lambalı bazı tavan lambalarıyla aydınlatılmıştır. Yukarıda gösterilen üç örnek durum için enerji tasarrufu hesaplanmıştır. Veriler Aralık 2000 ve Şubat 2001 (proje sonu) sırasında toplanmıştır. Gün ışığı mevcudiyeti ile ilgili olarak, bu aylar yılın oldukça dezavantajlı zamanlarını temsil etmektedir. Farklı gökyüzü koşulları için hesaplanan enerji tasarrufunun verilen değerlerden düşük olmayacağı varsayılmaktadır.

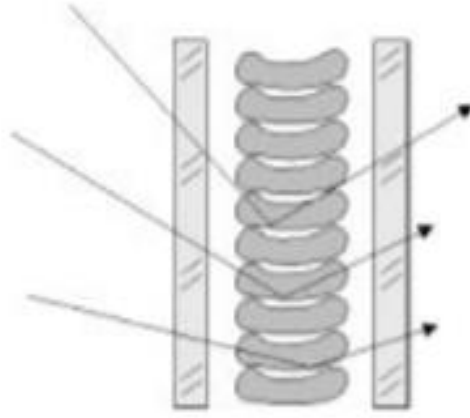
Açık gökyüzü durumu için, gün boyunca kükürt lambası uzun süre kapatılabilmektedir. Bakım çalışmaları sırasında (yukarıda belirtildiği gibi) kükürt lambasının kısılabileceği düşünülmeden bile, bu gökyüzü durumu için toplam enerji tasarrufu %64'tür. Parçalı bulutlu gökyüzü için, enerji tasarrufunun daha az olması beklenebilmektedir. Toplam enerji tasarrufu %39'dur. Bulutlu gökyüzü için, kükürt lambası tüm gün boyunca kapanmamıştır ve hatta kararmamıştır. Bu nedenle, gün ışığını kullanamayan heliostat sistemine herhangi bir enerji tasarrufu sağlamamıştır.

Bu tür bir sistemin genel yıllık enerji tasarrufu, coğrafi konumunda gün ışığı durumuna çok bağlıdır. ARTHELIO prototipi yalnızca doğrudan güneş ışığını kullanmaktadır, bu nedenle güneş ışığı olasılığı sistemin enerji dengesini çok etkilemektedir (Rosemann ve Kaase, 2005).

3.2.10. Güneş Yönlendirici Cam

Güneş yönlendirici cam sistemi Şekil 38'de görüldüğü üzere çift cam arasına üst üste düşey olarak yerleştirilen iç bükey akrilik elemanlardan oluşmaktadır. Bu sisteme her açıdan gelen direkt gün ışığını tavana yönlendiren doğal aydınlatma elemanlarıdır. Eğer tavanda eğimli yansıtıcılar kullanılırsa yönlendirilen ışık belirli alan üzerine yansıtılabilir (Ünal, Çetegen, 2005). Sistem direkt gün ışığı alan ve güneşlenme olasılığı yüksek olan coğrafi bölgelerde

maksimum performans göstermektedir. Kapalı gök koşullarında ve direkt gün ışığı almayan yerlerde performansı düşüktür.

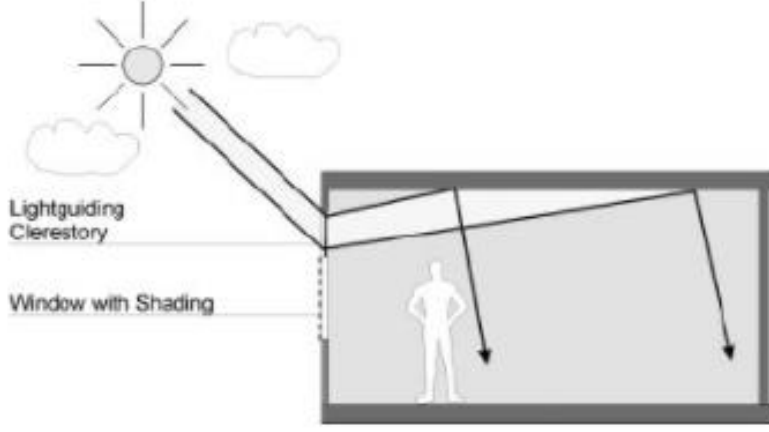


Şekil 38 Güneş ışığını yönlendiren cam sistemi

(Kaynak: (Agency, 2000))

Güneş yönlendirici cam sisteminin ana bileşeni akrilik elemanı tutan çift camlı sızdırmaz bir ünite'dir. Bu ünite görüş hizasının üzerinde olacak şekilde pencerenin üst kısmına yerleştirilmektedir. İçeri giren ışığı belli bir yatay açısı ile yaymak için pencere ünitesinin iç yüzeyinde sinüzoidal bir desen kullanılmaktadır. Dış cam paneldeki holografik bir film ise pencereye gelen ışığı dar ve yatay bir açıya odaklamak için kullanılmaktadır. Sistemin bir başka önemli parçası da yönlendirilen ışığı alan ve ışığı yansıtan tavadır. Mekânın belirli görev alanlarına ışığı toplamak için tavanda eğik yansıtıcı elemanlar da kullanılabilir. Basit mat beyaz yüzeye sahip bir tavanda ışığı yönlendirmek için kullanılabilir (Ruck, O. Aschehoug, J. Chirstoffersen, 2001).

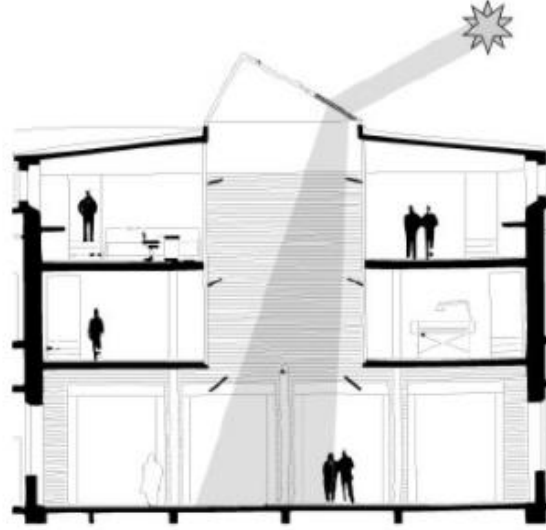
Şekil 39'da görüldüğü üzere güneş yönlendirici cam, kamaşmayı önlemek ve dış manzarayı engellemek için göz hizasının üzerindeki pencere alanında kullanılmaktadır. Güneş yönlendirici camın yüksekliği odanın yüksekliğinin %10'u kadar olmaktadır.



Şekil 39 Pencerenin üstüne yerleştirilen ışık yönlendiriciyi gösteren şematik kesit

(Kaynak: (Ruck, Aschehoug, Chirstoffersen, 2001)

Güneş yönlendirici cam sistemleri çatı pencerelerinde de gün ışığını içeri almak için kullanılmaktadır. Camın yaklaşık 20°lik bir açıyla yerleştirilmesi dar açıyla gelen gün ışığını içeri almasını sağlamaktadır. Şekil 40'ta gösterilmektedir.



Şekil 40 Bir binanın atriumuna yerleştirildiğinde, ışık yönlendirici camın davranışını gösteren kesit

(Kaynak: (Ruck, Aschehoug, Chirstoffersen, 2001)

Almanya, Köln'deki Uygulamalı Bilimler Üniversitesi'ndeki Işık ve Yapı Tekniği Enstitüsü'nde ((University of Applied Science, The Institute for Light and Building Technique) 2,05 m yükseklikte bulunan bir test odasında güneş yönlendirici cam sistemleri test edilmiştir. 40 cm yüksekliğindeki güneş yönlendirme elemanları mevcut pencerenin arkasına yerleştirilmiştir. Test odasındaki penceresinin alt bölümünün önüne ve referans odasındaki pencerenin tümüne

siyah jaluzi yerleştirilmiştir. Açık gökyüzü koşullarında yapılan ölçümleri sırasında, her iki odadaki çitalar, güneşi engellemek için yazın 40°, kışın 80° ve ekinoks sırasında 60° olacak şekilde döndürülmüştür. Bulutlu gökyüzü ölçümleri sırasında, her iki odadaki çitalar yatay (0°) konumdadır.

Güneş yönlendirme sistemi güneşli iklimlerde ve doğrudan güneş alan bina cephelerinde en iyi sonucu vermektedir. Bulutlu gökyüzü koşulları veya yalnızca gök ışığının olduğu koşullarda güneşi yönlendiren camın etkisi az olmaktadır. Pencereden 3 m'lik bir mesafenin ötesinde ihmal edilebilir bir etkisinin olmasının yanı sıra pencerenin yakınındaki alanda bu sistemin asıl etkisi gözlemlenmektedir. Güneşli zamanlarda 5 m'lik bir alanın çoğunda aydınlık seviyeleri genellikle 500 lüksün üzerinde elde edilmiştir. Bu durum da elektrik aydınlatmasının kısılmasına veya kapatılmasına olanak vermektedir. Geleneksel bir cam sistemi ile karşılaştırıldığında, güneş yönlendirme sistemi daha yüksek aydınlatma seviyesi ve eşit gün ışığı dağılımı oluşturmaktadır. Kış, ekinoks ve yaz aylarında güneşi yönlendiren cam sistemi test odasının arka tarafındaki aydınlık düzeyini 100 ile 300 lux kadar arttırmıştır. Güneş açılarının daha düşük olduğu ekinoks ve kış aylarında, yönlendirilen güneş ışığı odanın ön kısmının üçte ikisi alanında aydınlatmayı oldukça arttırmıştır ve odanın arka taraflarında daha orta değerler oluşmaktadır. Güneşin yüksek olduğu yaz aylarında ise güneşi yönlendiren cam diğer mevsimlerde olduğu kadar avantaj sağlamamıştır. Çünkü güneşi yönlendiren camların performansı güneşin yükseklik açısına bağlı olmaktadır ve güneş yüksekliğinin açısının 15–65 ° aralığında olduğu orta enlemlerde en iyi performansla çalışmaktadır. Sonuç olarak tüm alana daha fazla gün ışığı sağlamasına ve alanın arka taraflarındaki kısımlarda ışık miktarını arttırmasına ilave olarak alandaki ışık dağılımını da dengelemektedir(Ruck, Aschehoug, Chirstoffersen, 2001).

3.3. Bölüm Özeti






Bu tez çalışmasında etkin gün ışığı sistemlerini daha net bir biçimde görebilmek ve karşılaştırabilmek için Tablo 6 ve Tablo 7'de oluşturulmuştur. Gölgeleme elemanına sahip ve gölgeleme elemanına sahip olmayan sistemler olarak ikiye ayrılan etkin gün ışığı sistemleri direkt gün ışığını kullanan sistemler ve yayınlık gün ışığını kullanan sistemler alt başlıkları içinde iklim, lokasyon ve seçilen sistemlerin özellikleri altında inceleme yapılmıştır. Buna göre prizmatik paneller; bütün iklim koşullarında, düşey pencerelerde ve tepe ışıklıklarında kullanılmaktadır. Yayınlık gün ışığını gölgeleme amaçlı kullanan prizmatik panellerin; kamaşmadan korunma açısından değişkenlik göstermekte, dış ortamla ilişkisi bulunmamakta,

odanın içine ışığı taşımakta, mekânı homojen bir şekilde aydınlatmaktadır. Anidolik açıklık ise ılıman iklim koşullarında, tepe ışıklıklarında tercih edilmektedir. Yayınık gün ışığını gölgeleme amaçlı kullanan anidolik açıklık; kamaşmadan korumakta, dış ortamla ilişkisi bulunmamakta, mekânı homojen bir şekilde aydınlatmaktadır. Holografik optik elemanlar; bütün iklim koşullarında, düşey pencerelerde, tepe ışıklıklarında ve cam çatılarda kullanılmaktadır. Yayınık gün ışığını gölgeleme amaçlı kullanan holografik optik elemanlar; kamaşmadan korumakta değişkenlik göstermekte, dış ortam ile ilişkisi bulunmakta, odanın içine ışığı taşıyamamakta ve mekânı homojen bir şekilde aydınlatmada değişkenlik göstermektedir. Işık rafları; bütün iklim koşullarında, düşey pencerelerde tercih edilmektedir. Direkt gün ışığını gölgeleme amaçlı kullanan ışık rafları; kamaşmadan korunması değişkenlik göstermekte, dış ortamla ilişkisi bulunmamakta, odanın içine ışığı taşımakta, mekânı homojen bir şekilde aydınlatmaktadır. Anidolik petek sistemleri ise bütün iklim koşullarında, düşey pencerelerde tercih edilmektedir. Direkt gün ışığını gölgeleme amaçlı kullanan anidolik petek sistemleri; kamaşmadan korumakta, dış ortamla ilişkisi değişkenlik göstermekte, odanın içine ışığı taşımakta, mekânı homojen bir şekilde aydınlatmaktadır.

Gölgeleme elemanına sahip olmayan ve direkt gün ışığını yönlendiren bir sistem olan lazer kesim paneller; bütün iklim koşullarında, düşey pencerelerde ve tepe ışıklıklarında kullanılmaktadır. Direkt gün ışığını gölgeleme olmadan gün ışığı ile kullanan lazer kesim paneller; kamaşmadan koruyamamakta, dış ortamla ilişkisi bulunmakta, odanın içine ışığı taşımakta, mekânı homojen bir şekilde aydınlatmaktadır. Güneş yönlendirici cam; bütün iklim koşullarında, düşey pencerelerde ve tepe ışıklıklarında tercih edilmektedir. Direkt gün ışığını gölgeleme olmadan gün ışığı ile kullanan güneş yönlendirici cam; kamaşmadan korumakta değişkenlik göstermekte, dış ortamla ilişkisi bulunmamakta, odanın içine ışığı taşımakta, mekânı homojen bir şekilde aydınlatmaktadır. Heliostatlar; bütün iklim koşullarında ve güneşli gök koşullarında tercih edilmektedir. Bu sistem odanın içine gün ışığını taşımaktadır. Işık tüpleri ise bütün iklim koşullarında ve güneşli gök koşullarında tercih edilmektedir. Odanın içine gün ışığını taşımakta, mekânı homojen bir şekilde aydınlatmaktadır.

Tablo 6 Direkt ve yaynık gün ışığını gölgeleme amaçlı kullanan sistemler

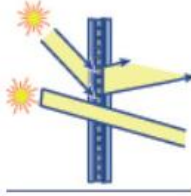
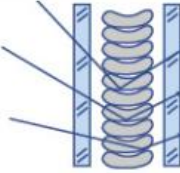
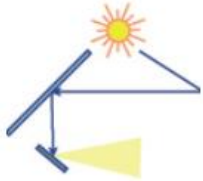

(Kaynak: (Johnsen ve diğeri, 2010) kaynağından yararlanılarak yazar tarafından çizilmiştir)

Gölgelendirme Sistemleri											
Kategori	Adı	Şema	İklim	Lokasyon	Seçilen sistemin özellikleri						
					Kamaşmadan Korunma	Dış Ortamla İlişki	Odamın içine ışığı taşıma	Homojen Aydınlatma	Mevcut durumu koruması(Yapay A.)	Güneş İzleyici ihtiyacı	Bulunabilirlik
Öncelikli yaynık gün ışığı kullanan sistemler	Prizmatik Panel		Tüm İklimlerde	Düşey Pencerelede, tepe ışıklıklarında	D	H	D	D	D	D	B
	Anidolik Açıklıklar		Ilıman İklimlerde	Tepe Işıklıklarında	E	H	H	E	E	H	T
	Holografik Optik Elemanlar (HOE) Yönlendirmeli gölgeleme		Tüm İklimlerde	Düşey Pencerelede, Tepe ışıklıklarında, Cam çatılarda	D	E	H	D	E	E	T
Öncelikli Direkt gün ışığı kullanan sistemler	Işığı Yönlendiren Işık Rafları		Tüm İklimlerde	Düşey Pencerelede	D	E	E	E	E	H	B
	Anidolik Petek Sistemleri		Tüm İklimlerde	Düşey Pencerelede	E	D	E	E	D	H	T

E=Evet, D=Değışken, H=Hayır, B=Bulunmaktadır, T=Test Aşamasında

Tablo 7 Gölgeleme olmadan gün ışığı ile aydınlatma sistemleri

(Kaynak: (Johnsen ve diğerleri, 2010) kaynağından yararlanılarak yazar tarafından çizilmiştir)

Gölgelendirme Olmadan Gün ışığı ile Aydınlatma Sistemleri											
Kategori	Adı	Şema	İklim	Lokasyon	Seçilen sistemin özellikleri						
					Kamaşmadan Korunma	Dış Ortamla İlişki	Odanın içine ışığı taşıma	Homojen Aydınlatma	Mevcut durumu koruması(Yapay A.)	Güneş İzleyici ihtiyacı	Bulunabilirlik
Direk gün ışığını Yönlendiren sistemler	Lazer Kesim Paneller		Tüm İklimlerde	Düsey Pencereerde, Tepe ışıklıklarında,	H	E	E	E	E	H	T
	Güneş ışığını Yönlendiren Camlar		Tüm İklimlerde	Düsey Pencereerde, Tepe ışıklıklarında	D	H	E	E	E	H	B
Işık Taşıyıcıları	Heliostat		Tüm İklimlerde, Güneşli Gökyüzü				E		E	E	B
	Işık Borusu		Tüm İklimlerde, Güneşli Gökyüzü				E	E	E	H	B

4. MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada Konya ilinde bulunan Konya İl Halk Kütüphanesinde gün ışığı düzeyi ve farklı gün ışığı sistemlerine göre değişimi, ölçüm ve simülasyon tabanlı bir çalışma ile değerlendirilmiştir. Çalışmada kütüphanedeki aydınlatma koşullarının yeterliliği ölçüm aletleri ile yapılan ölçümlerle beraber yürütülen anket çalışmasıyla incelenmiştir.

Bu bölümde, ölçümlerin yapılacağı Konya İl Halk Kütüphane binasının ve çevresinin verileri, ölçüm aletinin özellikleri, simülasyonda kullanılacak olan programlar, çalışmada nasıl bir yol izlendiği ve yapılan anket çalışması açıklanmıştır.

4.1. Çalışma Alanı

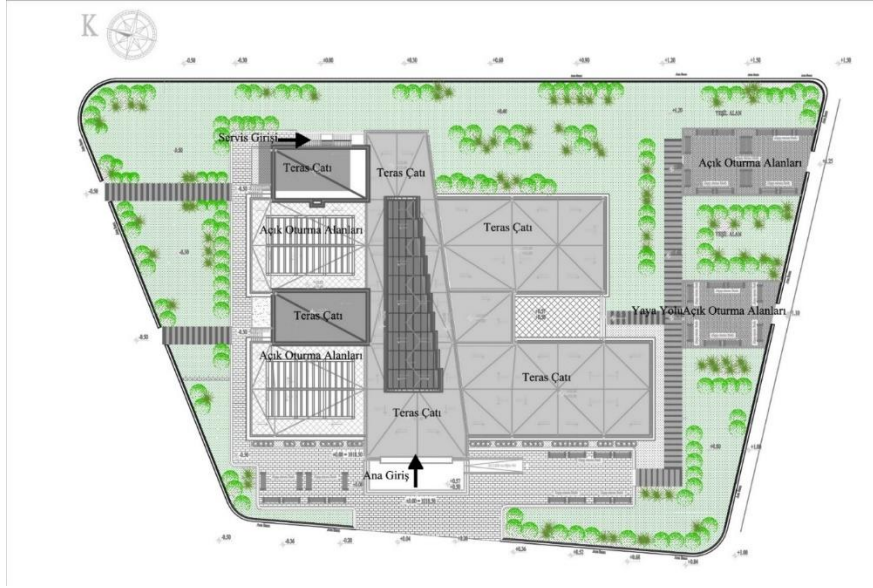
Çalışma alanı olarak seçilen Konya İl Halk Kütüphanesi kullanıcılar tarafından yılın her günü yoğun olarak tercih edilmektedir. Ders çalışmak, kitap okumak ve araştırma yapmak amacıyla herkesin uğrak noktası haline gelen kütüphane yapısında özellikle tatil günlerinde yoğunluk daha da artmaktadır. Kullanıcılar tarafından tercih edilen bu yapıda aydınlatma ise oldukça yetersizdir. Gündüz saatlerinde de yapay aydınlatmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Fakat yapay aydınlatmada bile görsel ihtiyaçları yeterince karşılayamadığı için bu yapı değerlendirmeye alınmıştır.

Konya İl Halk Kütüphanesi 36° 41' ve 39°16' kuzey enlemleri ile 31°41' ve 34°26' doğu boylamları arasında yer almakta olan Ferhuniye Mahallesi Alaaddin Bulvarı No:19 Kültürpark İçi Selçuklu/Konya adresindeki konumda bulunmaktadır. Mevlâna alanındaki İl Halk Kütüphanesi binası temeli 02/Mart/2010 tarihinde atılmıştır ve bir yıl gibi kısa bir sürede binanın inşaatı tamamlanmıştır. Şekil 41 'de Konya İl Halk Kütüphanesi gösterilmiştir.



Şekil 41 Konya İl Halk Kütüphanesi Dış Görünüş

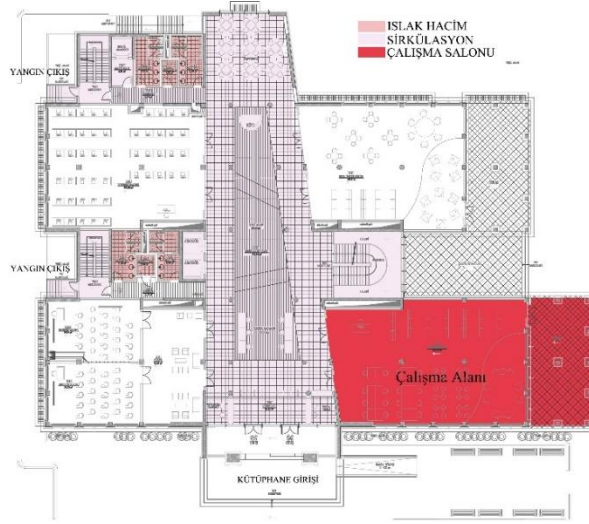
Şehrin merkezinde konumlanan kütüphane binası doğu batı doğrultusunda 56 metre, kuzey güney doğrultusunda ise 46 metre uzunluğundadır. Girişler Şekil 42’de gösterildiği üzere ana giriş ve servis girişi olarak ayrılmaktadır. Servis girişi binanın arkasından kuzeydoğu tarafından yapılmaktadır. Teknik hacimlere hem yapı içinden hem de servis girişinden ulaşılabilir. Tekni



Şekil 42 Vaziyet Planı

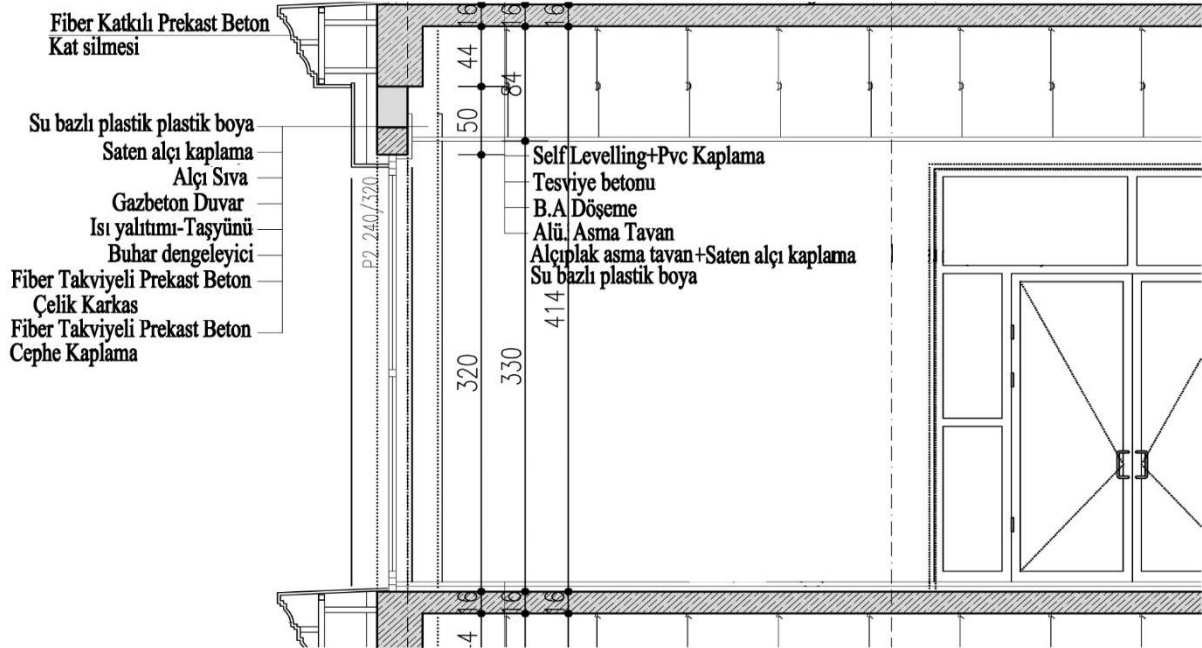
(Kaynak: Yazar, 2022))

Konya İl Halk Kütüphanesi, bodrum kat ile birlikte 4 kat ve teras katından oluşmaktadır. Yaklaşık 7600 metrekare kullanım alanı mevcuttur. Bodrum katta personel kullanımına açık olan arşiv, cilt atölyesi, sığınak ve teknik hacim ve kütüphane kullanıcıları için mescit bulunmaktadır. Zemin katta internet ve fotokopi salonu, konferans salonu, okul öncesi ve çocuk bölümü, gençlik bölümü, ödünç verme ünitesi ve fuaye alanı bulunmaktadır. Birinci katta süreli yayın bölümü, teknik hizmetler birimi ve okuma salonları bulunmaktadır. İkinci katta serbest çalışma salonu ve içerisinde grup çalışma odaları (4 adet olup her biri 16 m²), araştırma salonu, yemekhane ve yönetim birimi bulunmaktadır. Teras katta ise açık oturma alanları bulunmaktadır. Kat planları EK 1’de yer almaktadır.



Şekil 43 Kütüphanede çalışma alanının konumu

Çalışma alanı olarak seçilen gençlik salonu Şekil 43'te gösterildiği üzere zemin katta yer almaktadır ve 328.19 metre kare büyüklüğündedir. Kat yüksekliği 3.3 metre'dir. Cephesinde ise ısı yalıtımlı alüminyum doğrama ve 6+12+4 mm güneş kontrollü cam kullanılmıştır. Pencereler altı bölmeli camdır ve iki tanesi açılabilir. Çalışma salonu PVC kaplamadır ve duvarında yağlı boya kullanılmıştır. Çalışma salonunun koridora bakan duvarında alüminyum doğramalı cam kullanılmıştır. Şekil 44'te gösterilen kesitte alanda kullanılan malzemeler verilmiştir.



Şekil 44 Çalışma Alanı Kesiti

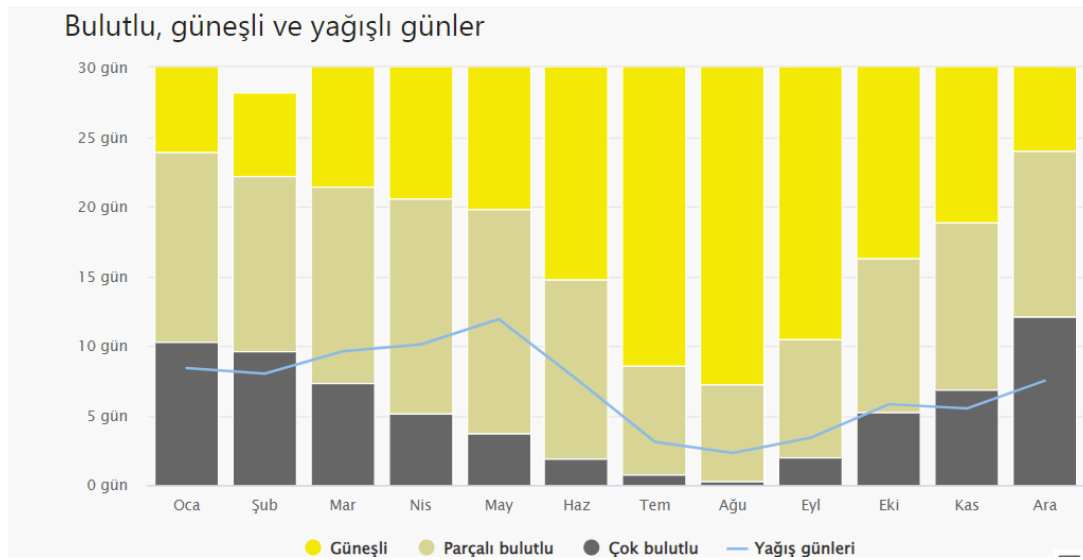
(Kaynak: Konya Selçuklu Belediyesi Arşivi, 2021))

Kütüphanenin yer aldığı İç Anadolu bölgesinin güney kısmında yer alan Konya’da yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve az yağışlı geçmektedir. Gece ve gündüz arasındaki sıcaklık farkı fazladır. Kış gün sayısı uzundur ve yağış genellikle kar şeklinde olmaktadır. Kış aylarında sıcaklık değerleri 3-16 derece arasında değişkenlik gösterirken yaz aylarında ise 16-27 derece arasında ölçülmektedir. Kışın yağış miktarı 37 mm’yi bulan kentte yaz aylarındaki yağış miktarı 3.0 mm seviyelerinde gözlenmektedir (Konya’nın İklimi, 2022).

Konya için yıl boyunca güneşli ve bulutlu günlerin aylık dağılımlarının verildiği Tablo 8’de görüldüğü üzere yıl boyunca parçalı bulutlu ve güneşli günler sık görülmektedir.

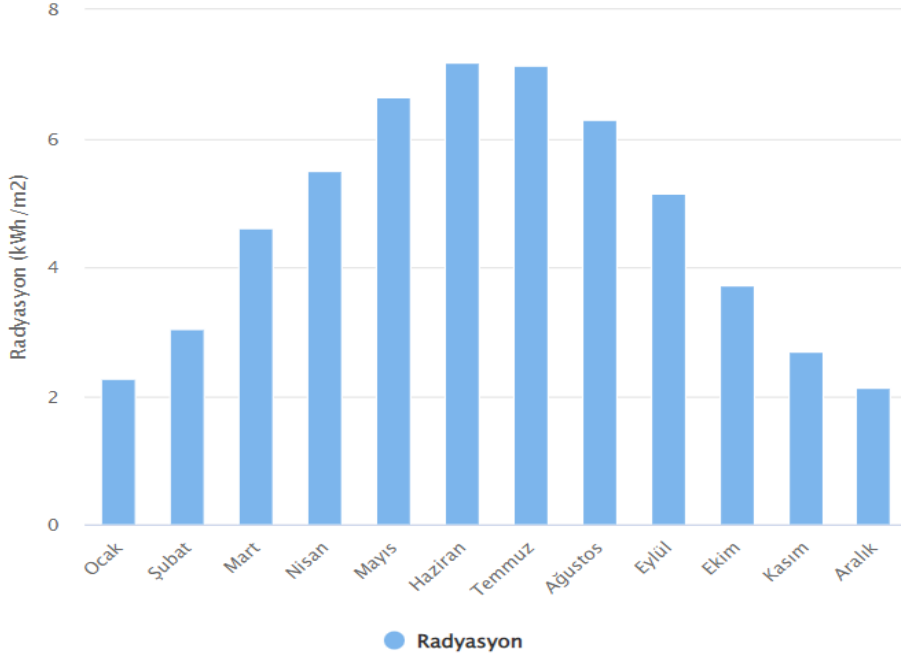
Tablo 8 Konya yıllık gökyüzü durumu grafiği

(Kaynak: Meteoblue, 2022)



Konya’nın aylık ortalama radyasyonunun gösterildiği Tablo 9’da yıl boyunca 6 kWh/m² değerinin üzerinde ışınım olan aylar Mayıs, Haziran, Temmuz ve Ağustos ayları olmakla beraber 4 kWh/m² ve 6 kWh/m² arasındaki ışınım olan aylar Mart, Nisan, Eylül aylarında olmaktadır.

Tablo 9 Konya aylık ortalama radyasyon bulguları
(Kaynak: (Türkiye Güneş Radyasyon Dağılımı , 2021))



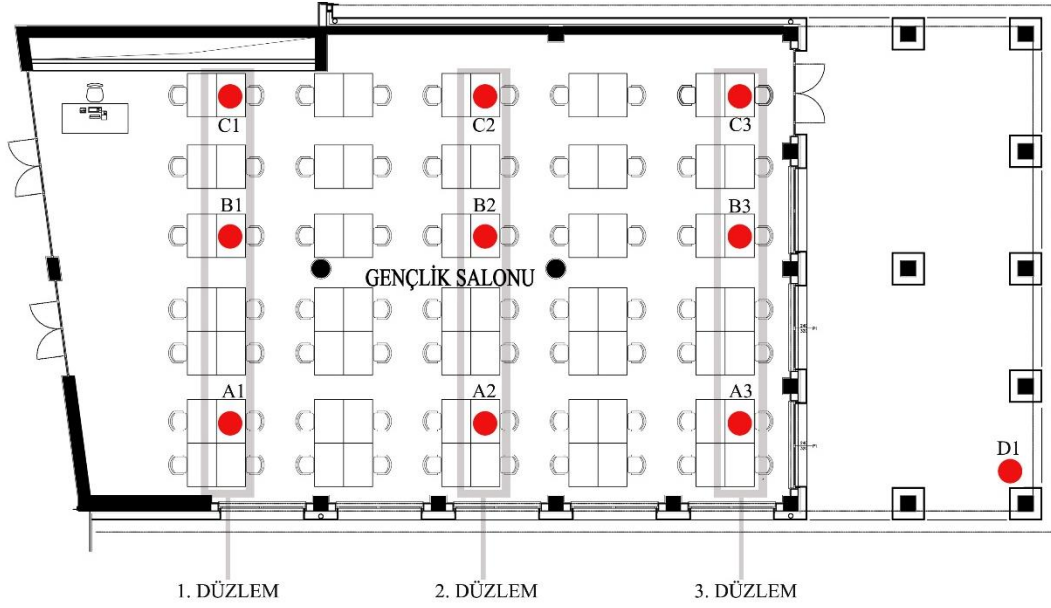
4.2. Çalışma Metodu

Var olan durumun tespit edilmesi için Konya İl Hak Kütüphanesi'nin kullanıcılarına açık bulunan ve zemin katta olan ve kütüphane yapısının en kalabalık salonu olan Gençlik Salonunda belirlenen alanlara ölçüm aletlerinin yerleşimlerinin sağlanması aydınlık düzeyi ölçümleri yapılması planlanmıştır. Aydınlatma ölçümleri, sonbahar ekinoksunu da kapsayacak şekilde 9 Eylül 2022-24 Eylül 2022 tarihleri arasında ve kış gündönümünü kapsayacak şekilde 19 Aralık 2022-24 Aralık 2022 tarihleri arasında yapılması planlanmıştır. Şekil 45'te ise Gençlik Salonu'nun iç mekân görseli gösterilmiştir.



Şekil 45 Gençlik Salonunun içten görünümü

(Kaynak: Yazar, 2022))

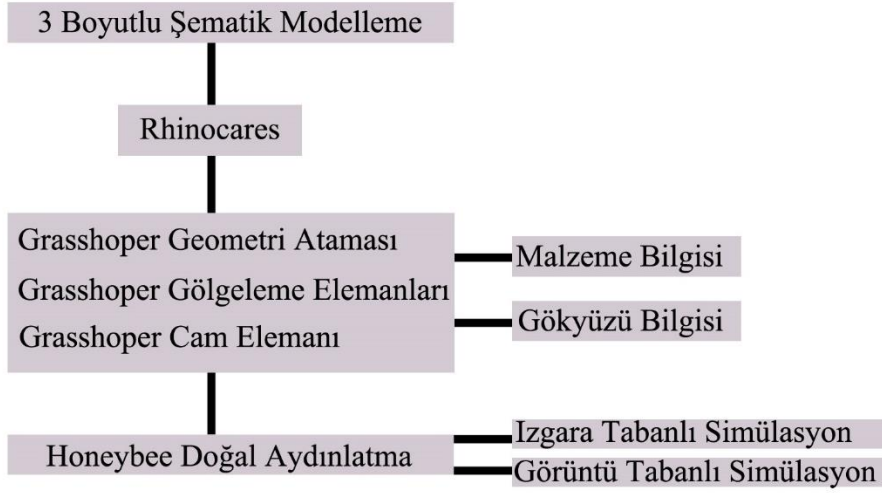


Şekil 46 Gençlik salonu ölçüm noktaları ve planı

(Kaynak: Yazar, 2022))

Şekil 46'daki Gençlik Salonu'nun planı ve ölçüm noktalarının konumu gösterilmiştir. Yerleştirilen 10 adet veri cihazının konumlarından her biri A1, A2, A3, B1, B2, B3, C1, C2, C3, D1 şeklinde ifade edilmiştir. Ölçüm cihazları uzun kenarda 6 metre aralıkla kısa kenarda ise 3 metre aralıkla eşit mesafede yerleştirilmiştir. Ölçümün sağlıklı sonuç vermesi amacıyla pencere kenarındaki ölçüm cihazları minimum bir metre mesafe uzaklıkta ve cepheden görünebilecek şekilde ve pencere konumlarına dik olacak şekilde yerleştirilmiştir. Belirlenen konumlardaki cihazlar zeminden 70cm yükseklikte bulunmaktadır. Yarı açık alana yerleştirilen D1 cihazı ise güvenlik sorunundan dolayı açık alana konumlandırılmamıştır. Bu alana konumlandırılan cihazın ölçümü esnasında pencereler açılmıştır. Ölçüm cihazlarının grafiğinin çıkarılması için noktalar 1. Düzlem, 2. Düzlem, 3. Düzlem şeklinde gruplandırılmıştır.

Ayrıca mekânda yapılan aydınlatma memnuniyet anketi ile kütüphane kullanıcılarına 36 tane soru sorulmuştur. Bu sorular ile ortaya çıkan bilgiler ile beraber ölçüm sonuç verileri değerlendirilmeye alınmıştır. Daha sonra ölçüm yapılan Gençlik Salonu alanı Rhinoceros 3D programı ile modellendikten sonra Rhinoceros 7 içerisinde bulunan Grasshopper yazılımında, Radiance temelli Ladybug/Honeybee Tools eklentileri kullanılarak aydınlatma simülasyonu oluşturulmuştur. Simülasyon akış şeması Şekil 47'de gösterilmiştir.



Şekil 47 Simülasyon Akış Şeması

(Kaynak: Yazar, 2022))

4.2.1. Mekân Aydınlik Düzeyi Ölçümü

Kütüphanedeki ışık yoğunluğunun ölçümleri Şekil 48’de gösterilen on adet “HOBO” veri kaydedici cihaz ile gerçekleştirilmiştir. 1 ile 35.000 luks aralığında tipik, maksimum değer olarak 16.000 ile 48.000 luks aralığındaki aydınlık düzeyi ölçümü yapmaktadır. Ölçülen değerler, veri kaydediciyi bir bilgisayara bağlayarak ve üniteyle birlikte gelen yazılımı kullanarak dışa aktarılmaktadır. Cihaz 12 bit çözünürlükte 43.000 ölçümü kaydetme kapasitesine sahiptir.



Şekil 48 HOBO veri kaydedici

(Kaynak: Yazar, 2022))

4.2.2. Anket Çalışması

Araştırma sonucunun elde edilmesinde EK 2'deki 'Konya İl Halk Kütüphanesi Aydınlatma Memnuniyet Anketi' başlıklı anket formu kullanılmıştır ve anketin uygulanabilmesi için alınan 'Etik Kurul İzni' ise Ek-3 sunulmuştur. Kütüphane kullanıcı sayısı 5000'den fazla olduğu için ve heterojen bir kullanıcı profili olduğu için gerçekleştirme ve gerçekleştirilme ihtimali 0.5 kabul edilerek ve hata düzeyi 0.5 olarak 400 kişiye uygulanması uygun görülmüştür(Yahşi Yazıcıoğlu, 2004).

Anket, herkes tarafından kolay bir şekilde anlaşılabilmesi için sade bir dil kullanılarak hazırlanmıştır. İlk olarak anketi yapan kişilere anketin yapılmasının sebebinden bahsedildikten sonra anket formu yedi bölümden ve 36 tane sorudan oluşturulmuştur.

Birinci bölümde, anket katılımcılarına odanın genel memnuniyetini ortaya koymayı amaçlayan sorular sorulmuştur. Genel memnuniyet kapsamında şu konular incelenmiştir: Gün ışığı, elektrikli aydınlatma, gürültü seviyesi, koku, havalandırma, sıcaklık, pencere boyutu, mahremiyet, mekânın boyutu, manzara ve genel oda etkisi. İkinci bölümde, kullanıcıların odanın genel değerlendirmesini yapmalarına yönelik sorular sorulmuştur. Bu doğrultuda pencere boyutu, pencere camının şeffaflığının görme üzerindeki etkisi, güneş kırıcıların şeffaflığının görme üzerindeki etkisi ve odanın genel parlaklığı incelenmiştir. Üçüncü bölümde, anketi yapan kişilerin parlama deneyimi hakkında bilgi edinmeyi hedefleyen sorular sorulmuştur. Güneş ışığından yaşanan parlama sıklığı ve yapay aydınlatmadan yaşanan parlama sıklığı bu kapsamda değerlendirilmiştir. Dördüncü bölümde ise elektrikli aydınlatmanın oda üzerinde oluşturduğu etkiyi anlamaya yönelik sorular sorulmuştur ve elektrikli aydınlatma altında odanın görünümü, gün ışığının yetersiz olduğu durumda ne sıklıkla kullanıma alındığı, sistemin nasıl çalıştırıldığı ve bununla birlikte kullanım kolaylığı, görsel ihtiyacı karşılayıp karşılamadığının değerlendirilmesi istenmiştir. Beşinci bölümde, kullanıcının mevcut durumu kullanıcının oda içinde bulunduğu konum ve elektrik aydınlatmasının ve gökyüzü koşullarının anket cevaplandığı andaki durumu sorulmuştur. Altıncı bölümde anket katılımcılarına odanın o andaki elektrikli ışık ve gün ışığı hakkında bilgi edinmek amacıyla sorular oluşturulmuştur. Bu hedef kapsamında genel ışık seviyesi, masadaki mevcut ışık seviyesi, çok karanlık ve çok parlak olan alanlar, mevcut aydınlatma koşullarındaki görme düzeyi irdelenmiştir. Yedinci bölümde, kişisel verileri öğrenmek için yaş, cinsiyet ve görme bozukluğu ile ilgili sorular sorulmuştur.

Araştırma sonucunda elde edilen veriler SSPS (Statistical Package For The Social Sciences) istatistik yazılımı programı aracılığıyla veri tabanında toplanmıştır. SPSS programı veri hazırlama ve yönetiminden analiz ve raporlama sürecine kadar bütün analitik süreci destekleyen birçok olanak sunmaktadır. Menü odaklı basit bir kullanıcı arayüzü sunarak veri analitiğini kolaylaştırmaktadır. Ayrıca birçok tablo ve grafiklerle görselleştirme yaparak yapılan istatistiksel analizleri desteklemektedir(IBM, 2021).

4.2.3. Kütüphane Binasının Modelinin Oluşturulması ve Simülasyonu

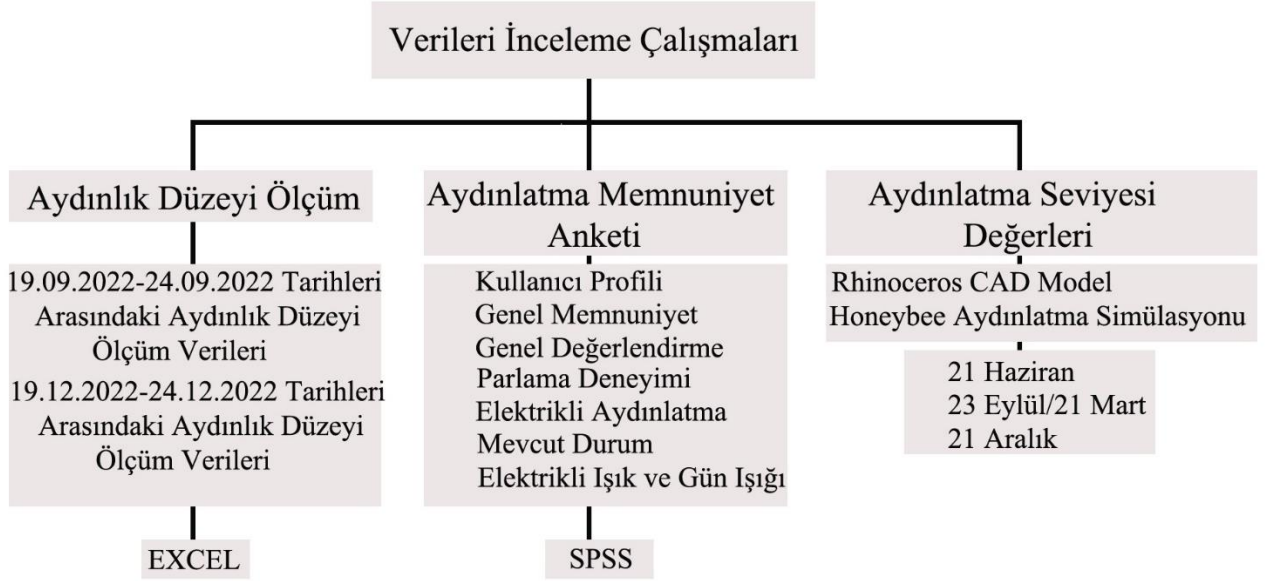
Kütüphane binasında seçilmiş olan gençlik salonu, mimari kesit ve planı dikkate alınarak Rhinoceros programında 3 boyutlu olarak şematik bir şekilde modellenmiştir. Modellenen bu alan daha sonra Grasshopper içerisinde ana geometri olarak atanmıştır. Atanan bu geometrinin bölümleri olan duvar, zemin, tavan olmak üzere alt geometrilere ayrılarak malzemelerin yansıtıcılık özellikleri atanmıştır. Daha sonra bölgenin konumunun iklim verisi programa atandıktan sonra gün ve saat verileri de programa eklenerek gökyüzü bilgileri tamamlanmıştır.

Tanımlanan bu mevcut binaya gün ışığı sistemlerinin seçiminde binaya sonradan uygulanabilirlik dikkate alınmıştır. Bölgenin iklim özellikleri ve gün ışığı gereksinimleri de dikkate alınarak cephede ışık rafı, prizmatik panel ve lazer kesim panelin kullanılması aydınlık düzeyini iyileştirmesi için uygun bulunmuştur. Genişliği 85 cm, kalınlığı 6 cm ve geçirgenlik katsayısı 0,7 olan ışık rafları zemin hizasından 170 cm yukarıda olacak şekilde kütüphane kullanıcılarını rahatsız etmeyecek ve dış manzarayı bozmayacak biçimde yerleştirilmiştir. Kırıcılık açıları sırasıyla 45°, 45° ve 30° olan ve 0,6 yansıtma katsayısına sahip lazer kesim panel ve prizmatik panel salon yer hizasından 130 cm yukarıda olacak şekilde konumlandırılmıştır. Tamamlanan bu verilerden sonra Honeybee doğal aydınlatma simülasyon eklentisi ile aydınlatma verileri incelenmiştir.

Grasshopper, Rhinoceros 3D bilgisayar destekli tasarım programında çalışabilen görsel bir programlamadır. Programı Associates'de David Ruttenl ve Robert McNeel oluşturmuştur. Grasshopper algoritma oluşturmak için kullanılmaktadır ve birçok bileşeni 3D geometri oluşturmaktadır. Bu programın kullanım alanları; yapısal mühendislik, mimarinin çevre dostu olması için aydınlatma analizi, bina enerji tüketimini kapsamaktadır(Arturo, 2011).

5. Bulgular

Bu kısımda çalışma alanı olarak seçilen Konya İl Halk Kütüphanesi'nde belirli alanlara konulan ölçüm sonuçları ve yapılan anket çalışmasının sonuçları sunulmuştur. Ayrıca yapılan simülasyon çalışması ise belirlenen tarih ve saatlere göre alt başlıklar halinde aydınlatma seviyesi değerleri incelenerek parametreler birbirleri ile karşılaştırmalı olarak irdelenmiştir. Şekil 49'da değerlendirme şeması gösterilmiştir.



Şekil 49 Verileri Değerlendirme Şeması

Kaynak: Yazar, 2023

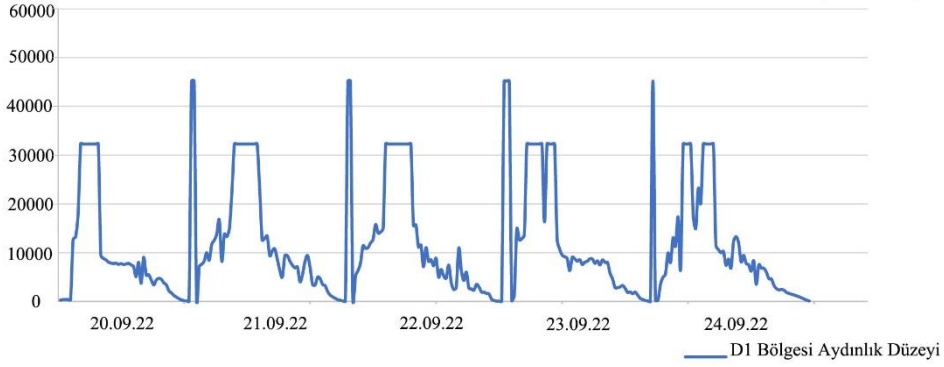
5.1. Çalışma Salonunun Ölçüm Cihazı Verileri ile Değerlendirilmesi

Kütüphane yapısında bulunan gençlik salonunun ölçümlerine saat 08.30'da başlanmış olup havanın kararmasına bağlı olarak Eylül ayında akşam 19.00 itibariyle Aralık ayında ise 17.30 itibariyle sonlandırılmıştır. Ortalama 8-10 saatlik aydınlık düzeyi, sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri yapılmıştır. Ölçümler 10 dakika ara ile alınmıştır.

5.1.1. 19.09.2022-24.09.2022 Tarihleri Arasındaki Aydınlık Düzeyi Ölçüm Sonuçları

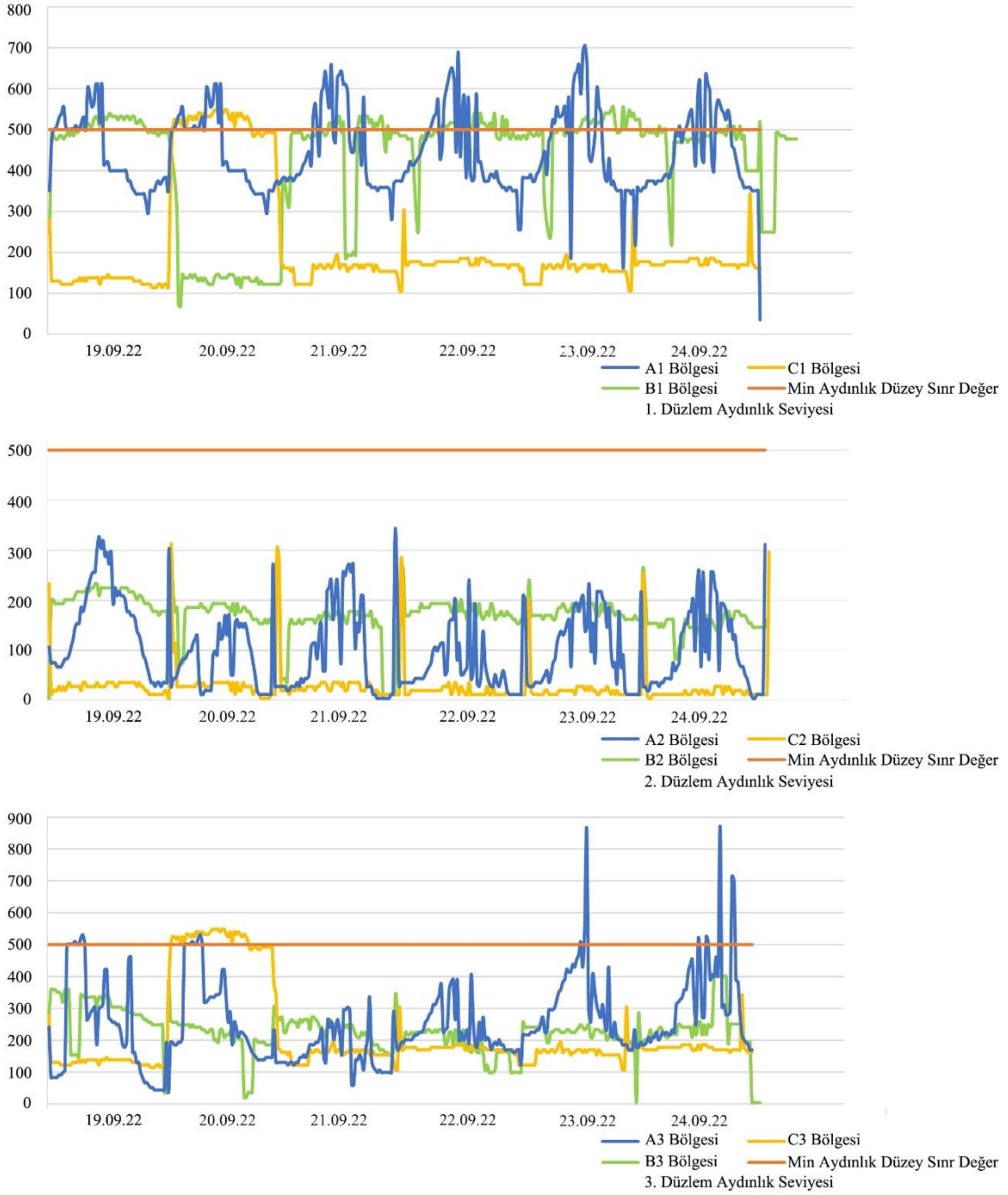
Ölçüm yapılan Eylül ayında salon içinde bulunan öğrenciler ölçüm boyunca sabah, öğle, akşam vakitlerinde günde 1 kereden fazla olacak şekilde pencereleri ve perdeleri açıp kapatmışlardır. Perdelerin açılıp kapanması ölçümlere yansımıştır. Ayrıca gençlik salonunda bulunan yapay aydınlatmanın hepsi gün içinde açık bulunmaktadır. Standarta göre çalışma alanları için ideal

aydınlanma düzeyi 750 lux tur, 500 lux un altı ise kötü bir aydınlanma düzeyidir ve görsel konforu ciddi anlamda düşürmektedir. Bu yüzden aydınlık düzeyinde 500 lüks'ün altı kötü bir aydınlatma sınırı olduğu için standart değerlere göre min aydınlık düzeyi 500 lüks değeri baz alınmıştır.



Şekil 50 D1 Bölgesi Aydınlik Düzeyi

Şekil 50’de görüldüğü üzere yarı açık alana konumlandırılmış olan D1 bölgesinin aydınlık düzeyi 0-4500 lüks aralığında performans sergilemiştir. Genel olarak öğle saatlerinde 30.000 lüks ölçülmüştür. 5 gün boyunca önce artan sonra havanın kararmasına bağlı olarak azalan bir ölçüm göstermektedir.



Şekil 51 Gençlik Salonu Aydınlatma Düzeyi Ölçüm Sonuçları Grafığı

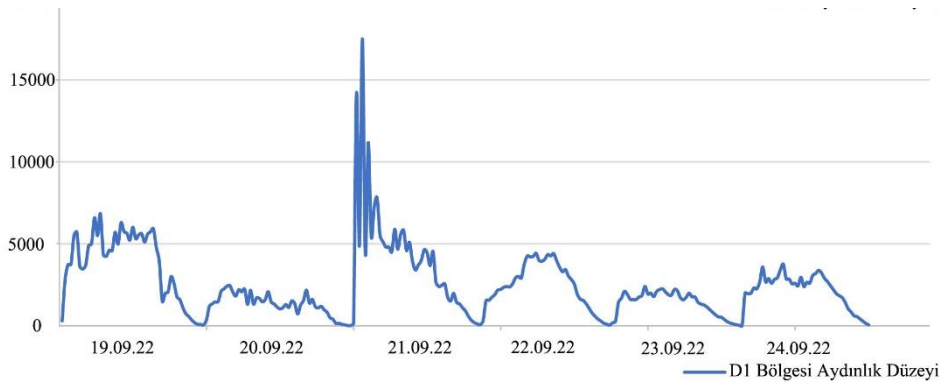
Şekil 51’de görüldüğü üzere 1. düzlemde bulunan A1 bölgesi aydınlık düzeyi sınır değerini aştığı halde gün içinde istikrar gösterememiştir ve çoğunluk olarak sınır değerinin altında kalarak kötü bir performans sergilemiştir. B1 bölgesinin aydınlık düzeyin 2. gün hariç diğer günlerde sınır değer aşılmıştır fakat konforlu bir aydınlık düzeyi genel olarak gün içinde rastlanmamaktadır. C1 bölgesindeki aydınlık düzeyi 2. gün sınır değerini aştırmıştır fakat diğer günlerde bu değere ulaşamamıştır ve sınır değerinin oldukça altında kalmıştır.

2.düzlemde bulunan A2 bölgesi altı gün boyunca sınır değere ulaşamamıştır ve kötü bir aydınlık düzeyi performansı sergilemiştir. B2 bölgesinde aydınlık düzeyi genel olarak 300 lüks'ün altında gözlemlenmiştir ve minimum değere 6 gün boyunca ulaşamamıştır. C2 bölgesinin aydınlık düzeyi 6 gün boyunca sınır değerinin oldukça altında kalarak kötü bir performans sergilemiştir. Genel olarak 6 gün boyunca 0-100 lüks aralığında aydınlık düzeyi ölçülmüştür.

3.düzlemde bulunan A3 bölgesinde ölçüm sonuçlarına göre 4. ve 5. gün öğle saatlerinde sınır değeri aşılmıştır. Diğer zamanlarda ise aydınlık düzeyi sınır değerinin çok altında kalmıştır. Özellikle 6. gün en kötü performansı sergilemiştir. B3 bölgesindeki aydınlık düzeyi 6 gün boyunca yeterli seviyeye ulaşamamıştır ve kötü bir performans sergilemiştir. C3 bölgesinin aydınlık düzeyi 6 gün boyunca sınır değerinin oldukça altında kalarak kötü bir performans sergilemiştir.

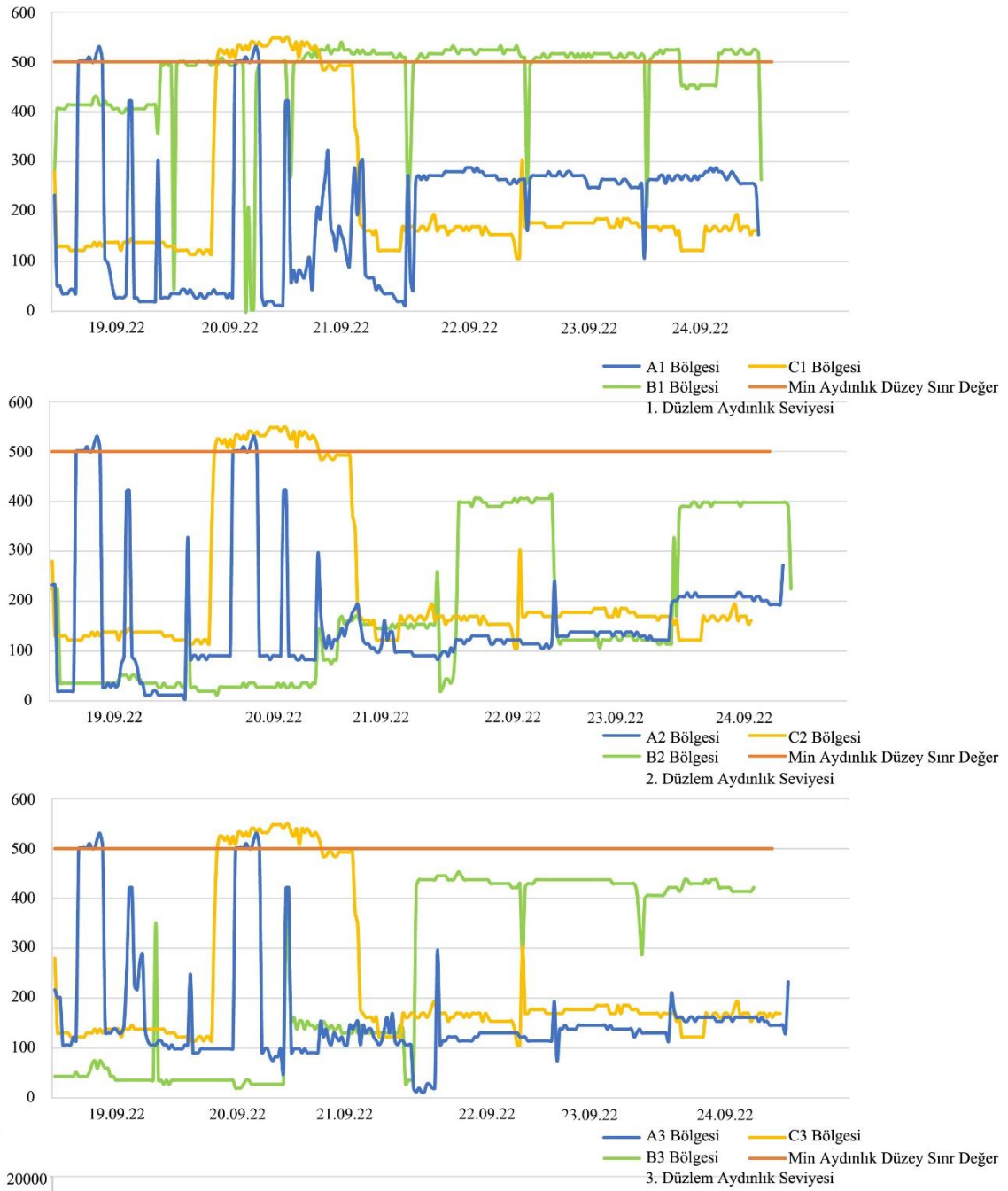
5.1.2. 19.12.2022-24.12.2022 Tarihleri Arasındaki Aydınlık Düzeyi Ölçüm Sonuçları

Ölçüm yapılan Aralık ayında salon içinde bulunan öğrenciler ölçüm boyunca sabah, öğle, akşam vakitlerinde günde 1 kereden fazla olacak şekilde perdeleri açıp kapatmışlardır. Fakat soğuk hava koşulları sebebiyle pencereler açılıp kapanmamıştır. Ayrıca gençlik salonunda bulunan yapay aydınlatmanın hepsi bu tarihler aralığında gün içinde açık bulunmaktadır.



Şekil 52 D1 Bölgesi Aydınlık Düzeyi

Şekil 52’de görüldüğü üzere yarı açık alana konumlandırılmış olan D1 bölgesinin aydınlık düzeyi grafikte gösterildiği üzere 0-1800 lüks aralığında performans sergilemiştir. Genel olarak 3. Gün hariç 5000 lüks aralığında performans sergilemiştir.



Şekil 53 Gençlik Salonu Aydınlik Düzeyi Ölçüm Sonuçları Grafiği

Şekil 53'te görüldüğü üzere 1. Düzlemde bulunan A1 bölgesi aydınlık düzeyi genel olarak 300 lüks'ün altında gözlemlenmiştir ve minimum değere 6 gün boyunca ulaşamamıştır. B1 bölgesinin grafiği ifade edildiği üzere 3.,4.,5. ve 6. günlerde minimum düzeyi aşmasına karşın minimum düzeyin altında kaldığı zaman aralıkları da olmuştur ve istenilen konfor sağlanamamıştır. C1 bölgesinde aydınlık düzeyi genel olarak 300 lüks'ün altında gözlemlenmiştir ve minimum aydınlık düzeyine 6 gün boyunca ulaşamamıştır.

2.düzlemde bulunan A2 bölgesi aydınlık düzeyi genel olarak 300 lüks'ün altında gözlemlenmiştir ve minimum değere 6 gün boyunca ulaşamamıştır. Özellikle birinci gün 0-100 lüks aralığını aşamamıştır 6 gün içindeki en kötü performansı göstermiştir. B2 bölgesi aydınlık düzeyi genel olarak 400 lüks'ün altında gözlemlenmiştir ve minimum değere 6 gün boyunca ulaşamamıştır. Özellikle ilk iki gün 0-100 lüks aralığında iken 3. ve 5. gün 100-200 lüks aralığında aydınlık düzeyi ölçülerek 6 gün içindeki en kötü performansı sergilemiştir. C2 bölgesinde aydınlık düzeyi genel olarak 0-100 lüks aralığında ölçülerek istenilen performansın çok altında kalmıştır.

3.düzlemde bulunan A3 bölgesinde ölçüm sonuçlarına göre minimum seviyeye hiç ulaşamamakla beraber genel olarak aydınlık düzeyi 100-200 lüks aralığında ölçülmüştür. B3 bölgesinin aydınlık düzeyi minimum sınır değere ulaşamamıştır. 1.2. ve 3. gün aydınlık düzeyi 200 lüksün altında kalırken 4.5. ve 6. gün genel olarak 400-500 lüks aralığında ölçülmüştür. C3 bölgesinin aydınlık düzeyi ise minimum sınır değere ulaşamamıştır ve 6 gün boyunca genel olarak 0-100 lüks aralığında ölçülmüştür.

5.2. Kütüphane Aydınlatma Memnuniyetinin Araştırılması

Yapılan bu çalışmada kütüphane aydınlatma memnuniyet araştırması kütüphaneyi kullanan 400 öğrenci üzerinde yapılmıştır. Bir testin iç tutarlılığının ölçüsü olan Cronbach alfa güvenilirlik analizi ile test edilmiştir. Cronbach alfa katsayısı sıfır ile bir arasında değer almaktadır ve aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

$0 < R_2 < 0.40$ ise güvenilir değil

$0.40 < R_2 < 0.60$ ise düşük güvenilirlikte

$0.60 < R_2 < 0.80$ ise oldukça güvenilir

$0.80 < R_2 < 1.00$ ise yüksek güvenilirlik (Doğan Yıldız, 2018)

Tablo 10'da kişisel veri ve mevcut durum hariç diğer anket kısımlarının Cronbach Alfa katsayıları gösterilmiştir. Buna göre genel memnuniyet, odanın genel değerlendirilmesi, parlama deneyimi, elektrikli aydınlatma ve odada elektrikli ışık ve gün ışığı Cronbach alfa katsayısı değerleri oldukça güvenilir değer aralığını almıştır.

Tablo 10 Cronbach Alfa değerleri

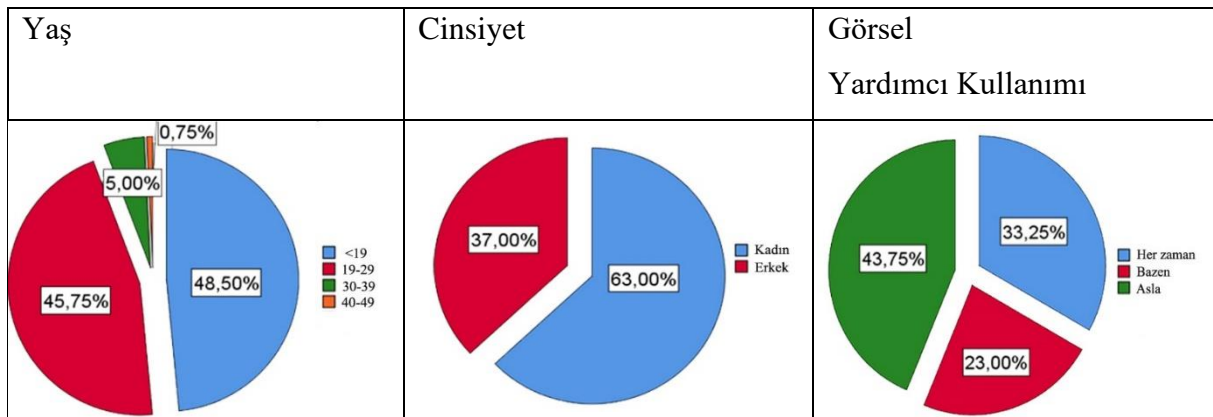
(Kaynak: Yazar, 2022))

Anket Veri Grupları	Cronbach Alfa
Genel Memnuniyet	0,783
Odanın Genel Değerlendirilmesi	0,703
Parlama Deneyimi	0,702
Elektrikli Aydınlatma	0,643
Odada Elektrikli Işık ve Gün Işığı	0,791

5.2.1. Anket Katılımcılarının Kişisel Verileri

Bu bölümde katılımcıların kişisel verileri ele alınmıştır. Tablo 11’de görüldüğü üzere yaş, görme bozukluğu için kullanılan görsel yardımcı, cinsiyet gibi anket katılımcılarının genel bilgilerine yer verilmiştir.

Tablo 11 Anket katılımcılarına ait kişisel veriler



Tablo 11’e göre;

-Kütüphanede ankete katılan kullanıcıların %63’ü kadın kullanıcılar, %37’si ise erkek kullanıcılardan oluşmaktadır.

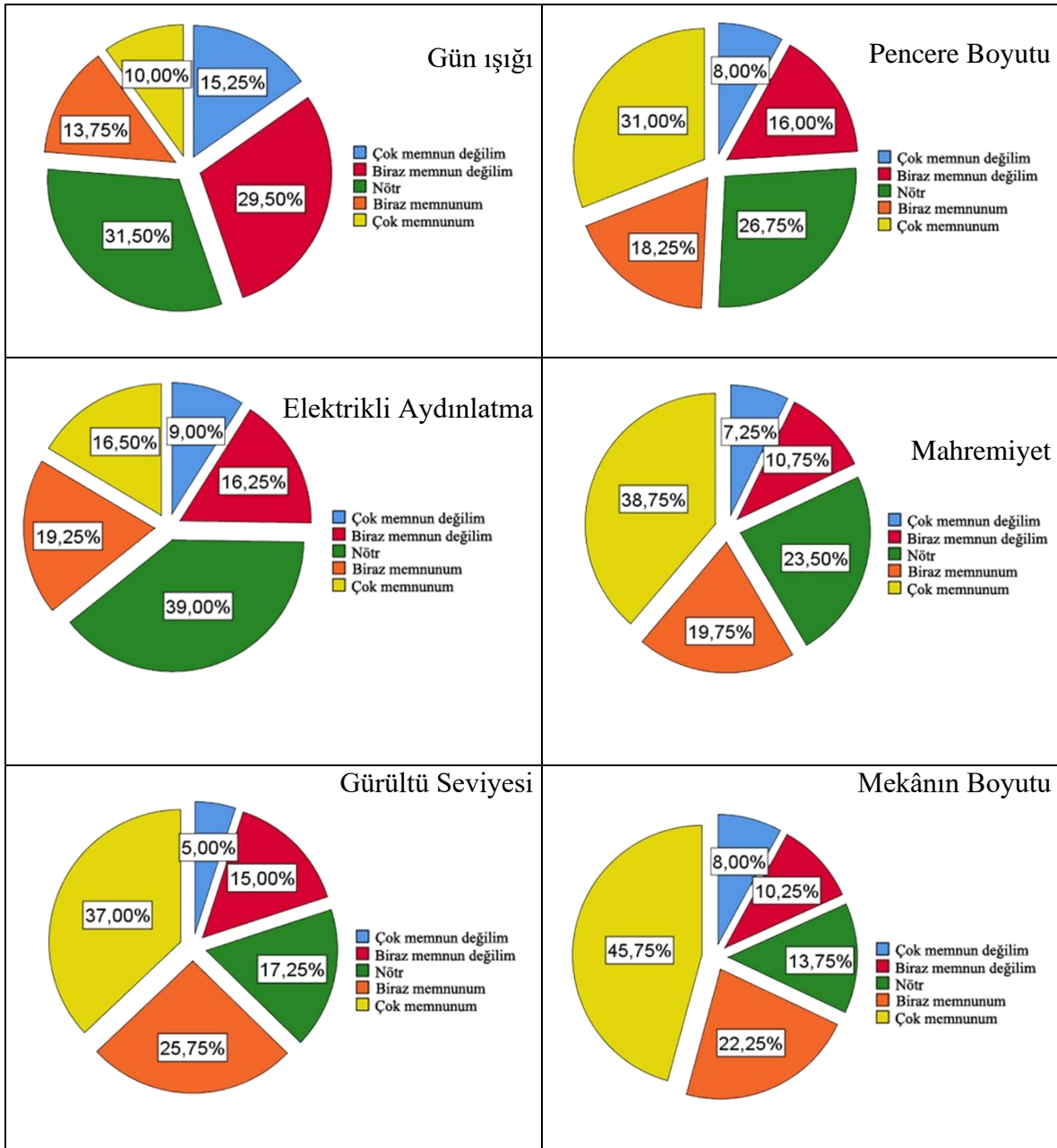
-Katılımcıların yaş analizlerine bakıldığında zaman zaman %48,5’lik oranla 19 yaş ve altındaki katılımcılar çoğunlukta, bunu takip edenlerin ise sırasıyla 45,75 ile 19-29, %5 ile 30-39, %0,75 ile 40-49 yaş olduğu görülmektedir. Bu da anket katılımcılarının yarıya yakınının genç katılımcılar olduğunu göstermektedir.

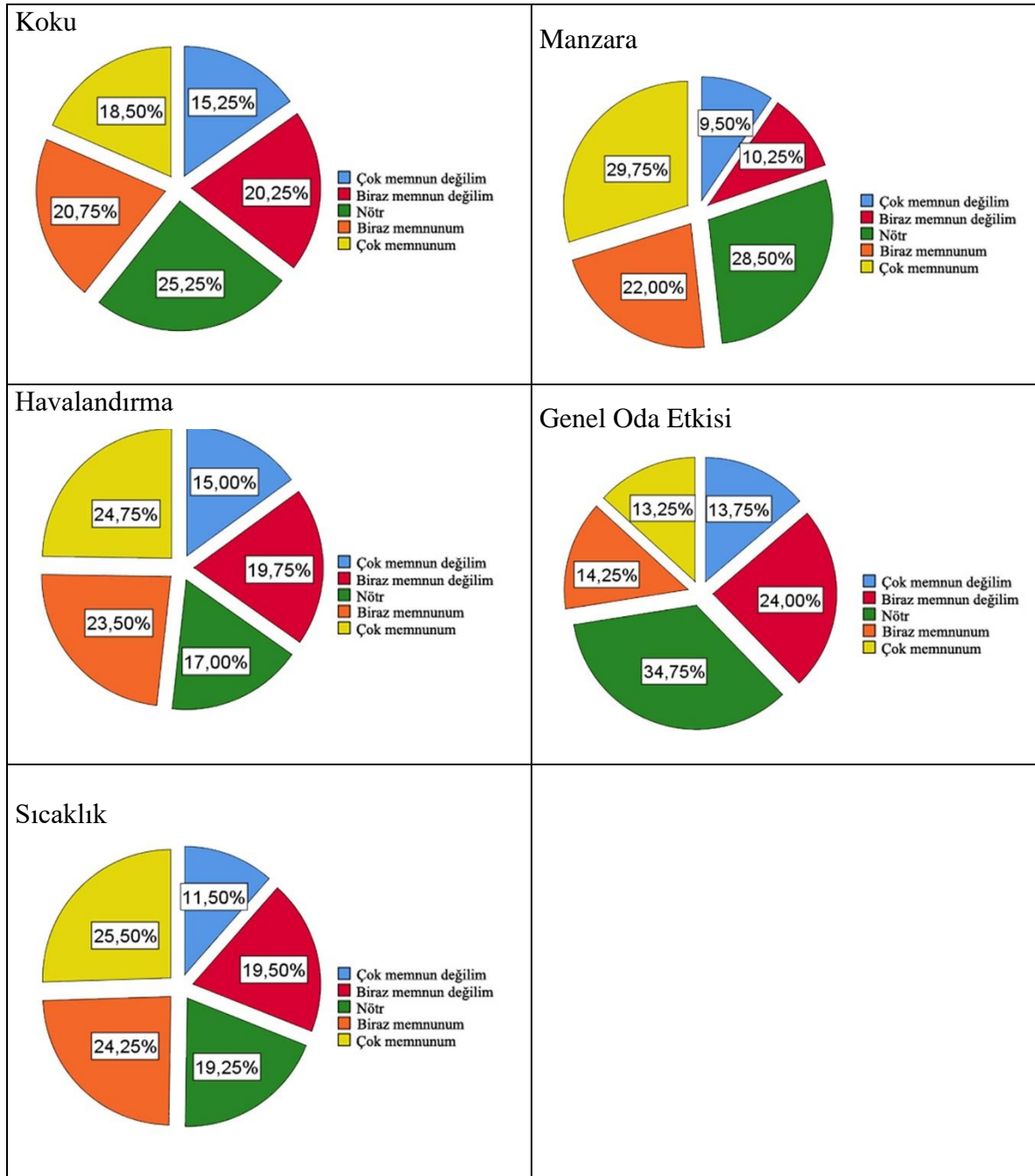
- Katılımcıların görsel yardımcı (lens, gözlük vb) kullarımlarına bakıldığı zaman en yüksek oranı % 43,75 oranla hiç kullanmayanlar çoğunluktadır. Bu oranı %33,25'lik oranla görsel yardımcıyı her zaman kullananlar ve % 23'lük oranla bazen kullananlar takip etmektedir.

5.2.2. Anket Katılımcılarının Genel Memnuniyeti

Bu bölümde kütüphane kullanıcılarının genel memnuniyeti ile ilgili bilgiler ele alınmıştır. Kütüphanede gün ışığı, elektrikli aydınlatma, gürültü, koku, havalandırma, sıcaklık, pencere boyutu, mahremiyet, mekânın boyutu, manzara, genel oda etkisi incelenmiştir.

Tablo 12 Anket katılımcılarının genel memnuniyeti





Tablo 12'ye göre;

-Anketin 1. bölümünde yer alan 'Gün ışığından genel memnuniyetiniz nedir?' sorusuna verdikleri cevaplara göre %15,25'i çok memnun değilken, %10'unun çok memnun olduğu görülmektedir. Odanın gün ışığı memnuniyetini %31,50'si nötr olarak değerlendirmiştir.

-'Mekânın elektrikle aydınlatılmasından genel memnuniyetiniz nedir?' sorusuna bakıldığında katılımcılardan memnun olmayanların oranı %9 iken, %39'u nötr ve %16,25'inin çok memnun olduğu görülmektedir.

- ‘Mekânın ortamdaki gürültü seviyesi genel memnuniyetiniz nedir?’ sorusuna bakıldığında katılımcıların %5’i çok memnun değilken, bunu takip edenlerin ise sırasıyla %17,25’i nötr, %37’sinin çok memnun olduğu görülmektedir.

- Anketin 1. Bölümünün 4. sorusunda yer alan ‘Ortamda bulunan kokudan genel memnuniyetiniz nedir?’ sorusuna anket katılımcılarının verdikleri cevaplara göre ise %15,25’i çok memnun değilken, %18,5’inin çok memnun olduğu görülmektedir. Odanın koku ile ilgili %25,25’i nötr olarak değerlendirmiştir.

-Yapının ‘Havalandırmadan genel memnuniyetiniz nedir?’ sorusu incelendiğinde ise kullanıcılardan çok memnun olmayanların oranı %15 iken, çok memnun olanların oranı %25,75’i olduğu görülmektedir.

- ‘Ortam sıcaklığı memnuniyetiniz nedir?’ sorusunda kullanıcılar %11,5’i çok memnun değilken, %25,5’i çok memnun yanıtını vermişlerdir. Kullanıcıların %19,25’i ise nötr cevabını vermişlerdir.

-Katılımcıların ‘Pencere boyutu memnuniyetiniz nedir?’ sorusu incelendiğinde %31’i çok memnun, %26,75’i nötr, %8’inin çok memnun olmadığı görülmektedir.

-Kütüphanede ‘Ortamdaki mahremiyetten memnuniyetiniz nedir?’ sorununun cevabı incelendiğinde mahremiyet olmadığını düşünen kullanıcı oranı %38,75’dir. %23,5’i nötr, %7,25’inin çok memnun olmadığını belirten kullanıcı bulunmaktadır.

- ‘Ortamda bulunan mevcut mekânın boyutundan memnuniyetiniz nedir?’ sorusu incelendiğinde ise %45,75 oranla ağırlıklı olarak çok memnun olunduğu tespit edilmiştir.

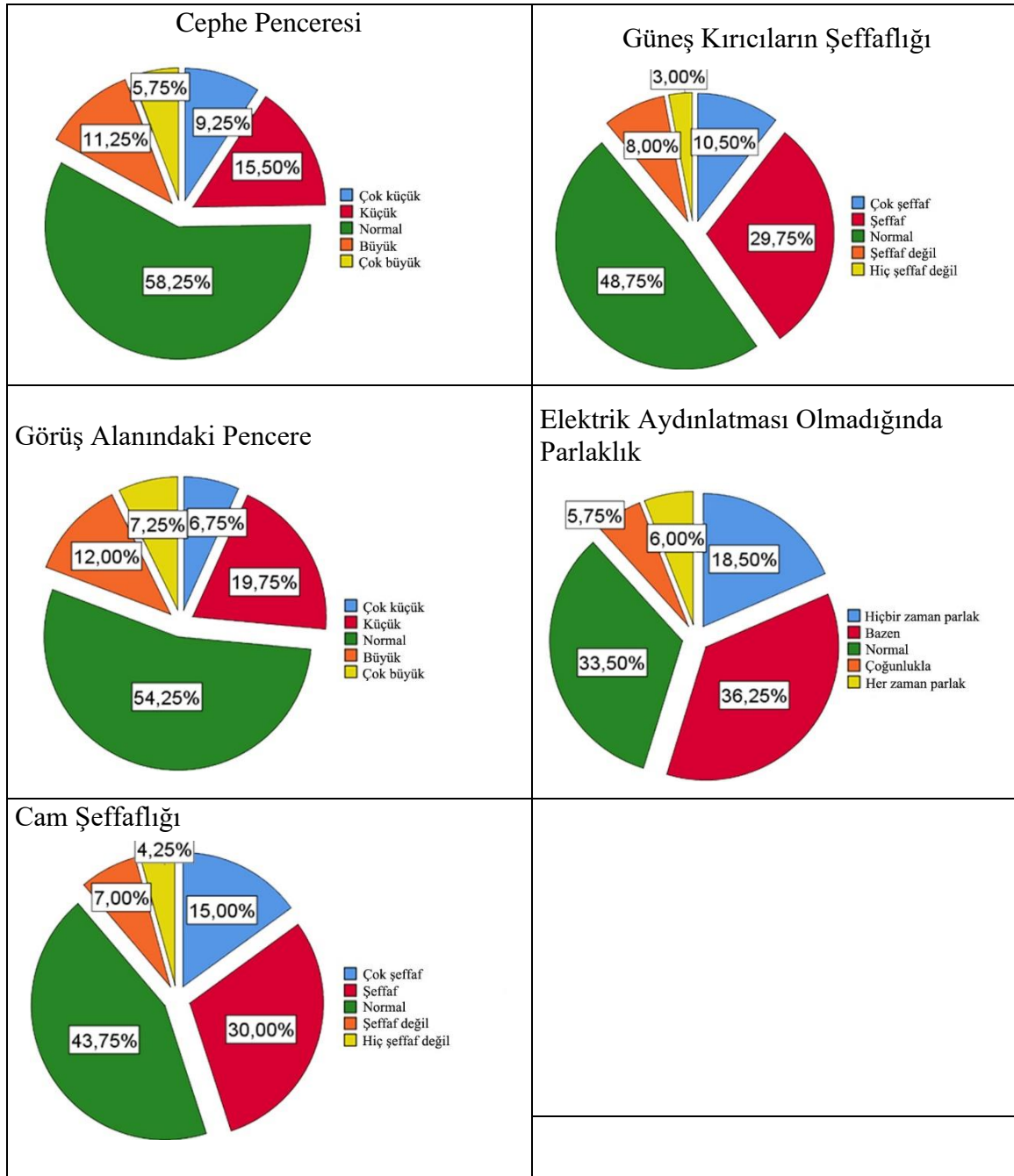
-Katılımcıların ‘Ortamda bulunan manzara memnuniyetiniz nedir?’ sorusu incelendiğinde ise %29,75’lik oranla çok memnun, %28,5 nötr ve %9,5’inin çok memnun olmadığı görülmektedir.

- ‘Ortamdaki genel oda etkisindeki memnuniyetiniz nedir?’ sorusuna bakıldığında ise %34,75 oranla ağırlıklı olarak nötr cevabı verilmiştir.

5.2.3. Anket Katılımcılarının Genel Değerlendirilmesi

Bu bölümde kütüphane kullanıcılarının odanın genel değerlendirmesinde kütüphane cephe penceresinin toplam boyutu, görüş alanındaki pencerenin toplam boyutu, pencere camının şeffaflığı, güneş kırıcı elemanların şeffaflığı ve elektrik aydınlatması olmadığındaki parlaklık ile ilgili anket sonuçları irdelenmiştir.

Tablo 13 Anket katılımcılarının genel değerlendirmesi



Tablo 13'e göre;

- Anketin 2. bölümünde yer alan 'Bu odadaki tüm cephe pencerelerinin ve/veya çatı pencerelerinin toplam boyutunu nasıl değerlendirirsiniz?' sorusuna anket katılımcılarının verdikleri cevaplara göre %5,75'i çok büyük, %9,25'i çok küçük olarak değerlendirmiştir.

- ‘Dışarıya bakışımızı sağlayan bu pencerelerin toplam boyutunu nasıl değerlendirirsiniz?’ sorusuna verdikleri cevaplara göre ise %7,25’i çok büyük bulurken %6,75’i çok küçük olarak değerlendirmiştir. %54,25’i ise normal olarak değerlendirmiştir.

-Verilen bu cevaplar incelendiğinde kullanıcıların cephe penceresi toplam boyut değerlendirmesi oranı ile görüş alanındaki toplam pencere boyutu oranı yanıtları ile örtüşmektedir.

- ‘Pencere camının şeffaflığını dışarıdaki görüşünüze göre nasıl değerlendirirsiniz?’ sorusuna kullanıcıların %43,75 oran çoğunlukla cam şeffaflığını normal düzeyde bulmaktadır. %15’i çok şeffaf, %4,25’i hiç şeffaf olmadığını düşünmektedir.

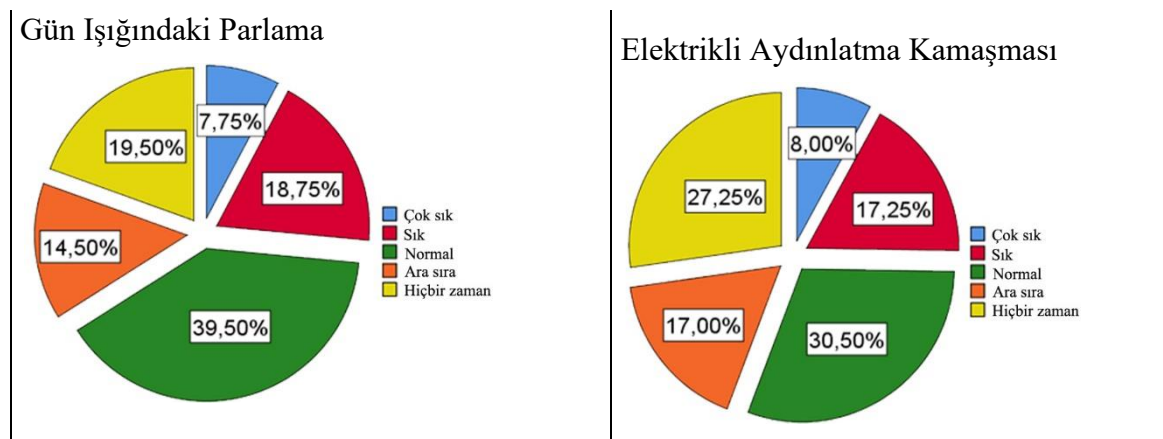
- ‘Güneş kırıcı cihaz(lar)ın şeffaflığını dışarıdaki görüşünüze göre nasıl değerlendirirsiniz?’ sorusuna göre güneş kırıcı şeffaflığı ise cam şeffaflığı ile benzer oranlara sahip olmakla beraber %10,5’i çok şeffaf, %48,75’i normal ve %3’ü hiç şeffaf değil yanıtlarını vermiştir.

- ‘Gündüz saatlerinde elektrik aydınlatması kapatıldığında bu odanın algılanan parlaklığını genel olarak nasıl değerlendirirsiniz?’ sorusuna göre elektrik aydınlatılması kapatıldığında odada algılanan parlaklık düzeyi kullanıcılar tarafından oldukça az olduğu sonucuna varılmıştır.

5.2.4. Anket Katılımcılarının Parlama Deneyimi

Bu bölümde kütüphane kullanıcılarının parlama deneyimi ile ilgili bilgiler ele alınmıştır. Kütüphane yapısında gün ışığındaki parlama ve elektrikli aydınlatma sistemindeki kamaşma irdelenmiştir.

Tablo 14 Anket katılımcılarının parlama deneyimi



Tablo 14'e göre;

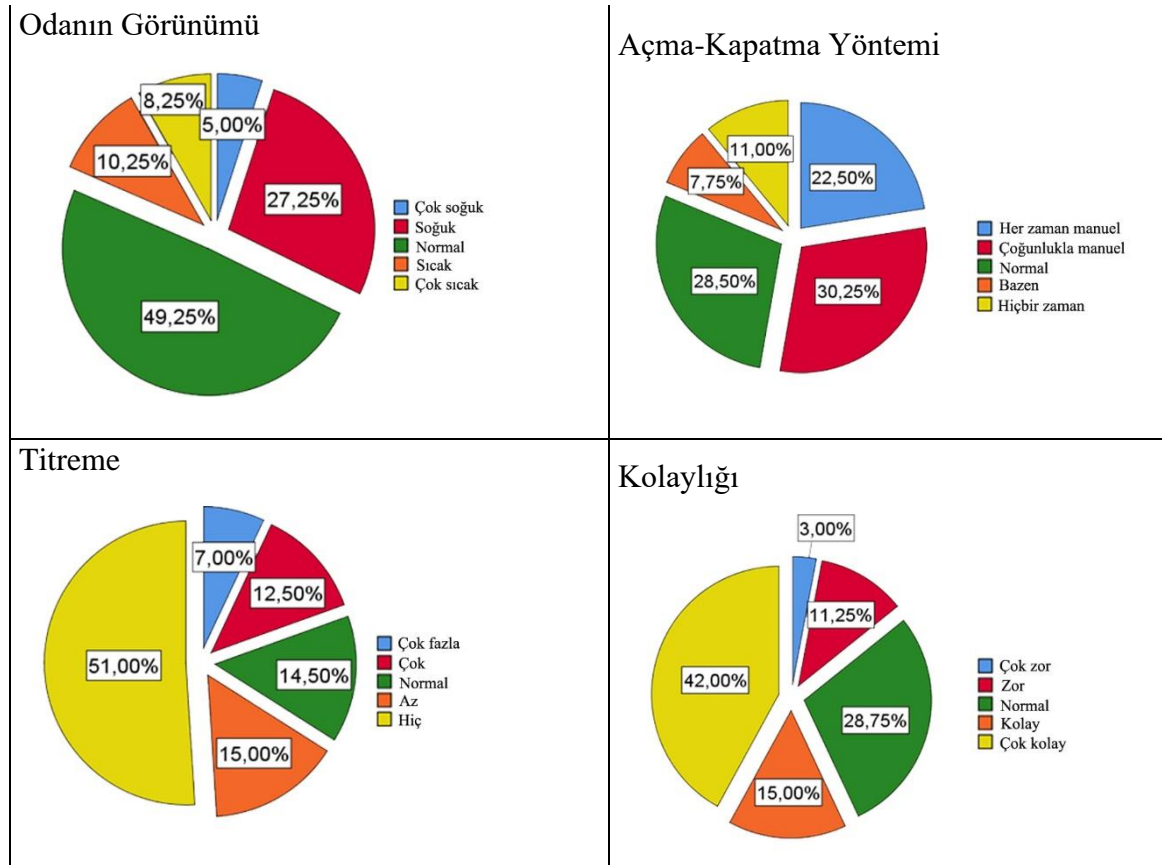
- Anketin 3. bölümünde yer alan 'Genel olarak, doğrudan güneş ışığından ne sıklıkla parlama yaşıyorsunuz?' sorusunda ortaya çıkan verilere göre kullanıcıların %7,75'i gün ışığındaki parlamanın çok sık olduğunu düşünürken, %19,5'i hiçbir zaman parlama olmadığı yanıtını vermişlerdir.

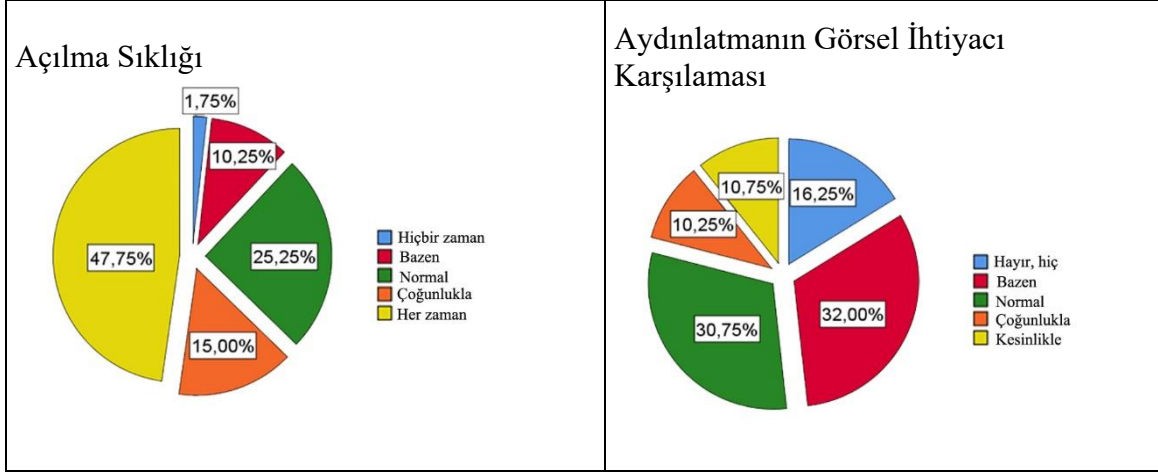
- Genel olarak, elektrikli aydınlatma sisteminden ne sıklıkla kamaşma yaşıyorsunuz?' sorusunda kullanıcılar tarafından verilen yanıtlar sırasıyla %8'i çok sık, %30,5'i normal, %27,25'i hiçbir zaman kamaşmanın olmadığı yanıtını vermişlerdir.

5.2.5. Anket Katılımcılarının Elektrikli Aydınlatmaya Olan Bakış Açısı

Bu bölümde kütüphane kullanıcılarının elektrikli aydınlatmaya olan bakış açıları ele alınmıştır. Kütüphane yapısında elektrikli aydınlatma altında odanın görünümü, ışık kaynaklarında titreme, elektrikli aydınlatmanın açılma sıklığı, elektrikli aydınlatmanın nasıl açılıp kapatıldığı, kullanım kolaylığı ve görsel ihtiyaçları karşılaması irdelenmiştir.

Tablo 15 Anket katılımcılarının elektrikli aydınlatmaya olan bakış açısı





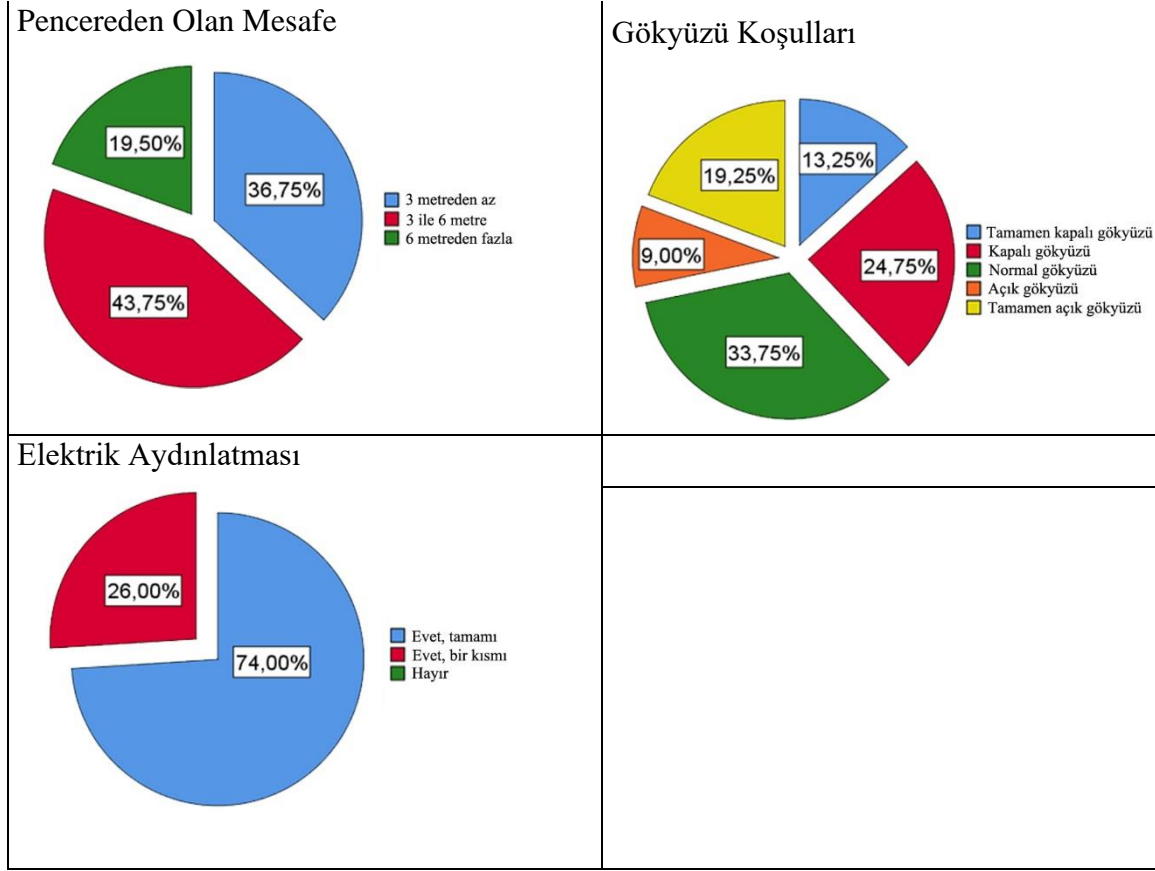
Tablo 15'e göre;

- Anketin 4. bölümünde yer alan 'Elektrikli aydınlatma altında odanın görünümünü/atmosferini nasıl değerlendirirsiniz?' sorusunda anket katılımcılarının verdikleri yanıtlara göre %5'i çok soğuk bulurken, %49,25'i normal ve %8,25'i çok sıcak yanıtını vermişlerdir.
- 'Bu odadaki elektrik ışık kaynaklarından hiç titreme yaşadınız mı?' sorusunda kullanıcıların %51 oranla çoğunluk olarak ışık kaynağında herhangi bir titreme yaşamamıştır.
- 'Tek başına gün ışığı artık görmek için yeterli ışık sağlayamadığında elektrikli aydınlatma ne sıklıkla açılır?' sorusu incelendiğinde %47,75 oranla her zaman açıldığı görülmektedir.
- 'Elektrikli aydınlatma nasıl açılır veya kapatılır?' sorusu ise %30,25 çoğunlukla manuel bir şekilde olmaktadır ve kolaylığı ise %42'lik büyük bir oranla çok kolay olmaktadır.
- Aydınlatma kontrol sistemi görsel ihtiyaçlarınızı karşılıyor mu? sorusuna verdikleri yanıtlara göre %16,25'i hiç, %30,75'i normal, %10,75'i ise kesinlikle yanıtını vermişlerdir.

5.2.6. Anket Katılımcılarının Mevcut Durum Hakkındaki Düşünceleri

Bu bölümde kütüphane kullanıcılarının mevcut durumları ele alınmıştır. Kütüphane yapısında pencereden ne kadar mesafede buldukları, o anda elektrik aydınlatmasının açık olup olmadığı ve dışarıdaki gökyüzü koşulları irdelenmiştir.

Tablo 16 Anket katılımcılarının mevcut durum hakkındaki düşünceleri



Tablo 16'ya göre;

- Anketin 5. bölümünde yer alan ve 25. soru olan 'En yakın pencereden ne kadar uzakta oturuyorsunuz?' sorusunda anket katılımcılarının %36,75'i pencereden maksimum 3 metre mesafe uzaklığında, %43,75'i pencereden 3 ile 6 metre mesafe uzaklığında, %19,5'i ise 6 metreden fazla mesafede bulunmaktadır.

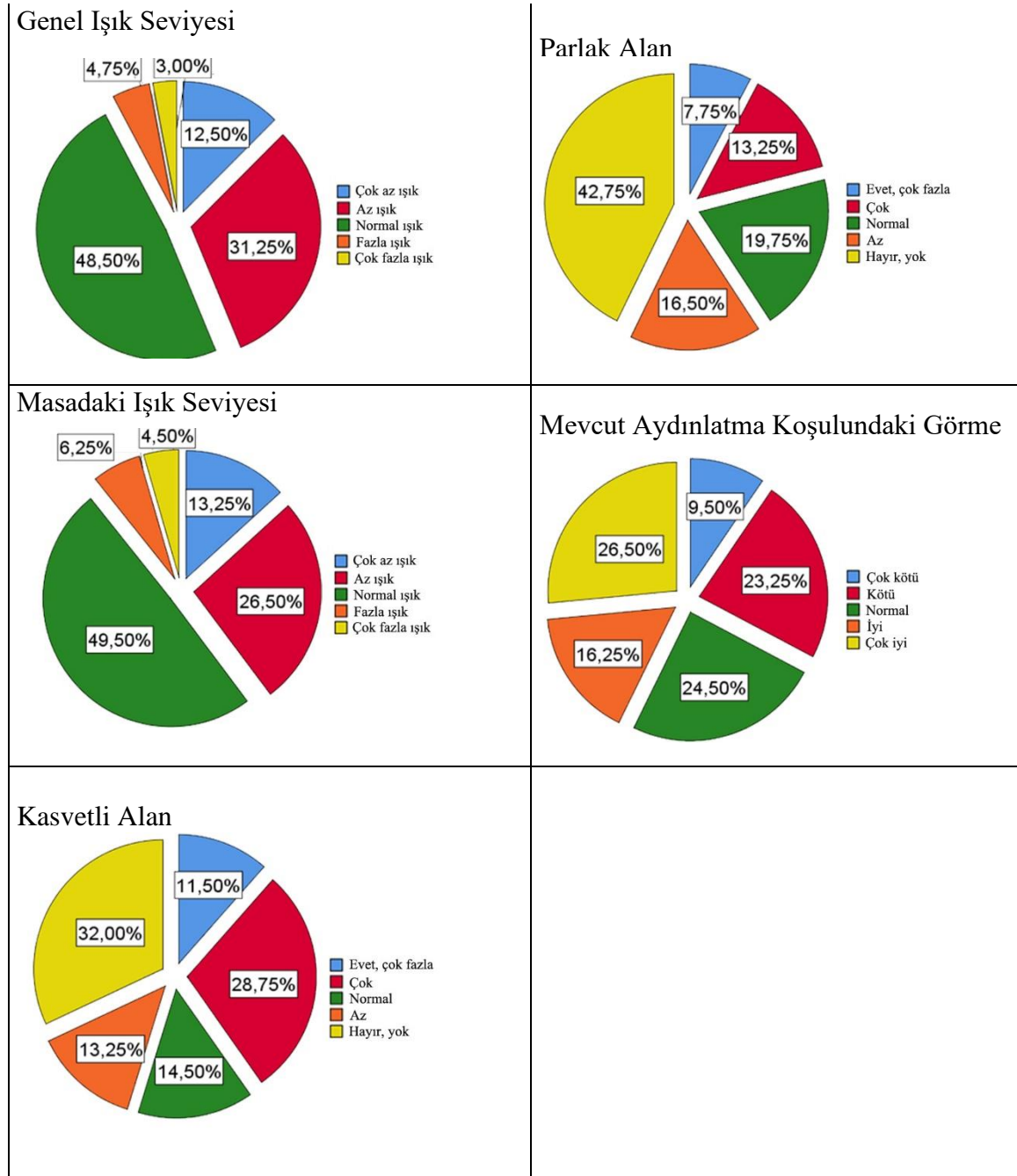
- 'Şu anda elektrik aydınlatması açık mı?' sorusuna anket katılımcılarının %74'ü ortamda elektrik aydınlatmasının açık olduğunu, %26'sı ise bir kısmının açık olduğunu söylemiştir. Elektrik aydınlatmasının tamamen kapalı olduğunu söyleyen kullanıcı bulunmamaktadır.

- 'Şu anda dışarıdaki gökyüzü koşullarını nasıl tanımlarsınız?' sorusuna kullanıcılar tarafından verilen yanıtlar sırasıyla %13,25'i tamamen kapalı, %33,75'i normal, %19,25'i tamamen açık gökyüzü koşullarına sahip olduğu yanıtını vermişlerdir.

5.2.7. Anket Katılımcılarının Bu Anda Odada Elektrikli Işık ve Gün Işığı Değerlendirmesi

Bu bölümde kütüphane kullanıcılarının odadaki elektrikli ışık ve gün ışığı ile ilgili bilgiler ele alınmıştır. Kütüphane yapısında genel ışık seviyesi, masadaki genel ışık seviyesi, odada kasvetli bulunan alan, odada parlak bulunan alan, mevcut aydınlatma koşullarındaki görme irdelenmiştir.

Tablo 17 Anket katılımcılarının bu anda odada elektrikli ışık ve gün ışığı değerlendirilmesi



Tablo 17'ye göre;

- Anketin 6. bölümünde yer alan ve 28. soru olan 'Bu odadaki mevcut genel ışık seviyesini nasıl değerlendirirsiniz' sorusuna anket katılımcılarından çok az ışık olduğunu düşünen kullanıcı oranı %12,5 iken, %48,5'i normal ışık ve %3'ü çok fazla ışık olduğu yanıtını vermişlerdir.

- 'Masanızdaki/masanızdaki/iş istasyonunuzdaki mevcut ışık seviyesini nasıl değerlendirirsiniz?' sorusuna ise %13,25'i çok az ışık, %4,5'i çok fazla ışık olduğu yanıtını vermişlerdir. %49,5'i ise normal ışık yanıtını vermişlerdir.

Verilen bu cevaplar incelendiğinde kullanıcıların genel ışık seviyesi ile masadaki ışık seviyesi oranı yanıtları ile örtüşmektedir.

- 'Şu anda bu odada çok karanlık (kasvetli) olduğunu düşündüğünüz herhangi bir alanla karşılaşıyor musunuz?' sorusuna %11,5'lik oranla çok fazla, bunu takip edenlerin ise sırasıyla %28,75 ile çok, %14,5 ile normal, %13,25 ile az, %32 ile yok yanıtını vermişlerdir.

- 'Şu anda bu odada çok parlak olduğunu düşündüğünüz herhangi bir alanla karşılaşıyor musunuz?' sorusuna %7,75'lik oranla çok fazla, bunu takip edenlerin ise sırasıyla %13,25 ile çok, %19,75 ile normal, %16,5 ile az, %42,75 ile yok yanıtını vermişlerdir.

5.3. Aydınlık Seviyesi Değerlerinin Karşılaştırılması

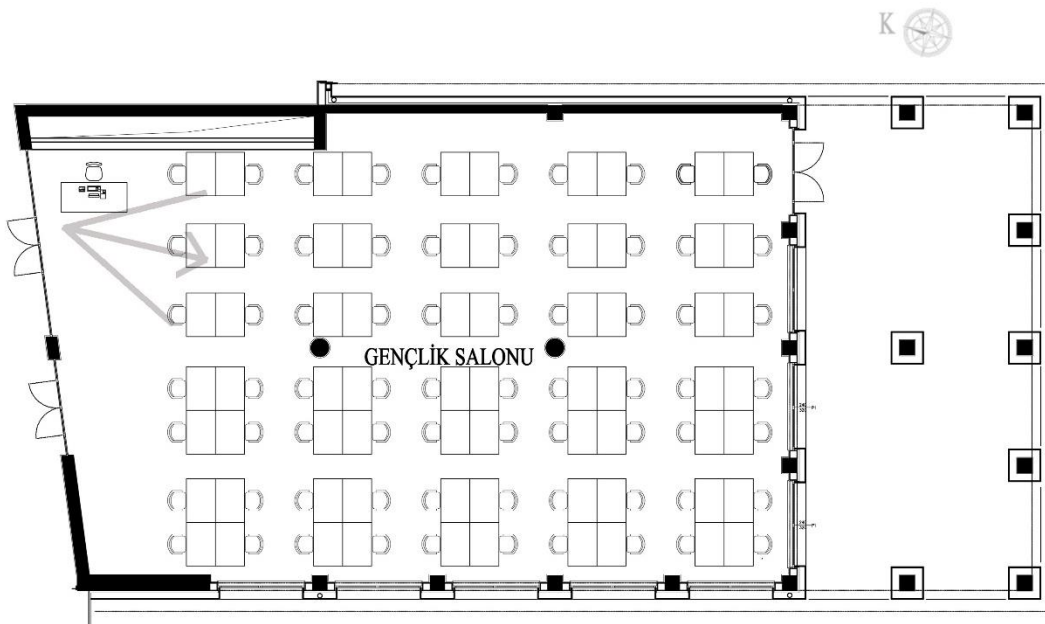
Konya'nın gökyüzü bilgileri için CIE açık ve CIE normal gökyüzü koşulları tercih edilmiştir. Açık ve normal gökyüzü şartları için çalışma alanı aydınlatma düzeyi ve parlaklık dağılımı seviyesi ölçüm yapılan zaman aralığı da dikkate alınarak Haziran, Eylül, Aralık ve Mart aylarının 21. günü 08:00, 11:00, 14:00 ve 17:00 saatlerinde simülasyon çalışması yapılmıştır.

Bu çalışmada oluşturulan simülasyon senaryoları ile kütüphane yapısının eklenen aydınlatma sistemleri ile yeterli aydınlık düzeyine ulaşip ulaşamayacağı değerlendirilmiştir. Simülasyon çalışmasındaki senaryoların belirlenmesindeki önemli girdiler gün ışığının kalitesi ve miktarını etkileyen parametrelerdir. Bunlar; pencere boyutu, iç yüzeylerin yansıma özellikleri gibi alanın mimari özellikleri; cam tipi, pencere alanı ve gölgeleme elemanları gibi cepheyle ilgili olan ölçütler ve son olarak enlem ve bölgeye ait hava bilgisidir.

Aydınlık düzeyi ölçümü için görüntü tabanlı ve ızgara tabanlı simülasyon yapılmıştır. Ana geometri oluşturulup, malzeme verileri ve gün ışığı elemanları da programa eklendikten sonra yer seviyesinden 70 cm yukarıda olan çalışma masası düzlemi seviyesinde 60cm aralıklarla

oluşturulan hayali bir grid ızgara sistemi meydana getirilmiştir. Bu sistemin dikey ve yatay aralıkları arasında kalan yerlerde gün ışığı verileri hesaplanmıştır.

Görüntü tabanlı simülasyon çalışmasının yapılabilmesi için çalışma alanı içine göz hizasında, yani zeminden 160 cm yukarıda hayali bir kamera yerleştirilmiştir. Kamera çalışma alanının güneybatı ve güneydoğu kısmını görebilecek biçimde, iç mekânın kuzeyine konulmuştur. Mekânların batı cephesinde gün ışığı elemanlarına diğer cephelere oranla daha çok ihtiyaç duyulmasından kaynaklı görüntü tabanlı simülasyon çalışması bu alanda yapılmıştır(Lee, D., Cho, Y.-H., & Jo, 2021). Şekil 50’de kameranın bulunduğu konum ve bakış yönü plan üzerinden gösterilmiştir.



Şekil 54 Kamera bakış açısı ve konumu

5.3.1. 21 Haziran 08:00 Simülasyon Sonuçları

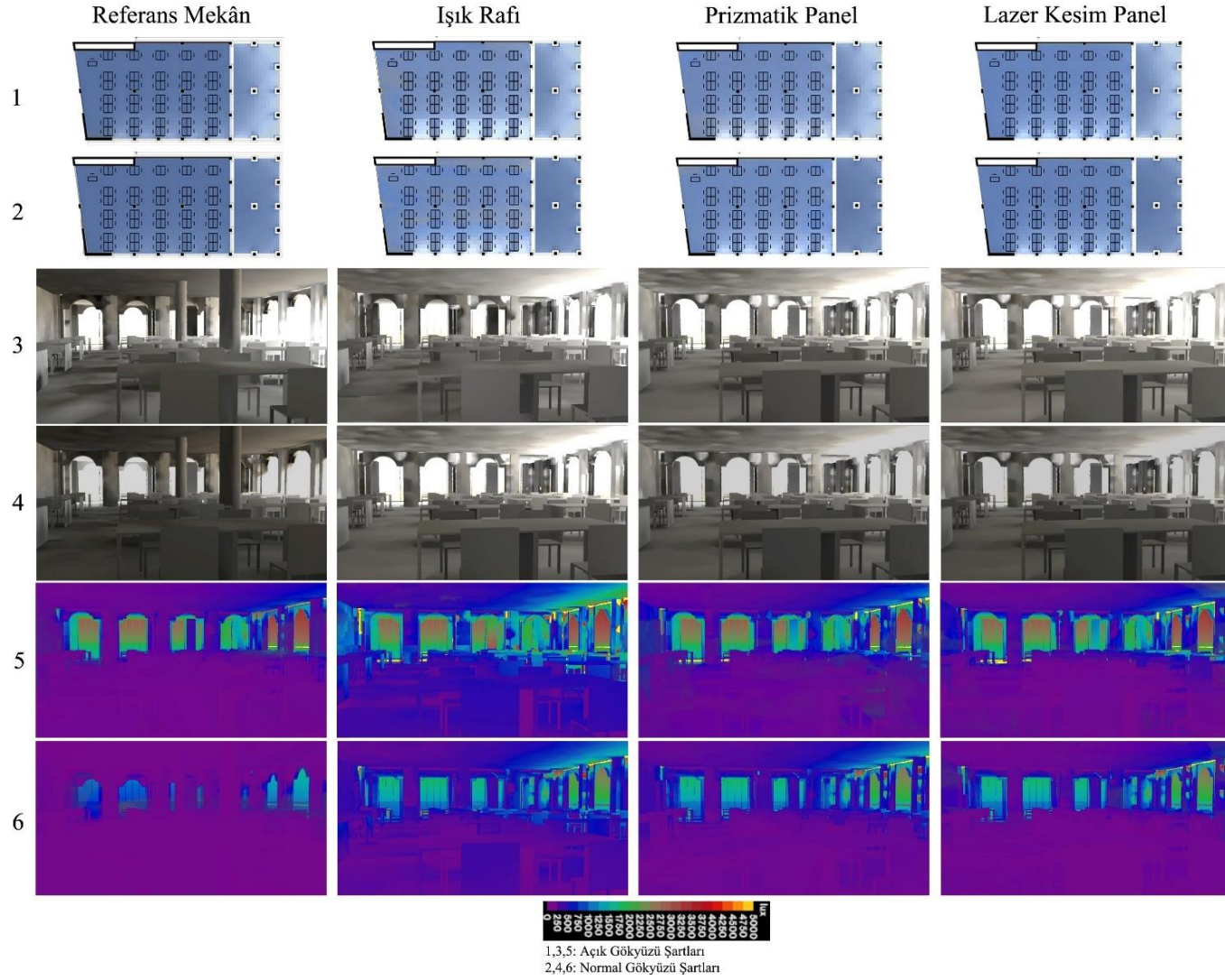
Tablo 18’de 21 Haziran saat 08:00’de açık ve normal gökyüzü şartları için karşılaştırmalı olarak gösterilen referans model ve ışık rafı, prizmatik panel, lazer kesim panel olan gün ışığı elemanları için yapılmış olan görüntü ve ızgara tabanlı simülasyon verilerine göre, genel olarak açık gökyüzü şartları altında gün ışığı elemanları, normal gökyüzü şartları altındaki gün ışığı elemanlarına göre daha iyi bir iyileştirme performansı sergilemiştir.

Açık gökyüzü şartları altında ışık rafı, gözle görülür bir şekilde en iyi iyileştirme performansını sergilemiştir. A1, A2 ve A3 bölgesinde ışık rafı referans mekâna göre 750 lüks artış sağlamıştır. B1, B2, B3, C1, C2, C3 bölgelerinde ise 500 lüks artış gösteren bir iyileştirme performansı

sergilemiştir. Prizmatik panel, yapılan simülasyon çalışmasında cepheden 1-2 metrelik uzaklık boyunca yani A1, A2, A3 konumlarında 1000 lüks ve civarında aydınlık düzeyi ölçülmüştür ve gün ışığını hacmin derinliklerine taşıyamamıştır. Lazer kesim panelde gün ışığını hacmin derinliklerine taşıyamamıştır. Fakat cepheye yakın kısımlarda aydınlık seviyesi 500-750 lüks aralığında iyileştirme göstermiştir.

Normal gökyüzü şartları altında hacmin derin taraflarına gün ışığının ulaştırılması ve eşit dağıtımını dikkate alındığında, lazer kesim panel ve prizmatik panel simülasyon sonuçlarının benzer aydınlık düzeyi değerlerine sahip olduğu gözlemlenmiştir. Cepheden 3-4 metre kadar mesafeden B1, B2, B3 konumlarında aydınlatma düzeyi 250 ile 750 lüks aralığında iken bu mesafeden uzaklaştıkça C1, C2 C3 konumlarında aydınlatma düzeyi düşmüştür. Işık rafında ise hacmin cepheye yakın kısmı olan A1, A1, A3 ve B1, B2, B3 konumlarında 1000 lüks ve civarı ölçülürken C1, C2, C3 kısımlarında aydınlık düzeyinde iyileşme olmuştur fakat yeterli düzeye ulaşamamıştır.

Tablo 18 21 Haziran 08:00 Izgara ve Görüntü Tabanlı Simülasyon Sonuçları



5.3.2. 21 Haziran 11:00 Simülasyon Sonuçları

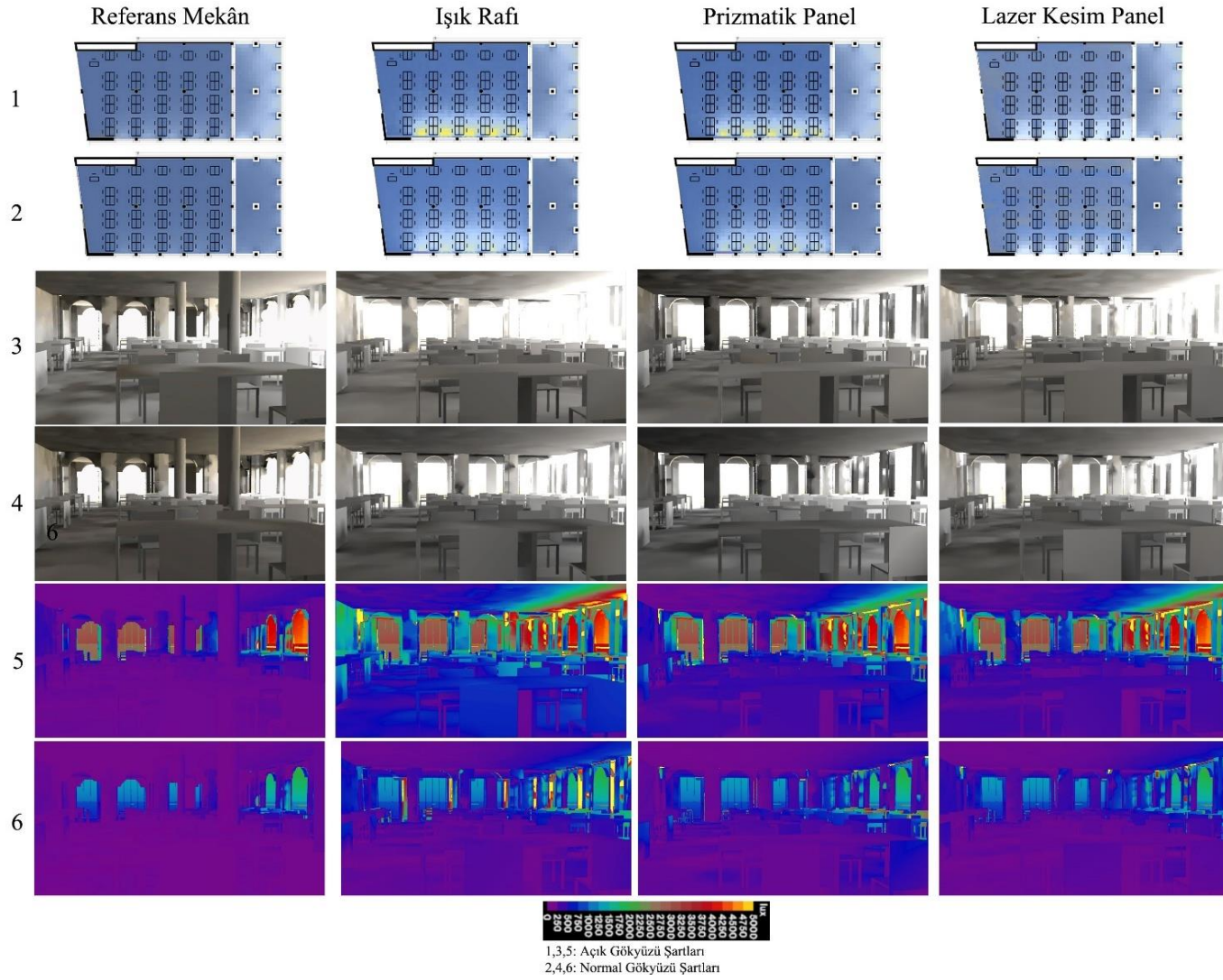
Tablo 19’da 21 Haziran saat 11:00’de açık ve normal gökyüzü şartları için karşılaştırmalı olarak gösterilen referans model ve ışık rafı, prizmatik panel, lazer kesim panel olan gün ışığı elemanları için yapılmış olan görüntü ve ızgara tabanlı simülasyon verilerine göre, gün ışığı elemanlarının kullanıldığı üç simülasyon çalışmasında da genel olarak açık gökyüzü şartları altında gün ışığı elemanları, normal gökyüzü şartları altındaki gün ışığı elemanlarına göre iç mekândaki aydınlık düzeyinin cephe mesafesinden uzaklık durumuna göre 250-500 lüks aralığında aydınlık düzeyinde artış gözlemlenmiştir.

Açık gökyüzü şartları altında prizmatik panel ve lazer kesim panel büyük oranda benzerlik göstermektedir. A1, A2, A3 konumlarında 1000 lüks artış sağlarken B1, B2, B3 ve C1, C2, C3 konumlarında 250-500 lüks iyileştirme performansı göstermiştir. Işık rafında ise hacmin derin tarafında bulunan C1, C2, C3 konumlarına gün ışığını ileterek bu bölgede lazer kesim panel ve prizmatik panelden daha iyi bir iyileştirme performansı göstermiştir. A, A2, A3 konumlarında 1000 lüks artış gösterirken B1, B2, B3 konumlarında 500-1250 lüks aralığında ölçülmüştür.

Normal gökyüzü şartları altında hacmin derin taraflarına gün ışığının ulaştırılması ve eşit dağılımı dikkate alındığında, lazer kesim panelin ışığı daha kontrollü bir şekilde içeri aldığı gözlemlenmesine karşın hacmin derin kısımlarındaki çalışma yüzeylerinde aydınlık düzeyi 0-500 lüks aralığında olduğu için yeterli iyileştirme yapamayarak iyi bir aydınlık seviyesine ulaşamamıştır. Prizmatik panel ve ışık rafında ise iç kısımlardaki aydınlık düzeyi 0-500 lüks bir iyileştirme sağlamıştır. Prizmatik panel ve ışık rafının cepheye yakın kısımlarındaki aydınlık düzeyleri sırası ile 500-3750, 750-2750 lüks olarak ölçülmüştür.

Gün ışığı elemanlarının farklı tip gökyüzü şartları altında gösterdikleri performansları karşılaştırıldığında prizmatik panel ve lazer kesim açık gökyüzü şartları altında benzer iyileştirme performansı verdiği gözlemlenmiştir. Fakat en iyi performansı ışık rafı göstermiştir. Normal gökyüzü şartları altında ise lazer kesim panel en kötü performansı göstermiştir.

Tablo 19 21 Haziran 11:00 Izgara ve Görüntü Tabanlı Simülasyon Sonuçları



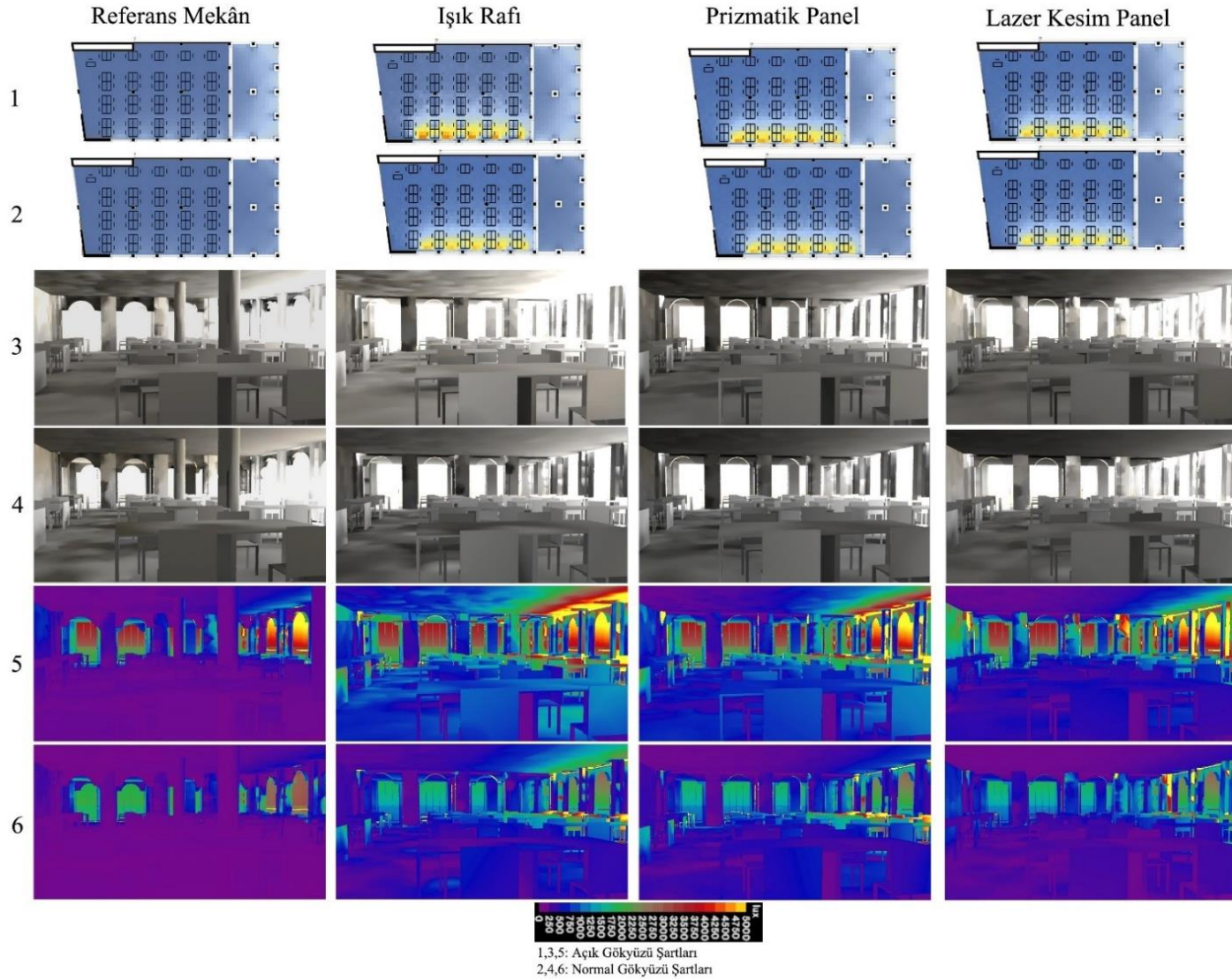
5.3.3. 21 Haziran 14:00 Simülasyon Sonuçları

Tablo 20’de 21 Haziran saat 14:00’de açık ve normal gökyüzü şartları için karşılaştırmalı olarak gösterilen referans model ve ışık rafı, prizmatik panel, lazer kesim panel olan gün ışığı elemanları için yapılmış olan görüntü ve ızgara tabanlı simülasyon verilerine göre, genel olarak normal gökyüzü şartları altında gün ışığı elemanları, açık gökyüzü şartları altındaki gün ışığı elemanlarına göre daha iyi bir iyileştirme performansı sergilemiştir.

Açık gökyüzü şartları altında gün ışığını hacmin derinliklerine taşınması ve eşit dağıtımını dikkate alındığında üç gölgeleme elemanının da gün ışığını iletmiştir. Lazer kesim panel gün ışığını diğer gölgeleme elemanlarına göre daha homojen dağıtmıştır ve B1, B2, B3, C1, C2, C3 bölgelerinde 250-500 lüks iyileşme gözlemlenmiştir. Işık rafı kullanılan simülasyon sonucuna göre ise A1, A2, A3 bölgesinde 2000 lüks artış olurken B1, B2, B3 bölgesinde 1250 lüks artış olurken C1, C2, C3 bölgesinde 500 lüks bir iyileşme gözlenmiştir. Prizmatik panel bulunan çalışmada ise ışık rafı ile benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Normal gökyüzü şartları altında gün ışığını hacmin derinliklerine taşınması ve eşit dağıtımını dikkate alındığında lazer kesim panel B1, B2, B3 ve C1, C2, C3 kısımlarına gün ışığının iletimini sağlayamamıştır. Bu alanlardaki aydınlık düzeyi 0-500 lüks aralığında kalmıştır. Işık rafı ve prizmatik panel ise gün ışığını hacmin derinliklerine taşımakta ve benzer sonuçlar sergilemiştir. Cepheye yakın kısımlardaki A1, A2 ve A3 bölgesinde 5000 lükse kadar ölçüm gözlenirken B1, B2, B3 ve C1, C2, C3 bölgelerinde 500-1000 lüks iyileşme sergilenmiştir.

Tablo 20 21 Haziran 14:00 İzgara ve Görüntü Tabanlı Simülasyon Sonuçları



5.3.4. 21 Haziran 17.00 Simülasyon Sonuçları

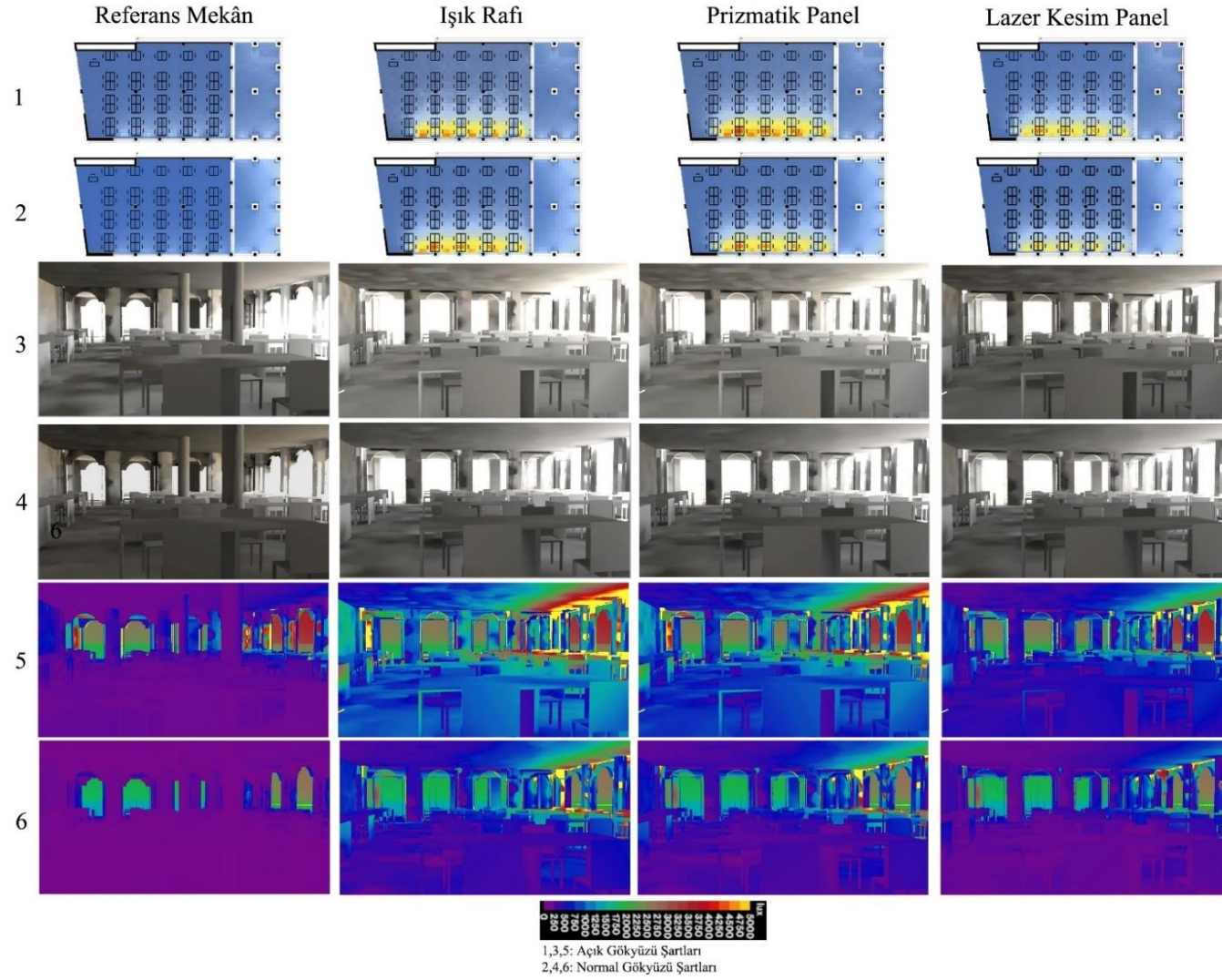
Tablo 21’de 21 Haziran saat 17:00’de açık ve normal gökyüzü şartları için karşılaştırmalı olarak gösterilen referans model ve ışık rafı, prizmatik panel, lazer kesim panel olan gün ışığı elemanları için yapılmış olan görüntü ve ızgara tabanlı simülasyon verilerine göre, genel olarak normal gökyüzü şartları altında gölgeleme elemanları, açık gökyüzü şartları altındaki gölgeleme elemanlarına göre daha iyi bir iyileştirme performansı sergilemiştir.

Açık gökyüzü şartları altında gün ışığını hacmin derinliklerine taşınması ve eşit dağıtımını dikkate alındığında üç gün ışığı elemanı da gün ışığını iletmiştir. Lazer kesim panel gün ışığını diğer gün ışığı elemanlarına göre daha homojen dağıtmıştır ve B1, B2, B3, C1, C2, C3 bölgelerinde 500 lüks bir iyileşme gözlenmiştir. Işık rafı kullanılan simülasyon sonucuna göre ise A1, A2, A3 bölgesinde ciddi bir artış olurken B1, B2, B3 ve C1, C2, C3 bölgesinde 1000 lüks bir artış gözlemlenmiştir. Prizmatik panel bulunan çalışmada ise cephe kısmı olan A1, A2, A3 bölgesi ışık rafı ile benzer sonuç gösterirken B1, B2, B3 ve C1, C2, C3 bölgesinde 500-750 lüks iyileşme sergilenmiştir.

Normal gökyüzü şartları altında gün ışığını hacmin derinliklerine taşınması ve eşit dağıtımını dikkate alındığında lazer kesim panel B1, B2, B3 ve C1, C2, C3 kısımlarına gün ışığının iletimini sağlayamamıştır ve aydınlık düzeyinin 250 lüksün altında kaldığı gözlemlenmiştir. Ayrıca referans mekânda da bu alanların 250 lüksün altında kaldığı gözlemlenmiştir ve cephe kısmında da aynı şekilde yetersiz aydınlık düzeyi tespit edilmiştir. Işık rafı simülasyon çalışmasında B1, B2, B3 ve C1, C2, C3 bölgesinde 500-1000 lüks bir iyileşme sergilerken A1, A2, A3 bölgesinde ciddi bir artış olmuştur. Prizmatik panelde ise cepheye yakın kısım ışık rafı ile benzer sonuç sergilerken hacmin derinliklerinde 500-750 lüks bir iyileşme sergilemiştir.

Gün ışığı elemanlarının farklı tip gökyüzü şartları altında gösterdikleri performansları karşılaştırıldığında ise ışık rafı normal gökyüzü şartları altında, prizmatik panel ve lazer kesim panellerin açık gökyüzü şartları altında aydınlık düzeylerinin daha iyi iyileştirme performansı verdiği gözlemlenmiştir.

Tablo 21 21 Haziran 17:00 Izgara ve Görüntü Tabanlı Simülasyon Sonuçları



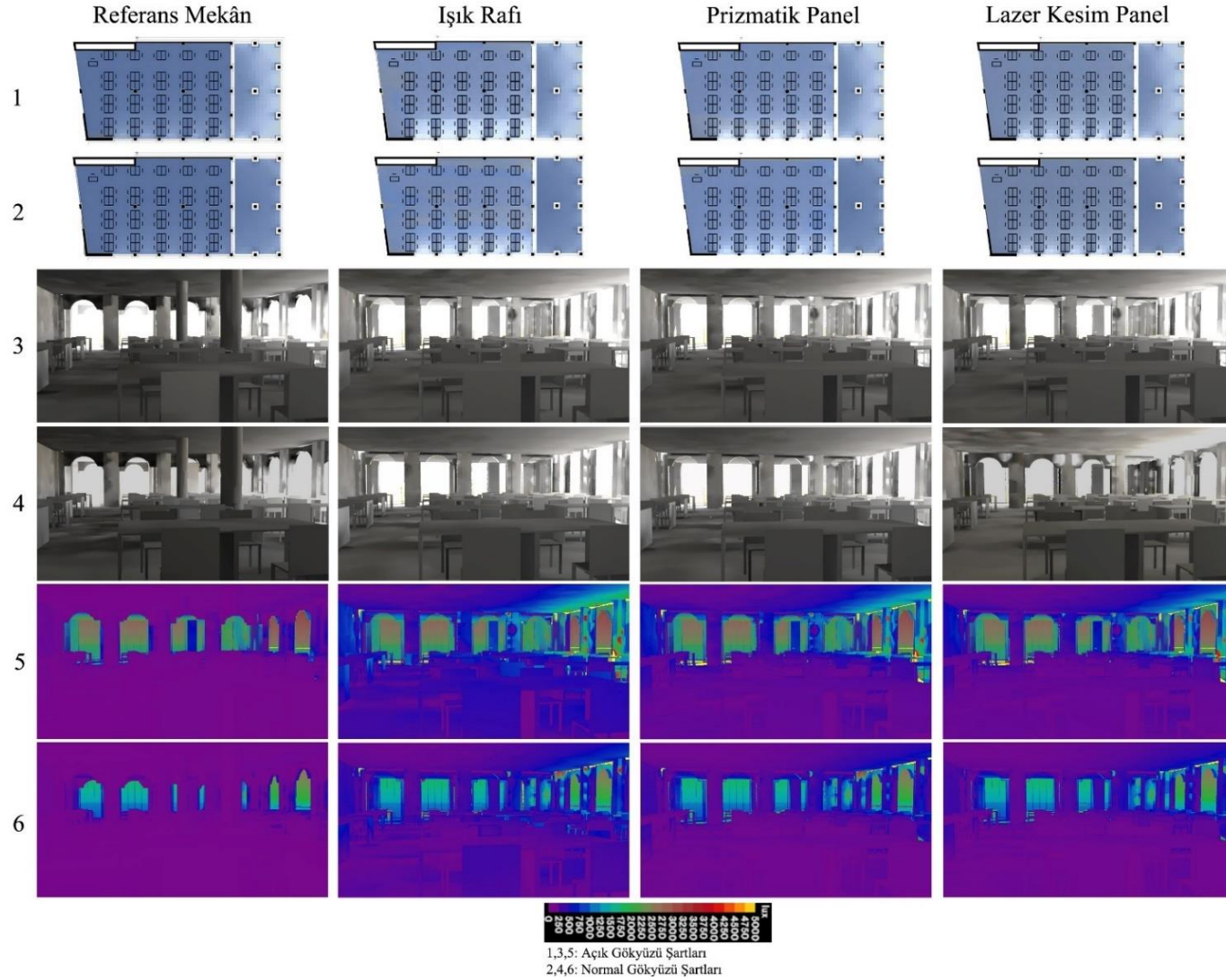
5.3.5. 23 Eylül/21 Mart 08:00 Simülasyon Sonuçları

Tablo 22’de 23 Eylül/21 Mart saat 08:00’de açık ve normal gökyüzü şartları için karşılaştırmalı olarak gösterilen referans model ve ışık rafı, prizmatik panel, lazer kesim panel olan gün ışığı elemanları için yapılmış olan görüntü ve ızgara tabanlı simülasyon verilerine göre, genel olarak açık gökyüzü şartları altında gölgeleme elemanları, normal gökyüzü şartları altındaki gölgeleme elemanlarına göre daha iyi bir iyileştirme performansı sergilemiştir.

Açık gökyüzü şartları altında gün ışığını hacmin derinliklerine taşınması ve eşit dağıtımını dikkate alındığında prizmatik panel ve lazer kesim panelin gün ışığını iyi bir şekilde iletmediği gözlemlenmektedir. Cepheye yakın kısım olan A1, A2, A3 bölgesinde iyileşme sergilerken hacmin iç taraflarına ışığı yansıtımayarak kötü bir performans sergilemiştir. Işık rafı ise cepheye yakın olan A1, A2, A3 bölgesinde prizmatik panel ve lazer kesim panellerle benzer sonuç gösterirken B1, B2, B3 ve C1, C2, C3 bölgesine gün ışığını ileterek sırasıyla 500-1000 lüks ve 250- 500 lüks ölçülmüştür ve iyi bir iyileştirme göstermiştir.

Normal gökyüzü şartları altında hacmin derin taraflarına gün ışığının ulaştırılması ve eşit dağıtımını dikkate alındığında prizmatik panel ve lazer kesim simülasyon sonuçları açık gökyüzü şartlarında olduğu gibi benzer aydınlık düzeyi değerlerine sahip olduğu gözlemlenmiştir. Cepheye yakın kısımda 500 lüks iyileşme sergilerken gün ışığını hacmin derinliklerine iletememiştir. Işık rafında ise hacmin derin kısmına ışığı iletmiştir fakat yeterli düzeyde olmamıştır. Cepheye yakın olan A1, A2, A3 bölgesinde ise prizmatik panel ve lazer kesimle benzer sonuç göstermiştir.

Tablo 22 23Eylül/21 Mart 08:00 Izgara ve Görüntü Tabanlı Simülasyon Sonuçları



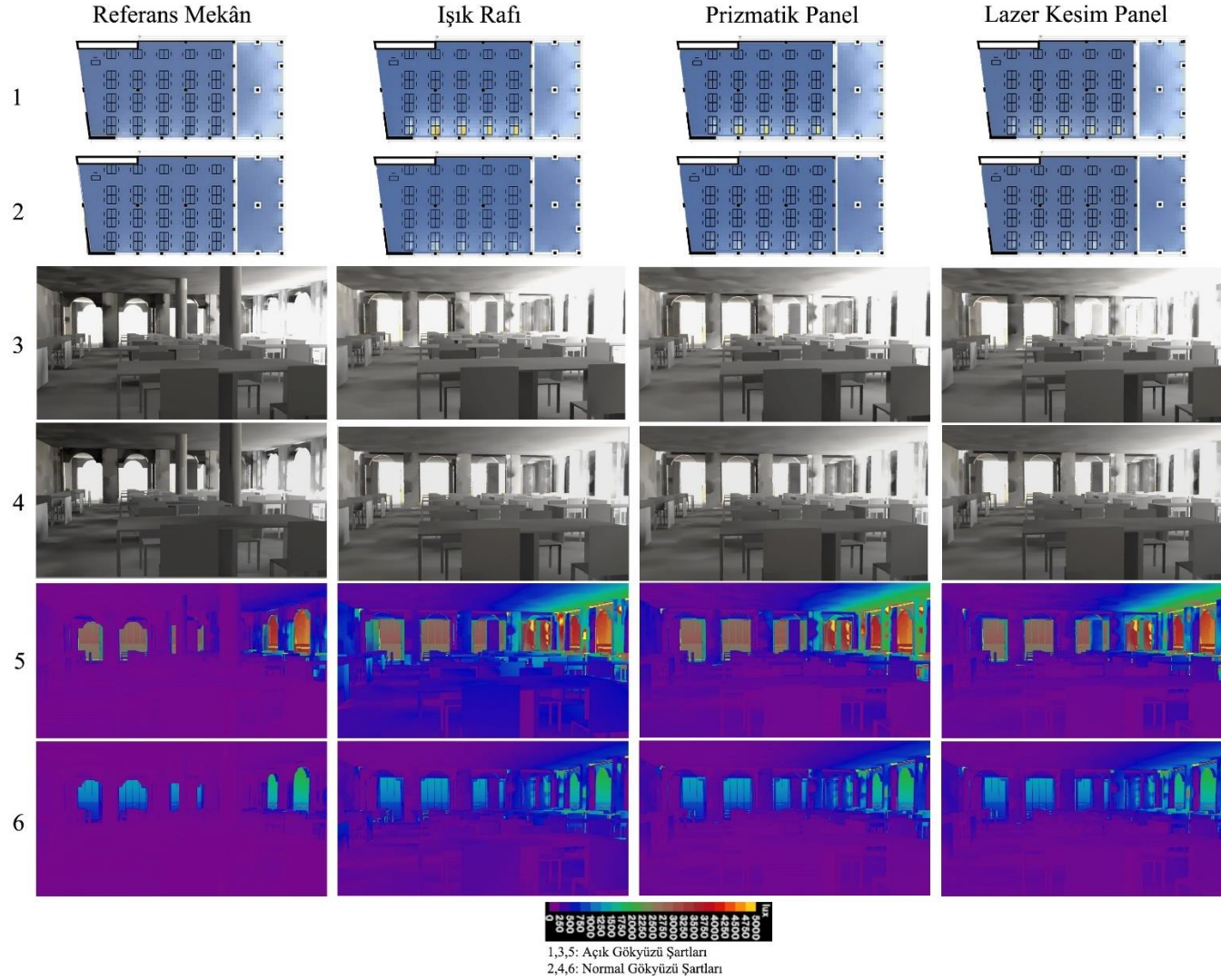
5.3.6. 23 Eylül/21 Mart 11:00 Simülasyon Sonuçları

Tablo 23'te 23 Eylül/21 Mart saat 11:00'de açık ve normal gökyüzü şartları için karşılaştırmalı olarak gösterilen referans model ve ışık rafı, prizmatik panel, lazer kesim panel olan gün ışığı elemanları için yapılmış olan görüntü ve ızgara tabanlı simülasyon verilerine göre, genel olarak açık gökyüzü şartları altında gün ışığı elemanları, normal gökyüzü şartları altındaki gün ışığı elemanlarına göre daha iyi bir iyileştirme performansı sergilemiştir.

Açık gökyüzü şartları altında gün ışığını hacmin derinliklerine taşınması ve eşit dağıtımını dikkate alındığında prizmatik panel ve lazer kesim panelin gün ışığını iyi bir şekilde iletemediği gözlemlenmektedir. Prizmatik panel ve lazer kesim senaryoları benzer sonuç sergilemiştir. Cepheye yakın kısım olan A1, A2, A3 bölgesinde iyileşme sergilerken hacmin iç taraflarına ışığı yansıtamayarak kötü bir performans sergilemiştir. Işık rafı ise cepheye yakın olan A1, A2, A3 bölgesinde prizmatik panel ve lazer kesim panellerle benzer sonuç gösterirken B1, B2, B3 ve C1, C2, C3 bölgesine gün ışığını her ne kadar yeterli seviye de olmasa da iç taraflara ileterek sırasıyla 500-1000 lüks ve 0- 500 lüks ölçülerek iyileştirme göstermiştir.

Normal gökyüzü şartları altında hacmin derin taraflarına gün ışığının ulaştırılması ve eşit dağılımı dikkate alındığında prizmatik panel ve lazer kesim simülasyon sonuçları açık gökyüzü şartlarında olduğu gibi benzer aydınlık düzeyi değerlerine sahip olduğu gözlemlenmiştir. Cepheye yakın kısımda 1500 lüks iyileşme sergilerken gün ışığını hacmin derinliklerine iletememiştir. Işık rafı simülasyon çalışmasında ise B1, B2, B3 ve A1, A2, A3 bölgesinde 1500 lüks sergilerken C1, C2, C3 bölgesinde iyi bir artış olmamıştır.

Tablo 23 23Eylül/21 Mart 11:00 Izgara ve Görüntü Tabanlı Simülasyon Sonuçları



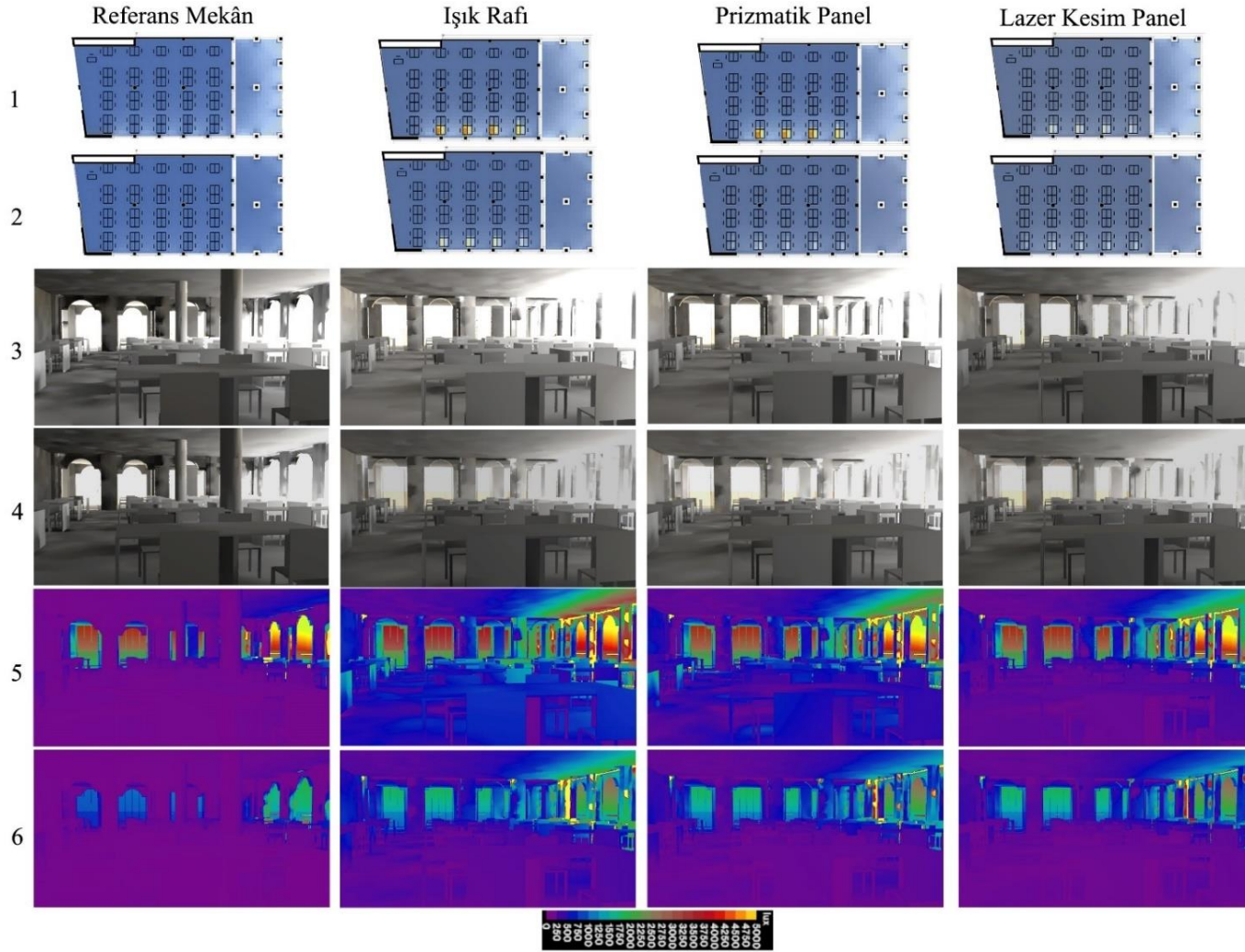
5.3.7. 23 Eylül/21 Mart 14:00 Simülasyon Sonuçları

Tablo 24'te 23 Eylül/21 Mart saat 14:00'de açık ve normal gökyüzü şartları için karşılaştırmalı olarak gösterilen referans model ve ışık rafı, prizmatik panel, lazer kesim panel olan gün ışığı elemanları için yapılmış olan görüntü ve ızgara tabanlı simülasyon verilerine göre, genel olarak açık gökyüzü şartları altında gölgeleme elemanları, normal gökyüzü şartları altındaki gölgeleme elemanlarına göre daha iyi bir iyileştirme performansı sergilemiştir.

Açık gökyüzü şartları altında gün ışığını hacmin derinliklerine taşınması ve eşit dağıtımını dikkate alındığında lazer kesim panelin gün ışığını iyi bir şekilde ilemediği gözlemlenmektedir. Cepheye yakın kısım olan A1, A2, A3 bölgesinde 1000 lüks iyileşme sergilerken, B1, B2, B3 ve C1, C2, C3 bölgesine ise gün ışığını yeterince taşıyamamıştır. Işık rafı ise gün ışığını hacmin derinliklerine kontrollü bir şekilde taşımıştır ve bu bölge olan B1, B2, B3 ve C1, C2, C3'de 500-750 lüks bir iyileşme göstermiştir. A1, A2, A3 bölgesinde ise prizmatik paneller benzer sonuç göstererek 750-1750 lüks aydınlık düzeyi ölçülmüştür.

Normal gökyüzü şartları altında hacmin derin taraflarına gün ışığının ulaştırılması ve eşit dağılımı dikkate alındığında, ışık rafı, prizmatik panel ve lazer kesim simülasyon sonuçları C1, C2, C3 bölgesinde gün ışığını yeterince iletemeyerek benzer aydınlık düzeyi değerlerine sahip olduğu gözlemlenmiştir. Cepheye yakın kısımda ise ışık rafı ve prizmatik panel 1500 lüks iyileşme sergilerken lazer kesim panel 500-750 lüks iyileşme sergilemiştir.

Tablo 24 23Eylül/21 Mart 14:00 Izgara ve Görüntü Tabanlı Simülasyon Sonuçları



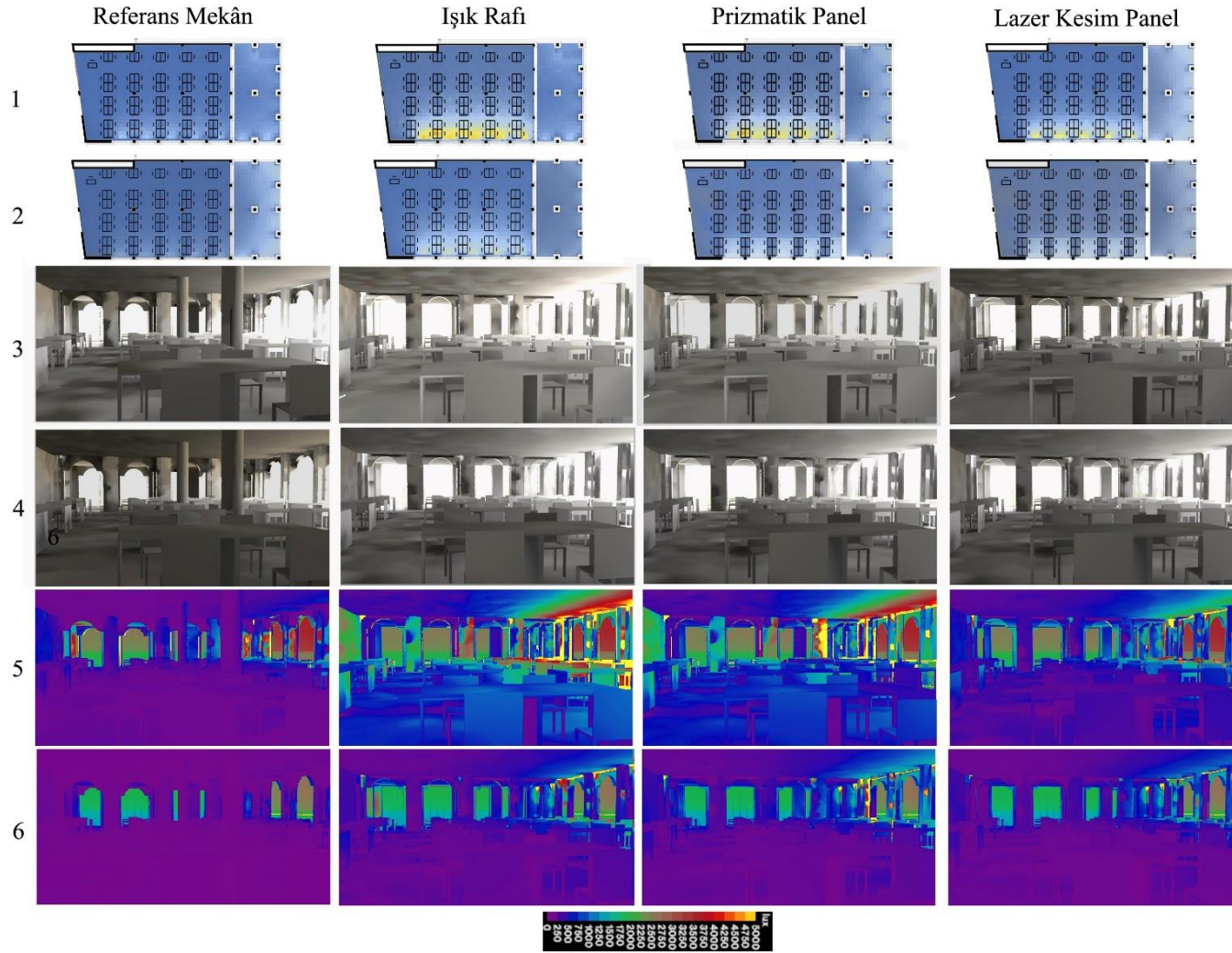
5.3.8. 23 Eylül/21 Mart 17:00 Simülasyon Sonuçları

Tablo 25'te 23 Eylül/21 Mart saat 17:00'de açık ve normal gökyüzü şartları için karşılaştırmalı olarak gösterilen referans model ve ışık rafı, prizmatik panel, lazer kesim panel olan gün ışığı elemanları için yapılmış olan görüntü ve ızgara tabanlı simülasyon verilerine göre, genel olarak açık gökyüzü şartları altında gölgeleme elemanları, normal gökyüzü şartları altındaki gölgeleme elemanlarına göre daha iyi bir iyileştirme performansı sergilemiştir.

Açık gökyüzü şartları altında gün ışığını hacmin derinliklerine taşınması ve eşit dağıtımını dikkate alındığında lazer kesim panelin gün ışığını iyi bir şekilde ilemediği gözlemlenmektedir. Cepheye yakın kısım olan A1, A2, A3 bölgesinde 3000 lüks aydınlık düzeyi sergilerken, B1, B2, B3 ve C1, C2, C3 bölgesine ise gün ışığını yeterince taşıyamamıştır. Işık rafı ve prizmatik panel ise gün ışığını hacmin derinliklerine kontrollü bir şekilde taşımıştır ve bu bölge olan B1, B2, B3 ve C1, C2, C3'de sırasıyla 500-1500 lüks ve 250-750 bir iyileşme göstermiştir. A1, A2, A3 bölgesinde ise iki sistem de gün ışığının kontrolünü sağlayamamıştır ve ciddi bir artış olmuştur.

Normal gökyüzü şartları altında hacmin derin taraflarına gün ışığının ulaştırılması ve eşit dağıtımını dikkate alındığında, ışık rafı, prizmatik panel ve lazer kesim simülasyon sonuçları C1, C2, C3 bölgesinde gün ışığını yeterince iletemeyerek benzer aydınlık düzeyi değerlerine sahip olduğu gözlemlenmiştir. Cepheye yakın kısımda ise üç gün ışığı elemanı da 500-1250 lüks iyileşme sergilemiştir.

Tablo 25 23Eylül/21 Mart 17:00 Izgara ve Görüntü Tabanlı Simülasyon Sonuçları



1,3,5: Açık Gökyüzü Şartları
2,4,6: Normal Gökyüzü Şartları

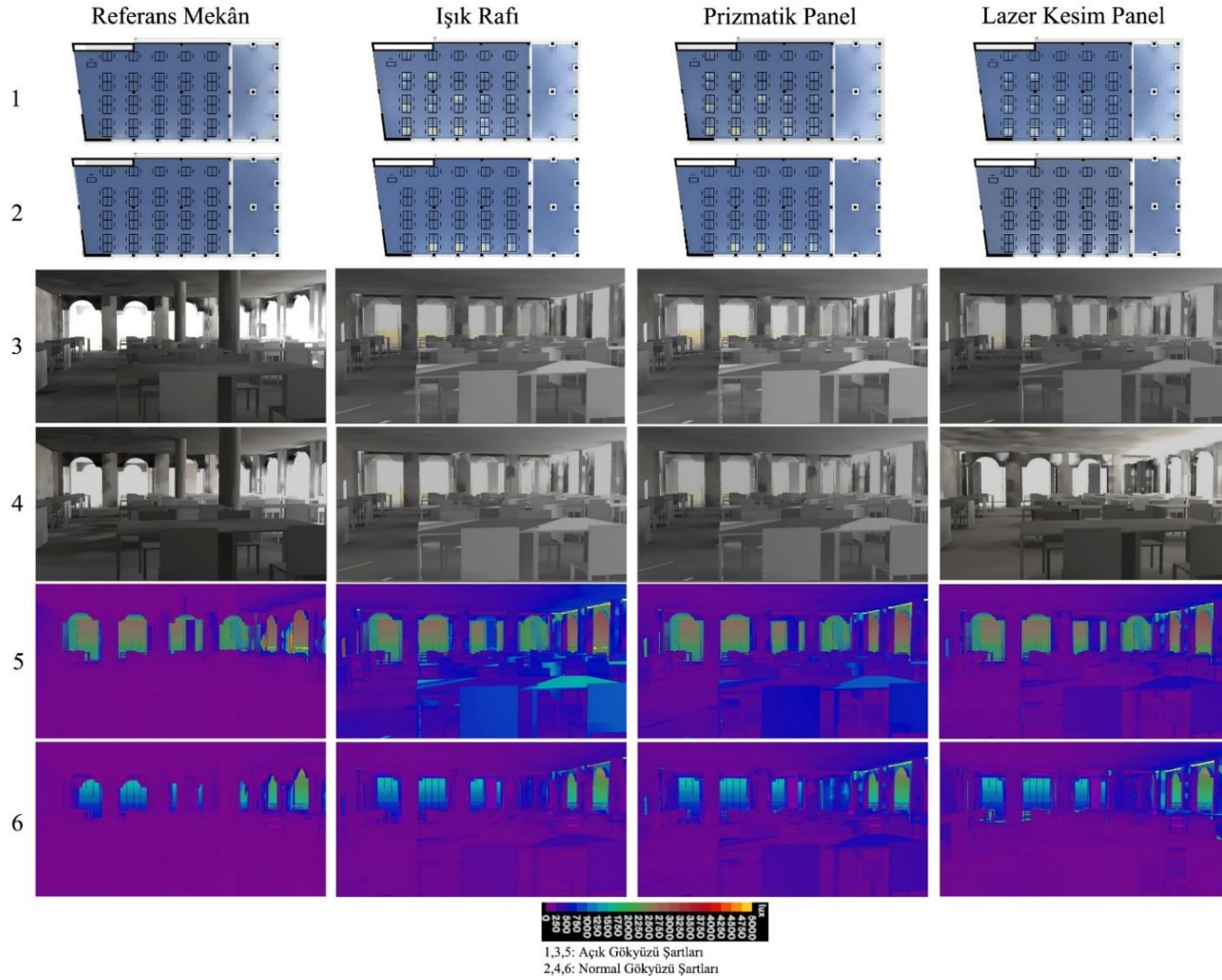
5.3.9. 21 Aralık 08:00 Simülasyon Sonuçları

Tablo 26'da 21 Aralık saat 08:00'de açık ve normal gökyüzü şartları için karşılaştırmalı olarak gösterilen referans model ve ışık rafı, prizmatik panel, lazer kesim panel olan gün ışığı elemanları için yapılmış olan görüntü ve ızgara tabanlı simülasyon verilerine göre, genel olarak açık gökyüzü şartları altında gölgeleme elemanları, normal gökyüzü şartları altındaki gölgeleme elemanlarına göre daha iyi bir iyileştirme performansı sergilemiştir.

Açık gökyüzü şartları altında gün ışığını hacmin derinliklerine taşıması ve eşit dağıtımını dikkate alındığında lazer kesim panelin gün ışığını iyi bir şekilde ilemediği gözlemlenmektedir. Cepheye yakın kısım olan A1, A2, A3 bölgesinde 250-500 lüks aydınlık düzeyi sergilerken, B1, B2, B3 ve C1, C2, C3 bölgesine ise gün ışığını yeterince taşıyamamıştır. Işık rafı ve prizmatik panel ise gün ışığını hacmin derinliklerine belli bir alana taşımış olsa da tam olarak taşıdığı gözlenmemiştir. Işık rafında B1, B2, B3 ve C1, C2, C3 bölgesinde 250-750 lüks iyileşme sergilerken prizmatik panelde bu alan kısmi olarak bu aydınlık düzeyine ulaşmıştır.

Normal gökyüzü şartları altında hacmin derin taraflarına gün ışığının ulaştırılması ve eşit dağıtımını dikkate alındığında, ışık rafı ve prizmatik panel ve lazer kesim simülasyon sonuçları C1, C2, C3 bölgesinde gün ışığını yeterince iletemeyerek benzer aydınlık düzeyi değerlerine sahip olduğu gözlemlenmiştir. Cepheye yakın kısımda ise her üç elemanda da 0-750 lüks aydınlık düzeyi ölçülmüştür.

Tablo 26 21 Aralık 08:00 Izgara ve Görüntü Tabanlı Simülasyon Sonuçları



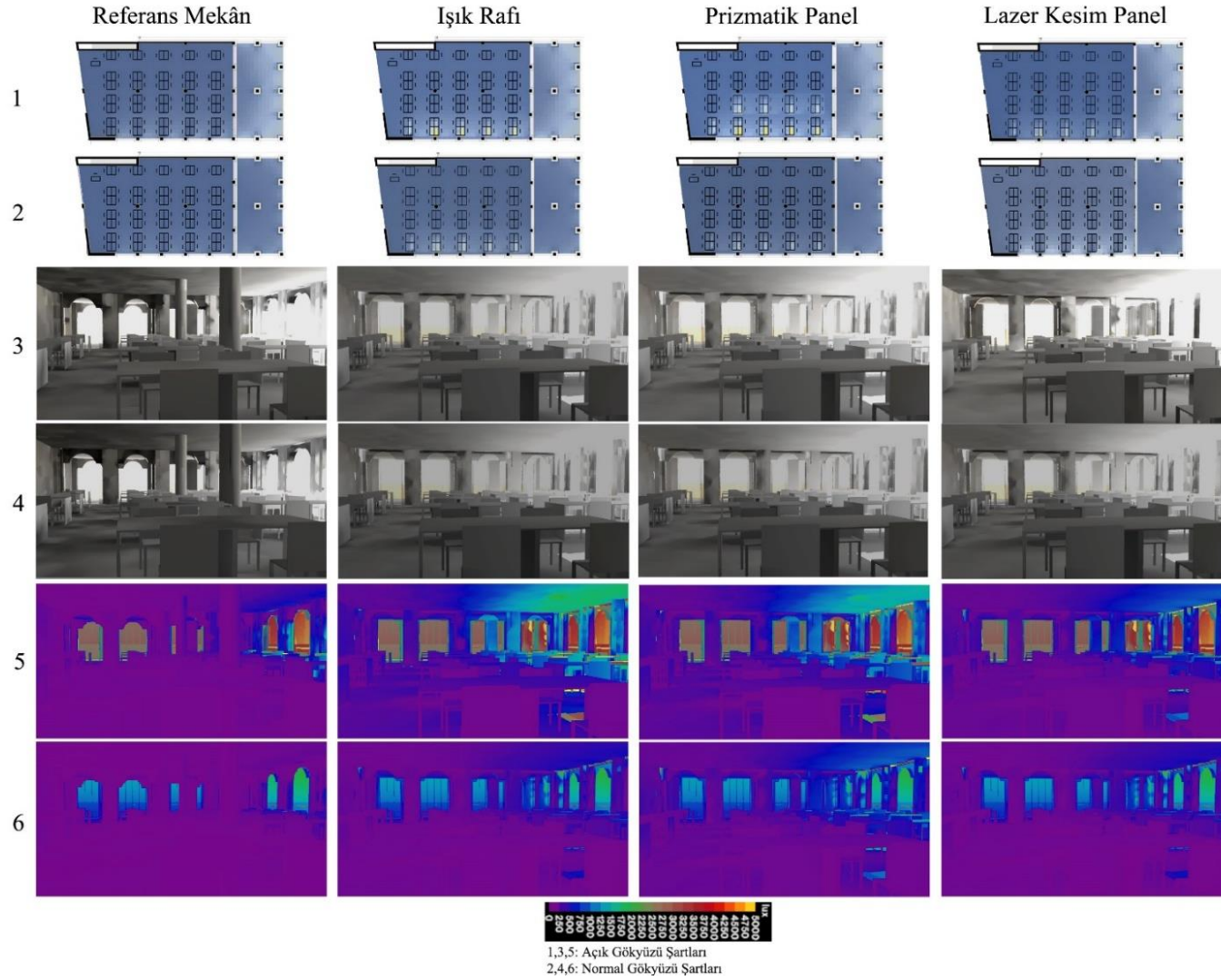
5.3.10. 21 Aralık 11:00 Simülasyon Sonuçları

Tablo 27’de 21 Aralık saat 11:00’de açık ve normal gökyüzü şartları için karşılaştırmalı olarak gösterilen referans model ve ışık rafı, prizmatik panel, lazer kesim panel olan gün ışığı elemanları için yapılmış olan görüntü ve ızgara tabanlı simülasyon verilerine göre, genel olarak açık gökyüzü şartları altında gölgeleme elemanları, normal gökyüzü şartları altındaki gölgeleme elemanlarına göre daha iyi bir iyileştirme performansı sergilemiştir.

Açık gökyüzü şartları altında gün ışığını hacmin derinliklerine taşınması ve eşit dağıtımını dikkate alındığında üç gün ışığı elemanın da gün ışığını iyi bir şekilde iletemediği gözlemlenmektedir. Işık rafı ve prizmatik panel cepheye yakın kısım olan A1, A2, A3 bölgesinde 750-1250 lüks aydınlık düzeyi sergilerken, B1, B2, B3 ve C1, C2, C3 bölgesine ise gün ışığını yeterince taşıyamamıştır. Lazer kesim panelde ise cepheye yakın kısım olan A1, A2, A3 bölgesinde 500-100 lüks iyileşme göstermiştir. Fakat iç kısımlara gün ışığını taşıyamamıştır.

Normal gökyüzü şartları altında hacmin derin taraflarına gün ışığının ulaştırılması ve eşit dağıtımını dikkate alındığında, ışık rafı ve prizmatik panel ve lazer kesim simülasyon sonuçları B1, B2, B3 ve C1, C2, C3 bölgesinde gün ışığını yeterince iletemeyerek benzer aydınlık düzeyi değerlerine sahip olduğu gözlemlenmiştir. Cepheye yakın kısımda ise her üç elemenda da 0-750 lüks aydınlık düzeyi ölçülmüştür.

Tablo 27 21 Aralık 11:00 Izgara ve Görüntü Tabanlı Simülasyon Sonuçları



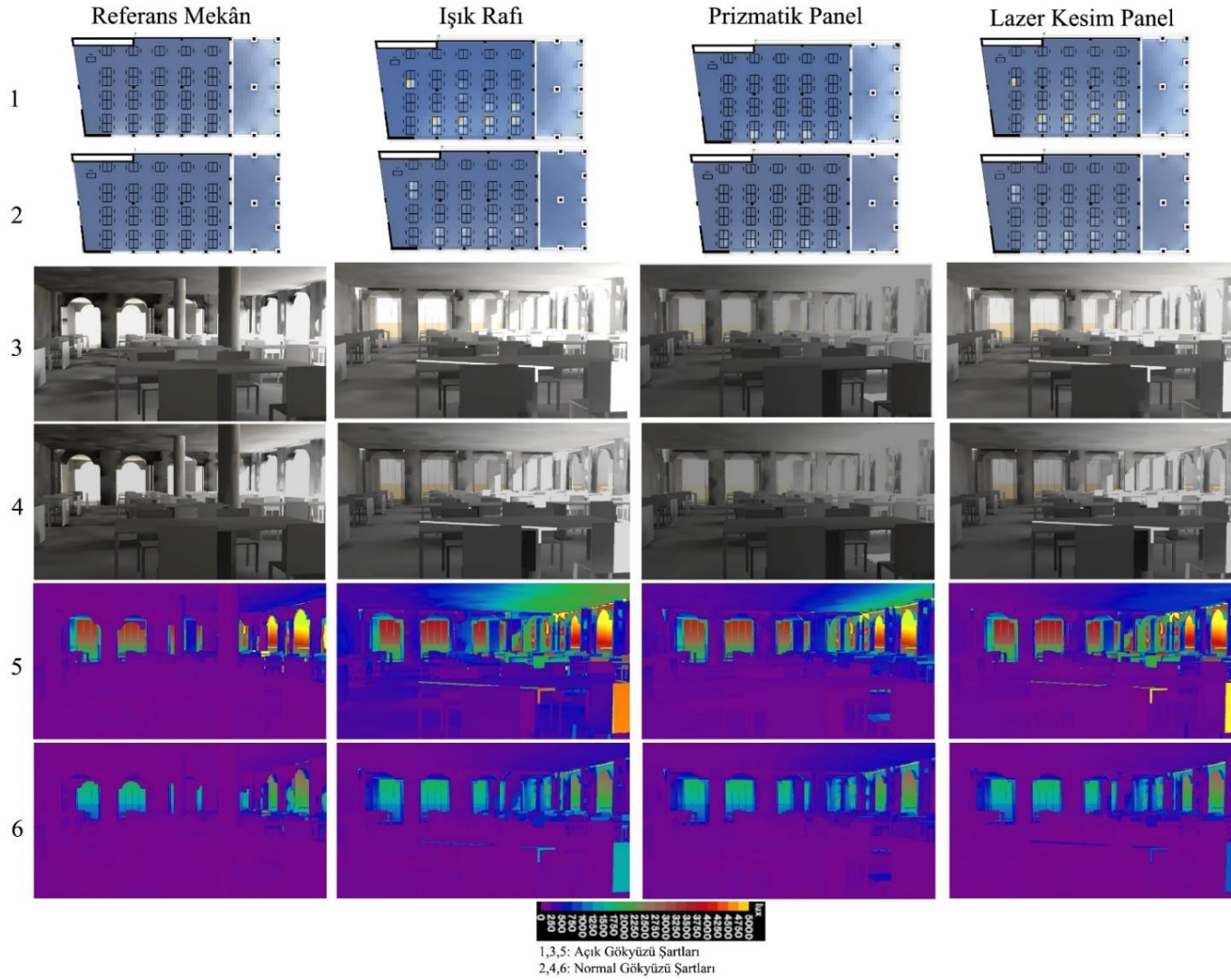
5.3.11. 21 Aralık 14:00 Simülasyon Sonuçları

Tablo 28’de 21 Aralık saat 14:00’de açık ve normal gökyüzü şartları için karşılaştırmalı olarak gösterilen referans model ve ışık rafı, prizmatik panel, lazer kesim panel olan gün ışığı elemanları için yapılmış olan görüntü ve ızgara tabanlı simülasyon verilerine göre, genel olarak açık gökyüzü şartları altında gölgeleme elemanları, normal gökyüzü şartları altındaki gölgeleme elemanlarına göre daha iyi bir iyileştirme performansı sergilemiştir.

Açık gökyüzü şartları altında gün ışığını hacmin derinliklerine taşıması ve eşit dağıtımını dikkate alındığında prizmatik panel ve lazer kesim panelin gün ışığını iyi bir şekilde iletemediği gözlemlenmektedir. Prizmatik panelin cepheye yakın kısım olan A1, A2, A3 bölgesinde 500-1250 lüks iyileşme sergilerken, B1, B2, B3 ve C1, C2, C3 bölgesine ise gün ışığını yeterince taşıyamamıştır. Lazer kesim panelde ise cepheye yakın kısım olan A1, A2, A3 bölgesinde 2000 lüks aydınlık düzeyi sergilerken B1, B2, B3 ve C1, C2, C3 bölgesine ise gün ışığını yeterince taşıyamamıştır. Işık rafı ise gün ışığını hacmin derinliklerine taşıyarak C1, C2, C3 bölgesinde 250-500 lüks iyileşme göstermiştir. A1, A2, A3 ve B1, B2, B3 bölgesinde 1750 lüks civarında aydınlık düzeyi ölçülmüştür.

Normal gökyüzü şartları altında hacmin derin taraflarına gün ışığının ulaştırılması ve eşit dağıtımını dikkate alındığında, ışık rafı ve prizmatik panel ve lazer kesim simülasyon sonuçları B1, B2, B3 ve C1, C2, C3 bölgesinde gün ışığını yeterince iletemeyerek benzer aydınlık düzeyi değerlerine sahip olduğu gözlemlenmiştir. Cepheye yakın kısımda ise her üç elemanda da 500-1000 lüks aydınlık düzeyi ölçülmüştür.

Tablo 28 21 Aralık 14:00 Izgara ve Görüntü Tabanlı Simülasyon Sonuçları



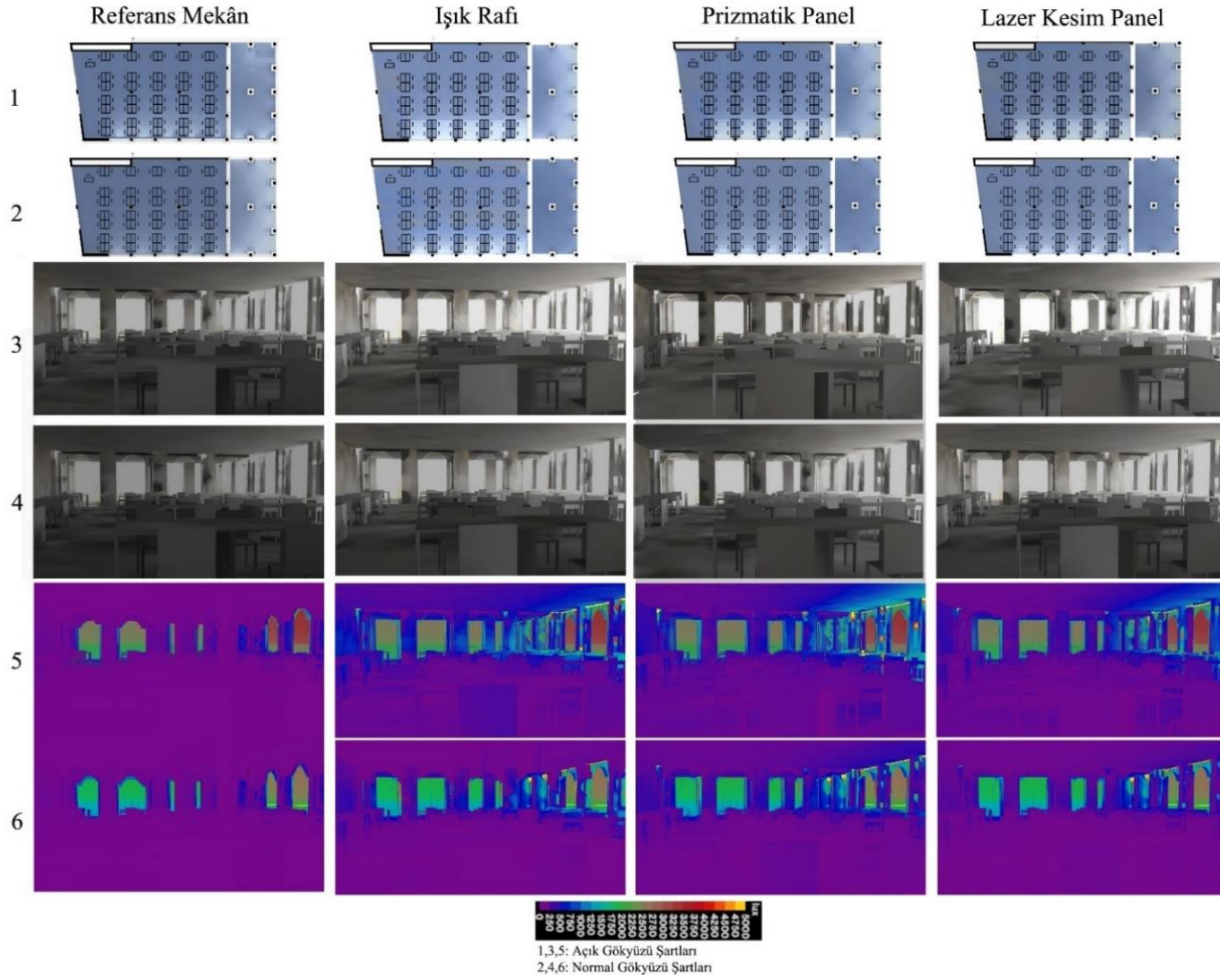
5.3.12. 21 Aralık 17:00 Simülasyon Sonuçları

Tablo 29’da 21 Aralık saat 17:00’de açık ve normal gökyüzü şartları için karşılaştırmalı olarak gösterilen referans model ve ışık rafı, prizmatik panel, lazer kesim panel olan gün ışığı elemanları için yapılmış olan görüntü ve ızgara tabanlı simülasyon verilerine göre, genel olarak açık gökyüzü şartları altında gölgeleme elemanları, normal gökyüzü şartları altındaki gölgeleme elemanlarına göre daha iyi bir iyileştirme performansı sergilemiştir.

Açık gökyüzü şartları altında gün ışığını hacmin derinliklerine taşınması ve eşit dağıtımını dikkate alındığında üç gün ışığı elemanın da gün ışığını iyi bir şekilde iletemediği gözlemlenmektedir. Cepheye yakın kısım olan A1, A2, A3 bölgesinde 500-1000 lüks aydınlık düzeyi sergilerken, B1, B2, B3 ve C1, C2, C3 bölgesine ise gün ışığını yeterince taşıyamamıştır.

Normal gökyüzü şartları altında hacmin derin taraflarına gün ışığının ulaştırılması ve eşit dağıtımını dikkate alındığında, ışık rafı ve prizmatik panel ve lazer kesim simülasyon sonuçları B1, B2, B3 ve C1, C2, C3 bölgesinde gün ışığını yeterince iletemeyerek benzer aydınlık düzeyi değerlerine sahip olduğu gözlemlenmiştir. Cepheye yakın kısımda ise her üç gün ışığı elemanında da 250-750 lüks aydınlık düzeyi ölçülmüştür.

Tablo 29 21 Aralık 17:00 Izgara ve Görüntü Tabanlı Simülasyon Sonuçları



5.4. Bölüm Sonucu

Yapılan simülasyon sonuçlarından elde edilen bulgular Tablo 30’da gösterildiği üzere karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Tablo 30 Simülasyon Sonuçlarının Karşılaştırılması

Tarih	Saat	Açık Gökyüzü Şartları			Normal Gökyüzü Şartları		
		Işık Rafı	Prizmatik Panel	Lazer Kesim Panel	Işık Rafı	Prizmatik Panel	Lazer Kesim Panel
21 Haziran	08:00	+	Cephede	Cephede	Cephede	Cephede	Cephede
21 Haziran	11:00	+	+	+	+	+	Cephede
21 Haziran	14:00	+	+	++	+	+	Cephede
21 Haziran	17:00	+	+	++	+	+	-
23 Eylül/21 Mart	08:00	+	Cephede	Cephede	+	Cephede	Cephede
23 Eylül/21 Mart	11:00	+	Cephede	Cephede	Cephede	Cephede	Cephede
23 Eylül/21 Mart	14:00	+	+	Cephede	Cephede	Cephede	Cephede
23 Eylül/21 Mart	17:00	+	+	Cephede	Cephede	Cephede	Cephede
21 Aralık	08:00	+	+	Cephede	Cephede	Cephede	Cephede
21 Aralık	11:00	Cephede	Cephede	Cephede	Cephede	Cephede	Cephede
21 Aralık	14:00	+	Cephede	Cephede	Cephede	Cephede	Cephede
21 Aralık	17:00	Cephede	Cephede	Cephede	Cephede	Cephede	Cephede

Buna göre;

-21 Haziran saat 08:00’de elde edilen bulgulara göre açık gökyüzü şartları altında ışık rafı daha iyi sonuç vermiştir. Normal gökyüzü şartları altında ise etkin gün ışığı sistemlerinin üçü de cephede olumlu sonuç vermiştir.

-21 Haziran saat 11:00'de açık gökyüzü şartları altında üç sistem de mekânda iyileştirme yapmıştır. Bu sistemlerden ışık rafı ve prizmatik panel normal gökyüzü şartları altında daha iyi bir performans sergilemiştir. Lazer kesim panel ise sadece cephe kısmında etkili olmuştur.

-21 Haziran saat 14:00'de açık gökyüzü şartları altında üç sistemde iyileştirme sağlamıştır fakat lazer kesim panel ışığı daha homojen dağıtmıştır. Normal gökyüzü şartları altında ise ışık rafı ve prizmatik panel daha iyi bir performans sergilemiştir. Lazer kesim panel ise sadece cephe kısmında etkili olmuştur.

-21 Haziran saat 17:00'de açık gökyüzü şartları altında üç sistemde iyileştirme sağlamıştır fakat lazer kesim panel ışığı daha homojen dağıtmıştır. Bu sistemlerden ışık rafı ve prizmatik panel normal gökyüzü şartları altında daha iyi bir performans sergilemiştir. Lazer kesim panel ise sadece cephe kısmında etkili olmuştur.

-23 Eylül/21 Mart saat 08:00'de elde edilen bulgulara göre açık gökyüzü şartları altında ışık rafı daha iyi bir iyileştirme performansı göstermiştir. Prizmatik panel ve lazer kesim panel ise cephede daha iyi bir sonuç vermiştir. Normal gökyüzü şartları altında ise ışık rafı daha iyi bir performans sergilemiştir. Lazer kesim panel ve prizmatik panel ise sadece cephe kısmında etkili olmuştur.

-23 Eylül/21 Mart saat 11:00'de açık gökyüzü şartları altında ışık rafı daha iyi sonuç vermiştir. Normal gökyüzü şartları altında ise etkin gün ışığı sistemlerinin üçü de cephede olumlu sonuç vermiştir.

-23 Eylül/21 Mart saat 14:00'de açık gökyüzü şartları altında ışık rafı ve prizmatik panel mekânda iyileştirme performansı göstermiştir. Lazer kesim panel ise sadece cephe kısmında etkili olmuştur ve ışığı hacmin derinliklerine taşıyamamıştır. Normal gökyüzü şartları altında ise etkin gün ışığı sistemlerinin üçü de cephede olumlu sonuç vermiştir.

-23 Eylül/21 Mart saat 17:00'de açık gökyüzü şartları altında ışık rafı ve prizmatik panel, lazer kesim panele göre daha iyi bir iyileştirme performansı göstermiştir. Normal gökyüzü şartları altında ise etkin gün ışığı sistemlerinin üçü de cephede olumlu sonuç vermiştir.

-21 Aralık saat 08:00'de elde edilen bulgulara göre açık gökyüzü şartları altında ışık rafı ve prizmatik panel, lazer kesim panele göre daha iyi bir iyileştirme performansı göstermiştir. Bu sistemlerden ışık rafı, prizmatik panel ve lazer kesim panel ise normal gökyüzü şartları altında cephede daha iyi bir performans sergilemiştir.

-21 Aralık saat 11:00'de açık gökyüzü şartları altında ve normal gökyüzü şartları altında üç sistemde cephe kısmında daha etkili olmuştur.

-21 Aralık saat 14:00'de açık gökyüzü şartları altında ışık rafı daha iyi sonuç vermiştir. Normal gökyüzü şartları altında ise etkin gün ışığı sistemlerinin üçü de cephede olumlu sonuç vermiştir.

-21 Aralık saat 17:00'de açık gökyüzü şartları altında ve normal gökyüzü şartları altında üç sistem de cephe kısmında iyileştirme yapmıştır.

6. SONUÇ

Yapılan bu tez Konya İl Halk Kütüphanesi yapısında memnuniyet anketi, aydınlık düzeyi ölçümleri sonuçları doğrultusunda cepheye uygulanan farklı gün ışığı elemanları senaryoları geliştirerek kütüphane yapısının aydınlık düzeyinin iyileştirilmesi üzerinde odaklanmıştır.

Kütüphane yapıları gün ışığının etkin olduğu zamanlarda genç bir kitle tarafından aktif bir şekilde kullanılan ve kullanıcı konforu, verimi ve sağlığı yönünden önemli alanlardır. Bu sebeple kütüphane yapılarında doğal aydınlatma işleyişinin işleve ve görsel konfor şartlarını karşılayacak şekilde yapılandırılmalıdır. Bu sebeple kütüphane kullanıcıları günün büyük bir zamanını kapalı ortamda geçirdiği bu yapılar içindeki aydınlatmanın koşullarının belirlenmesi ve bu alanlara uygulanabilecek ekonomik ve enerji etkin doğal aydınlatma sistemleri değerlendirilmiştir.

Bu tez çalışmasında belirlenen çalışma alanında elde edilen verilerle kütüphanede kullanıcıların büyük bir düzeyde yetersiz ve konforsuz doğal aydınlatmaya sahip olduğu görülmektedir. Ölçülen aydınlık düzeyi verilerinin genellikle belirlenen minimum sınır değerinin altında yer aldığı görülmektedir. Özellikle Aralık ayı ölçüm verilerine göre gün ışığının etkisinin azalmasına bağlı olarak aydınlık düzeyi verilerinin birçok defa minimum sınır değer olarak belirlenen standart değer olan 500 lüks'ün altına düştüğü tespit edilmiştir. Eylül ayı ölçüm verileri ise Aralık ayı ölçüm verisine göre daha iyi aydınlık düzeyi göstermesine karşın yine de yeterli seviyeye ulaşamayarak kullanıcı memnuniyetini sağlayamamıştır. Yapılan anket çalışması da aydınlık düzeyinin yeterli seviyede olmadığını desteklemektedir. Kullanıcıların büyük bir çoğunluğu aydınlık seviyesinin yetersiz olduğunu düşünmektedir ve pencere kenarını tercih etmeye özen göstermektedir. Gün ışığında yoksun kalmayı önlemek ve görsel konforu sürdürebilmek amacıyla ölçülen aydınlık düzeyi değerlerinin standartlara uygun hale getirilebilmesi için önlemler alınması gerekmektedir. Bu kadar düşük aydınlık düzeyinin kütüphane kullanıcılarına olan olumsuz etkisi göz önünde bulundurularak etkin gün ışığı elemanlarının kullanılması ve gerekirse bazı çalışma masa düzlemlerinde konforsuzluk oluşturacak yetersiz aydınlık düzeyini önleyebilmek amacıyla masa lambaları özellikle anketlerde belirtilen parlama, kamaşma, kasvetli alanların olduğu yerlerde tercih edilerek ek önlemler alınması gerekmektedir.

Etkin gün ışığı sistemlerinin gün ışığını hacmin derinliklerine kadar ilettiği ve bu sayede kullanıcı profiline konfor şartlarına olumlu yönde katkı sağladığı bilinmektedir. Yapılan bu simülasyon çalışmasında, gün ışığını mekânın içine ileterek doğal aydınlatma olanağının

sağlanması kriteri doğrultusunda seçilmiş olan ışık rafı, prizmatik panel ve lazer kesim panel elemanlarının kütüphane yapısı üzerindeki etkisi uluslararası aydınlatma standartları şartlarına göre değerlendirilmiştir.

Elde edilen bulgular, yapılan simülasyon çalışmaları incelendiğinde ışık rafının normal gökyüzü şartları altında, prizmatik panel ve lazer kesim panelin ise açık gökyüzü şartları altında kütüphane kullanıcılarının görsel konforunu olumlu yönde değiştirdiğini ve aydınlık düzeyini iyileştirdiğini gözlemlenmiştir. Işık rafları açık gökyüzü şartları altında dağınık gün ışığını kontrolsüz bir şekilde iç mekânın derinliklerine ileterek parlamaya sebep olmaktadır. Bu yüzden ek gölgeleme elemanları ile bu sistem tercih edilmelidir. Prizmatik panel ve lazer kesim panel ise direkt gün ışığını kırarak cepheye yakın kısımlarda gün ışığının kullanımında etkin rol oynarken dağınık gün ışığını hacmin derinliklerine dağıtmasında yetersiz kaldığı durumlar oluşturmaktadır.

Son olarak, benzer çalışmanın sadece kütüphane yapısında değil diğer tüm mimari yapılarda da ön planda tutulması gereken ve fonksiyonlarına göre farklılaşmış mekânlarda belirlenen standartlara uygun tasarımların tercih edilmesi gerekmektedir.

Bu konuda mimarlara büyük görev düşmektedir. Yapılar yapım aşamasında iken gün ışığından en verimli faydalanacak biçimde tasarım yapılmalıdır. Anidolik açıklık, ışık tüpleri gibi sistemler kolay sökülüp takılma özelliğine sahip değildir. Değişikliklerin sonradan yapılması daha fazla maliyetli olmaktadır. Bu sebeple etkin gün ışığı sistemleri mimari yapının tasarım sürecinden başlayarak yapının formu, iç mekânın özellikleri, iklim özellikleri, çevresel şartlar gibi girdiler dikkate alınarak geniş bir yelpaze içinde düşünülmesi iç mekân konfor koşullarının önemli girdilerinden biri olan aydınlatma düzeyini büyük ölçüde etkileyecektir.

Bu tez çalışması kapsamında irdelenen etkin gün ışığı sistemleri performansına yönelik yapılan çalışmaların çoğaltılması gerekmektedir. Farklı iklim ve gökyüzü şartları altında aydınlık düzeyi çalışmaları yapılabilir veya çevresel şartlar sabit tutularak mekân içinde kullanılan elemanların yansıtıcılık ölçütleri değiştirilerek elde edilen sonuçlar incelenebilir.

KAYNAKLAR

- Agency, I. E. (2000). Daylight In Buildings—A Source Book On Daylighting Systems And Components, International Energy Agency (IEA) Solar Heating and Cooling Programme, Energy Conservation in Buildings & Community Systems, A report of IEA SHC Task 21/ECBCS Annex.
- Akbulut, M. (1984). Milli Kütüphaneler. 21 Nisan 2022 tarihinde <http://www.tk.org.tr/index.php/TK/article/view/1431/1423> adresinden erişildi.
- Anon-IES. (1987). Lighting handbook application volume.
- Arpacıoğlu, Ü. (2010). Gümüşüğü Öncelikli Fiziksel Çevre Tasarım Destek Modeli, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi.
- Arturo, T. (2011). Parametric Architecture with Grasshopper: Primer. *Le Penseur*.
- Astrich, B., Morris, A. ve Walters, B. (2009). Daylight Performance in Mid/Large Buildings Basics, Strategies, Technologies.
- Atılğan, E. (2019). Parıltı Dağılımı Düzgün Olmayan Armatürler İçin CIE 232:2019 Konforsuzluk Kamaşması Hesap Yöntemi.
- Bahtiyar Dursun, A. A. (2014). Trakya'daki İl Halk Kütüphanesi Binaları için Optimum Aydınlatma Tasarımı.
- Bahtiyar DURSUN, A. A. (2014). Trakya'daki İl Halk Kütüphanesi Binaları için Optimum Aydınlatma Tasarımı.
- Banu Manav, Rana Kutlu, M. Ş. K. (2009). Mimaride Kullanılan Cam Türlerinin Aydınlatma Açısından İncelenmesi.
- Baysal, J. (1991). *Kitap ve Kütüphane Tarihi'ne Giriş, İstanbul: Türk Kütüphaneciler Derneği*. İstanbul Şubesi Yayınları.
- Baysal, J. (1993). *Kütüphanecilik*.
- Bellia, L., Pedace, A. ve Barbato, G. (2013). Lighting in educational environments: An example of a complete analysis of the effects of daylight and electric light on occupants. *Building and Environment*, 68, 50–65. doi:10.1016/J.BUILDENV.2013.04.005
- Berköz, E. ve Küçükdoğu, Ş. M. (1983). Çevre Kontrolünde Aydınlatma Ders Notları,, İTÜ Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- Boubekri, M. (2008). Daylighting, Architecture and Heath. Building Design Strategies. Oxford: Architectural Press, Elsevier Publishers, UK.
- Brown, G. Z. (1985). Sun, wind, and light : architectural design strategies, 176.
- Canziani, R., Peron, F. ve Rossi, G. (2004). Daylight and energy performances of a new type of light pipe. *Energy and Buildings*, 36(11), 1163–1176. doi:10.1016/J.ENBUILD.2004.05.001
- Cheung, H. D. ve Chung, T. M. (2008). A study on subjective preference to daylit residential indoor environment using conjoint analysis. *Building and Environment*, 43(12), 2101–2111. doi:10.1016/J.BUILDENV.2007.12.011
- CIBSE. (1984). Code for Interior Lighting, The Chartered Engineers.

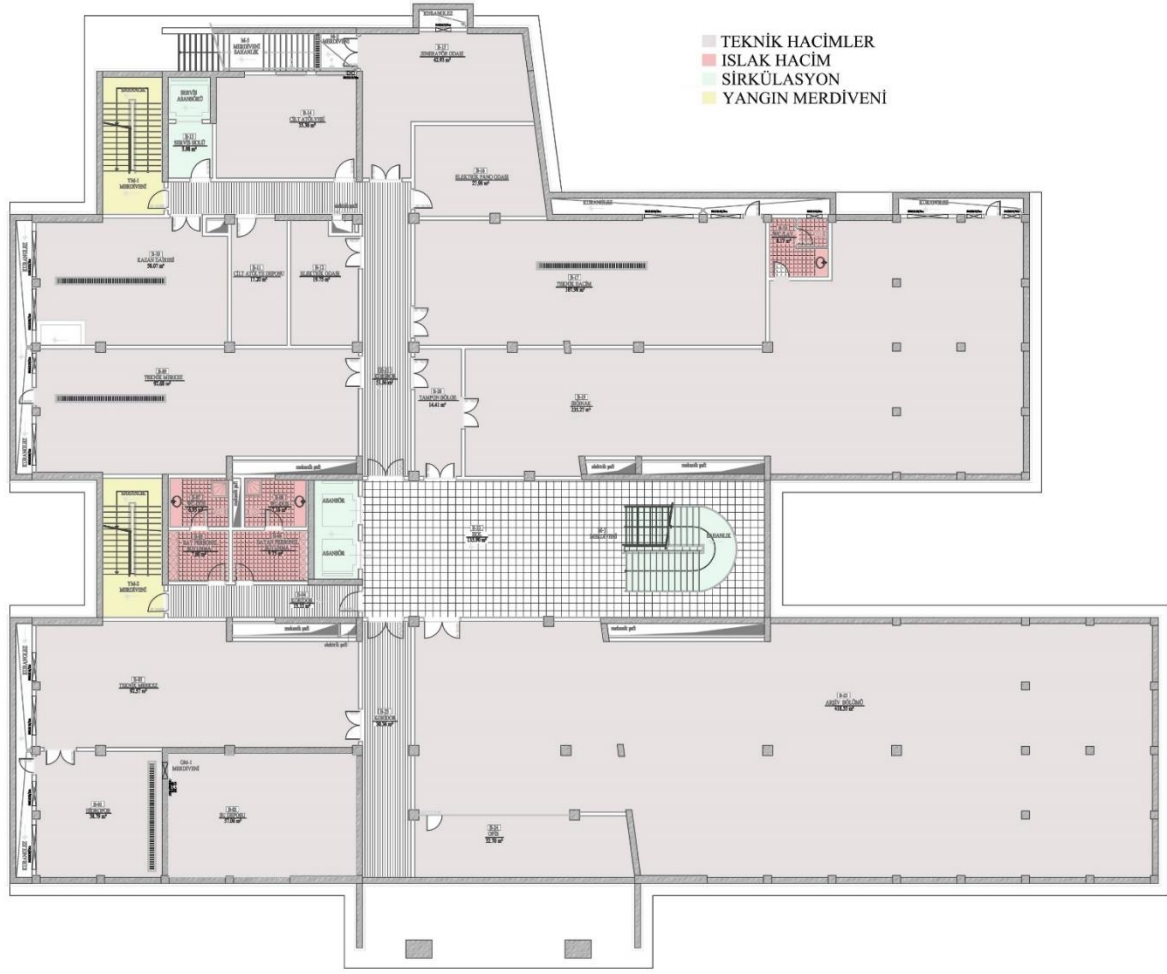
- CIE. (1987). CIE Publication No: 1987; 17: 4. CIE/IEC International Lighting Vocabulary, International Commission on Illumination, Vienna, Austria.
- CIE. (1995). Technical Report No: 117 “Discomfort Glare in Interior Lighting”, International Commission on Illumination, Vienna, Austria.
- CIE. (2001). Lighting of Indoor Work Places, CIE S 008/E.
- CIE. (2002). Technical Report No: 145, “The correlation of models for vision and visual performance”, International Commission on Illumination, Vienna, Austria.
- Çiftçi, M. E. ve Arpacıoğlu, Ü. (2021). Gün Işığı Yönlendirme Sistemleri.
- Doğan Yıldız, E. U. (2018). ALAN ARAŞTIRMALARINDA GÜVENİLİRLİK TESTLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI VE TARIMSAL VERİLER ÜZERİNE BİR UYGULAMA. *Uygulamalı Sosyal Bilimler Dergisi, Sayı: 1*.
- Edwards, B. (2009). *Libraries and learning recourse centers*. Loutledge.
- Edwards, L. ve Torcellini, P. (2002). A Literature Review of the Effects of Natural Light on Building Occupants. <http://www.osti.gov/bridge> adresinden erişildi.
- EN-12464-1. (2011). BSI Standards Publication Light and lighting-Lighting of work places.
- Erel, B. (2004). Gün Işığı İle Aydınlatma Alanında Geliştirilen Yeni Teknolojiler Hakkında Bir Araştırma.
- Ferdous, Z. (2019). Effectiveness of adjustable light shelf to improve luminous environment of reading space in libraries considering sky conditions of Dhaka.
- Freewan, A. A. (2014). Maximizing the Performance of Laser Cut Panel by Interaction of Ceiling Geometries and Different Aspect Ratio. *Journal of Daylighting, 1(1)*, 29–35. doi:10.15627/JD.2014.4
- Gee, L. (2006). Human-Centered Design Guidelines. *Learning Spaces*, 128–140. www.educause.edu/learningspaces adresinden erişildi.
- Gizem Ünal, Duygu Çetegen, D. E. (2005). Gelişmiş Aydınlatma Sistemleri, Mühendisliği Bölümü İTÜ Elektrik-Elektronik Fakültesi, Elektrik Kampüsü, Ayazağa.
- Greenup, P., E. (2002). Daylighting in the tropics. *Solar Energy*.
- Grobman, Y. J., Capeluto, I. G. ve Austern, G. (2017). External shading in buildings: comparative analysis of daylighting performance in static and kinetic operation scenarios. *Architectural Science Review, 60(2)*, 126–136. doi:10.1080/00038628.2016.1266991
- Hamedani, Z., Solgi, E., Skates, H., Hine, T., Fernando, R., Lyons, J. ve Dupre, K. (2019). Visual discomfort and glare assessment in office environments: A review of light-induced physiological and perceptual responses. *Building and Environment, 153*, 267–280. doi:10.1016/J.BUILDENV.2019.02.035
- Hasol, D. (1975). *Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü*.
- IBM. (2021). New SPSS Statistics Video Library now available. 17 Kasım 2022 tarihinde <https://community.ibm.com/community/user/datascience/blogs/sajan-kuttappa1/2021/04/05/new-spss-statistics-video-library-now-available> adresinden erişildi.

- IESNA. (2000). Lighting Handbook Reference & Application, Office Lighting Educational Facility Lighting.
- IFLA. (2001). The Public Library Service IFLA/UNESCO Guidelines for Development.
- IFLA, U. (1999). School Library Manifesto.
- Johnsen, K., Watkins, R., Ruck, N., Oppenheim, D., Roy, G., Klingler, M., ... Torcellini, P. (2010). Daylight in Buildings Project Summary Report Based on the publications: Daylight in Buildings: A Sourcebook on Daylighting Systems and Components Survey of Architectural Daylight Solutions Application Guide for Daylight Responsive Control Systems Daylight simulation: Methods, algorithms, and resources Daylight design tools Daylight in Buildings: 15 Case Studies Participants in ECBCS Annex 29 / SHC Task 21. www.ecbcs.org adresinden erişildi.
- Kandişer, S. (2003). Kütüphanelerde Doğal Aydınlatma Sistemi ve Tasarım Kararlarına Etkisi.
- Kazanasmaz, T., Fırat, P. ve Tosun, M. (2011). Prizmatik ve Lazer Kesim Panellerin Doğal Aydınlatma Performansı Açısından Değerlendirilmesi” VI. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu. Erişim Adresi (03.06.2020): <http://www.emo.org.tr/ekler/f20239b3aebd>.
- Keseroğlu, H. S. (2004). *Kütüphane - Bilgi Belge Merkezi Kurma Kütüphane Programı Yazma Kılavuzu*. İstanbul.
- Konya'nın İklimi. (2022). İklim. 3 Şubat 2023 tarihinde <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=KONYA> adresinden erişildi.
- Kwok, A. G. ve Grondzik, W. T. (2007). The Green Studio Handbook: Environmental Strategies for Schematic Design. *Enquiry The ARCC Journal for Architectural Research*, 4(2). doi:10.17831/ENQ:ARCC.V4I2.47
- Lee, D., Cho, Y.-H., & Jo, J.-H. (2021). No Title Assessment of control strategy of adaptive façades for heating, cooling, lighting energy conservation and glare prevention. *Energy and Buildings*, 235.
- Linhart, F., Wittkopf, S. K. ve Scartezzini, J. L. (2010). Performance of Anidolic Daylighting Systems in tropical climates – Parametric studies for identification of main influencing factors. *Solar Energy*, 84(7), 1085–1094. doi:10.1016/J.SOLENER.2010.01.014
- Manav, B. (2005). Ofislerde aydınlık düzeyi, parıltı farkı ve renk sıcaklığının görsel konfor koşullarına etkisi: bir model çalışması.
- McDonald's, A. (2006). The ten commandments revisited: the qualities of good library space.
- Mehmet Emin Küçük, İ. S. (2003). Dijital Kütüphanelerde Standartlar ve Protokoller. *Türk Dergisi*. 22 Nisan 2022 tarihinde <http://www.tk.org.tr/index.php/tk/article/view/215> adresinden erişildi.
- Michael Allen, Stephanie Wolfgang, Kil Montgomery, Amanda Lee, Bryan Murray, S. R. (2008). 2008 Elements of Daylighting -Clark Nexsen Architecture and Engineering.
- Mohamad Tarek Araji, B. B. (2002). BALANCING HUMAN VISUAL COMFORT AND PSYCHOLOGICAL WELLBEING IN PRIVATE OFFICES.
- Neufert, E. (2008). *Yapı Tasarımı*.

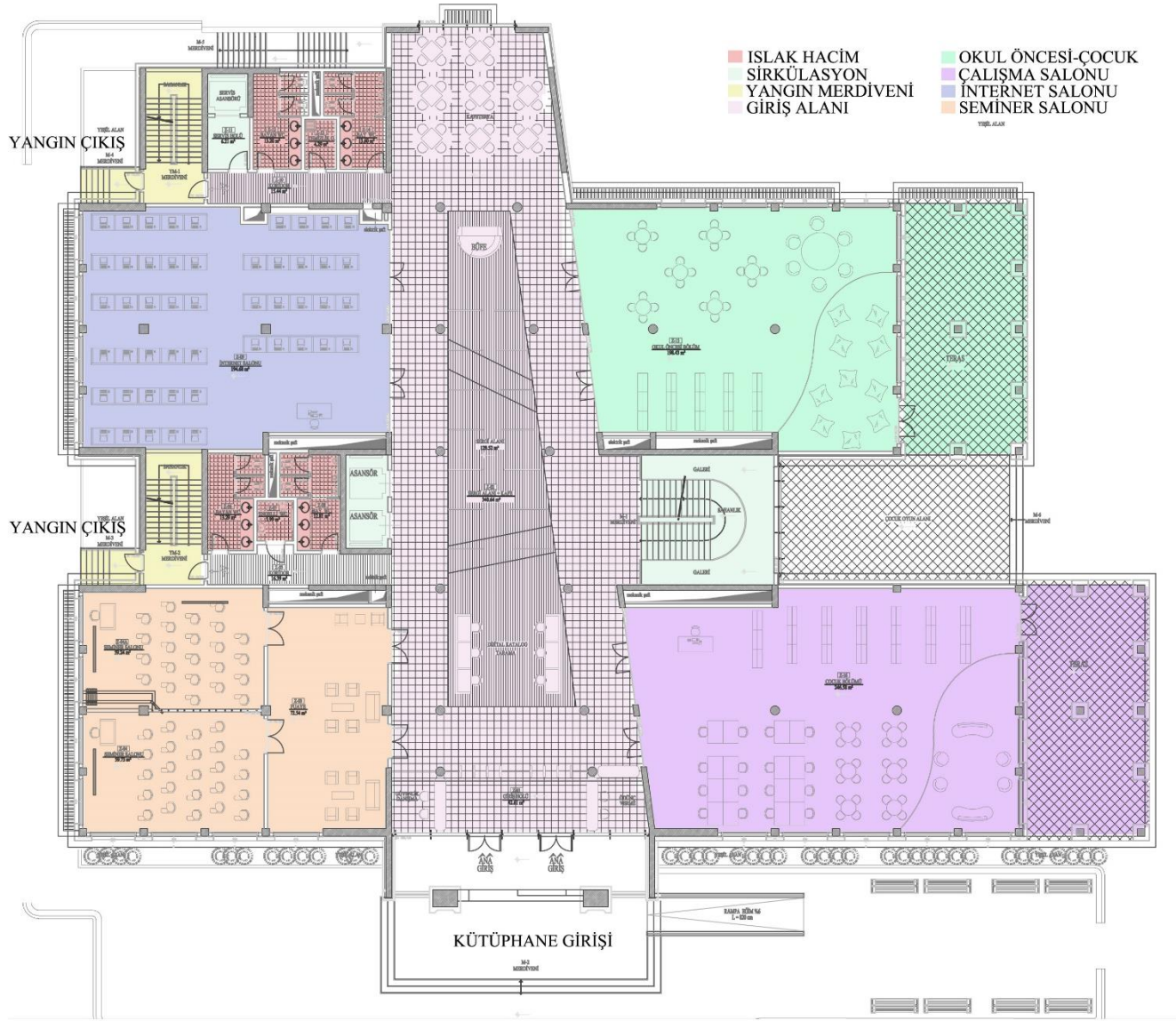
- Nick Baker, K. S. (2002). *Daylight Design of Buildings*.
- Nuray, Y. (1985). *Eskiçağ Kütüphaneleri*.
- Oakley, G., Riffat, S. B. ve Shao, L. (2000). Daylight performance of lightpipes. *Solar Energy*, 69(2), 89–98. doi:10.1016/S0038-092X(00)00049-9
- Okutan, H. (2008). Gün Işığı İle Aydınlatmanın Temel İlkeleri Ve Gelişmiş Gün Işığı Aydınlatma Sistemleri.
- Onat, E. (1990). *Mekansal Organizasyonlarda İhtiyaç Programlaması*. Ankara.
- Öner, M. ve Kazanasmaz, T. (2019). Illuminance and Luminance Based Ratios In The Scope Of Performance Testing Of A Light Shelf-Reflective Louver System In A Library Reading Room. *Light & Engineering*, 27(3), 39–46. doi:10.33383/2018-067
- Orsdel, L. Van. (2010). Making noise in the library.
- Othman, A. R. ve Mazli, M. A. M. (2012). Influences of Daylighting towards Readers' Satisfaction at Raja Tun Uda Public Library, Shah Alam. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 68, 244–257. doi:10.1016/J.SBSPRO.2012.12.224
- Özarslantürk, A. . (2019). Kütüphane Türleri ve Türkiye'den Örnekler. *Yerel Kimlik*, 38–45.
- Özkaya, M. (1998). Aydınlatma Teknikleri. *Birsen Yayınevi*, 1–34, 198–205.
- Phillips, D. (2004). *Daylighting: Natural Light in Architecture*.
- Rana Kutlu. (2010). Ofislerde Enerji Etkin Aydınlatma Sistemleri. 3 Haziran 2022 tarihinde <https://docplayer.biz.tr/2517081-Ofislerde-enerji-etkin-aydinlatma-sistemleri.html> adresinden erişildi.
- Rosemann, A. ve Kaase, H. (2005). Lightpipe applications for daylighting systems. *Solar Energy*, 78(6), 772–780. doi:10.1016/J.SOLENER.2004.09.002
- Ruck, O. Aschehoug, J. Chirstoffersen, R. R. J. (2001). *Daylight in Buildings - A source book on daylighting systems and components*.
- Rüya Kılıç Demircan, A. B. G. (2015). Binalarda Pasif ve Aktif Güneş Sistemlerinin İncelenmesi.
- Salur, H. (2016). Avlulu Yapılarda Termal Konfor Analizi: Kayseri Köşk Medrese Örneği.
- Sertaç Görgülü, İzzet Yüksek, S. K. (2010a). Enerji Verimliliği Kapsamında Yapılarda Doğal Aydınlatma Yöntemleri: Kırklareli Örneği (Natural Illumination Methods as Part of Efcient Use of Energy: Kırklareli as an Example). 15 Aralık 2021 tarihinde https://www.researchgate.net/publication/316878586_Enerji_Verimliliği_Kapsamında_Yapılarda_Dogal_Aydinlatma_Yontemleri_Kirklareli_Ornegi_Natural_Illumination_Methods_as_Part_of_Efcient_Use_of_Energy_Kirklareli_as_an_Example adresinden erişildi.
- Sertaç Görgülü, İzzet Yüksek, S. K. (2010b). Enerji Verimliliği Kapsamında Yapılarda Doğal Aydınlatma Yöntemleri: Kırklareli Örneği.
- Sinanoğlu, S. (1953). *Kelimelerin Etymonu Esas Tutularak Tertiplenen Yunanca- Türkçe Sözlük*.
- Sirel, Ş. (1997). *Aydınlatma Tekniği ve Mimarlık*.

- Solartran. (2020). Lasercut Panels,Solartran Web sitesi:
<http://www.solartran.com.au/lasercutpanel.htm> adresinden alındı.
- Sternheim, J. (2016). I have to change to stay the same. *New Library World*, 117(1–2), 22–34.
doi:10.1108/NLW-09-2015-0061
- TDK. (2005). Genel Türkçe Sözlük.
- Thompson, G. (1989). Planning and Design of Library Buildings, Butterworth Architecture
Library of Planning and Design.
- Türkiye Güneş Radyasyon Dağılımı . (2021). Radyasyon Mevsimler - Meteoroloji Genel
Müdürlüğü.
- Tzempelikos, Athanassios, A. (2007). The impact of shading design and control on building
cooling and lighting demand. *Solar Energy*.
- Ümit Arpacıoğlu,Cemal Çalışkan,Bahar Şahin, N. Ö. (2019). Mimari Planlamada, Günışığı
Etkinliğinin Arttırılması için Kurgusal Tasarım Destek Modeli. 11 Kasım 2021 tarihinde
[https://jag.journalagent.com/tasarimkuram/pdfs/DTJ-70783-RESEARCH-
ARPACIOGLU.pdf](https://jag.journalagent.com/tasarimkuram/pdfs/DTJ-70783-RESEARCH-ARPACIOGLU.pdf) adresinden erişildi.
- Ünver, R. (1990). *Günışığının Hacim içinde Oluşturduğu Aydınlığın Hesaplanması*.
- Wittkopf, S. K. (2007). Daylight performance of anidolic ceiling under different sky
conditions. *Solar Energy*, 81(2), 151–161. doi:10.1016/J.SOLENER.2006.04.002
- Worpole, K. (2013). *Contemporary Library Architecture: A Planning and Design Guide*.
Routledge.
- Wurtman, R. (1975). The effects of light on the human body, (233(1)), 68–77.
- Yahşi Yazıcıoğlu, S. E. (2004). SPSS Uygulamalı Bilimsel Araştırma Yöntemler. *Ankara:
Detay Yayıncılık*.
- Yener, A. K. (2007a). Binalarda Gün Işığından Yararlanma Yöntemleri:Çağdaş Teknikleri.
- Yener, A. K. (2007b). Binalarda Günışığından Yararlanma Yöntemleri: Çağdaş
Teknikler,VIII. ULUSAL TESİSAT MÜHENDİSLİĞİ KONGRESİ.
- Yener A.K., G. R. (2005). Binalarda Günışığının Etkin Kullanımı. *Tasarım Dergisi*.
- Yenidoğan, C. (2017). Gelişmiş Doğal Aydınlatma Sistemlerinin İç Mekanda Kullanımı
Açısından İncelenmesi.
- Yılmaz, E. (2018). Aydınlatma Uygulamaları (İç Mekân, Dış Mekân ve Özel Aydınlatma
Uygulamaları). 25 Nisan 2022 tarihinde
[https://www.researchgate.net/publication/353444603_Aydinlatma_Uygulamalari_Ic_Me
kan_Dis_Mekan_ve_Ozel_Aydinlatma_Uygulamalari](https://www.researchgate.net/publication/353444603_Aydinlatma_Uygulamalari_Ic_Mek an_Dis_Mekan_ve_Ozel_Aydinlatma_Uygulamalari) adresinden erişildi.

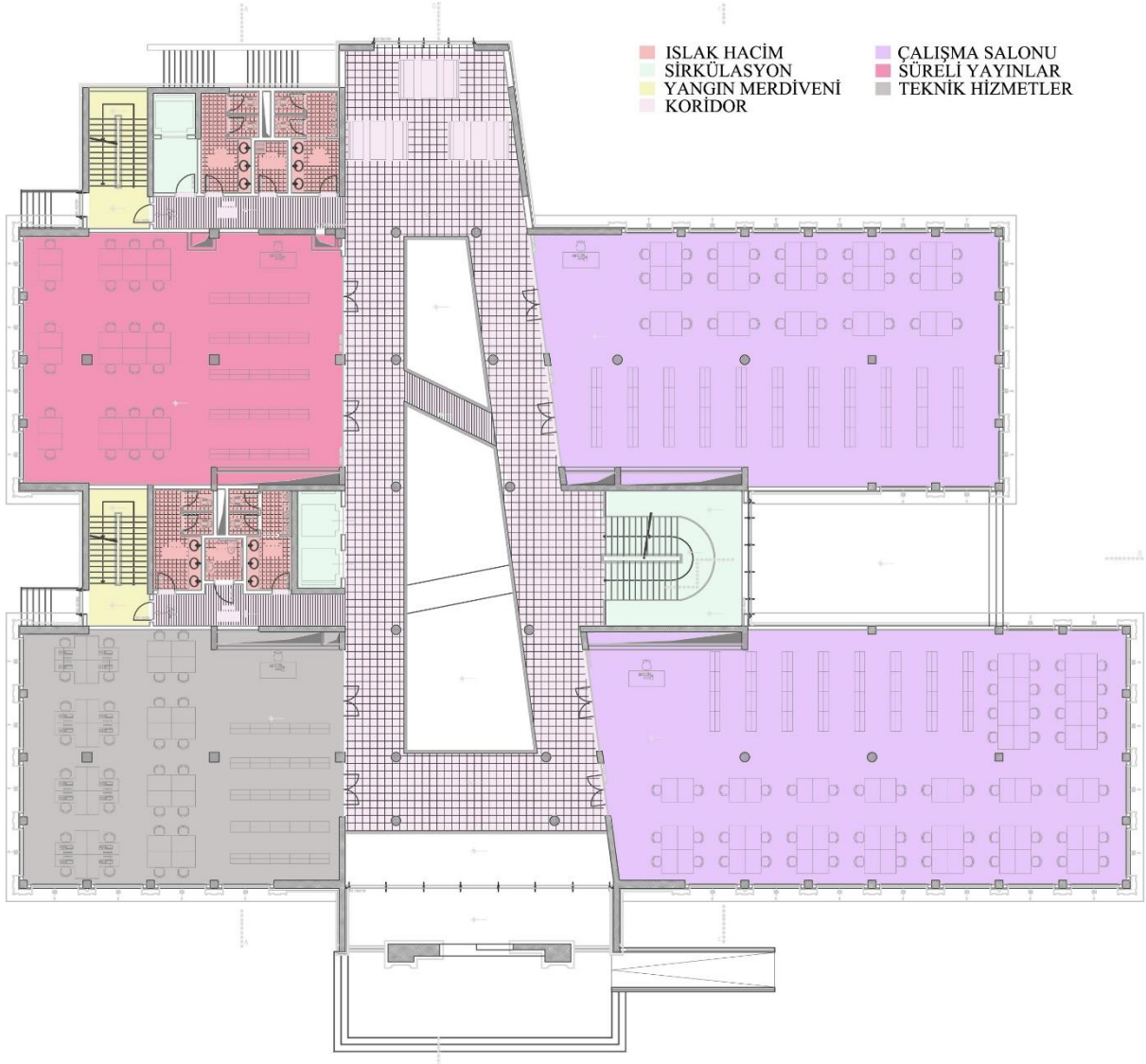
EK 1. KONYA İL HALK KÜTÜPHANESİ KAT PLANLARI



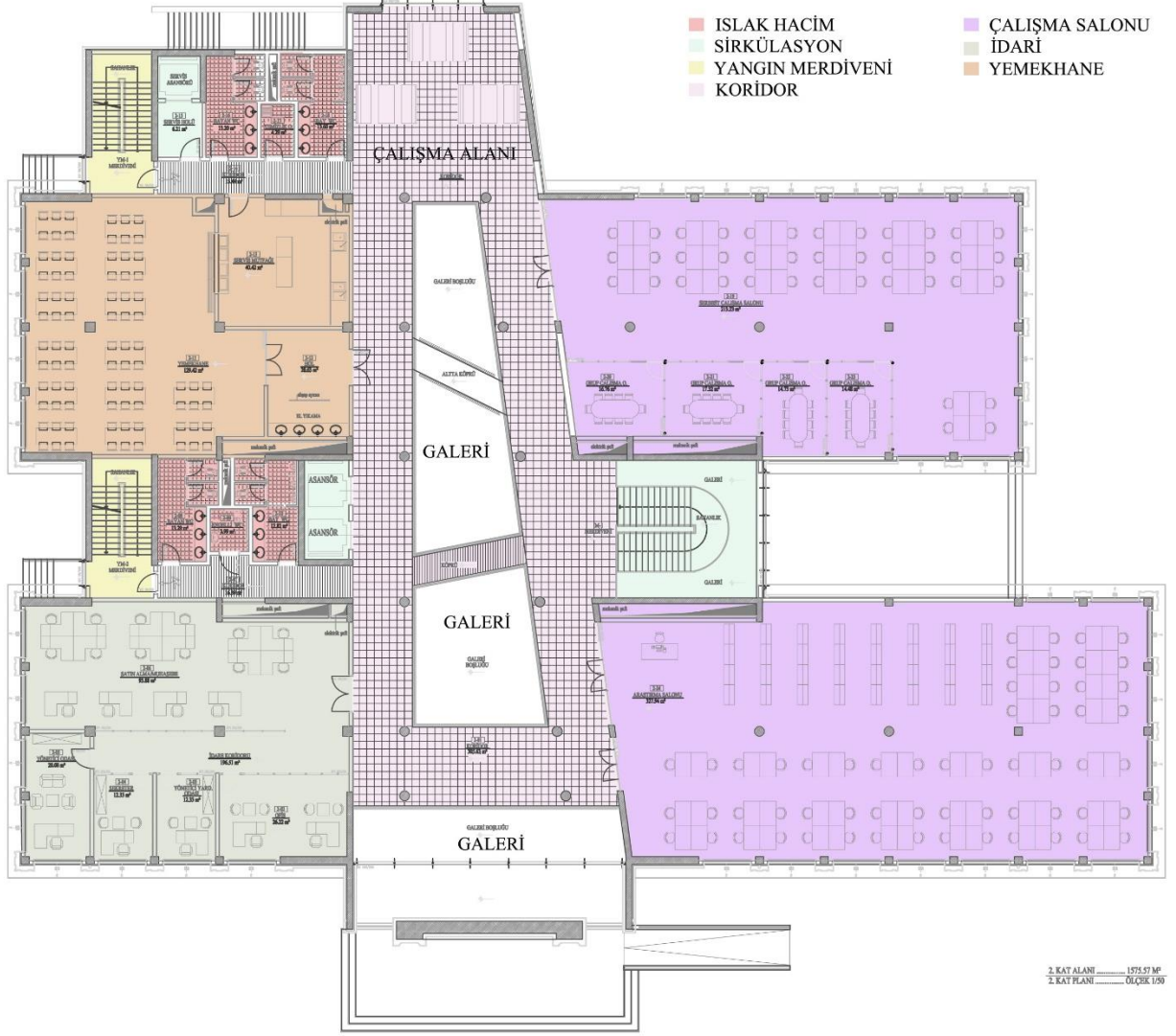
Bodrum kat planı



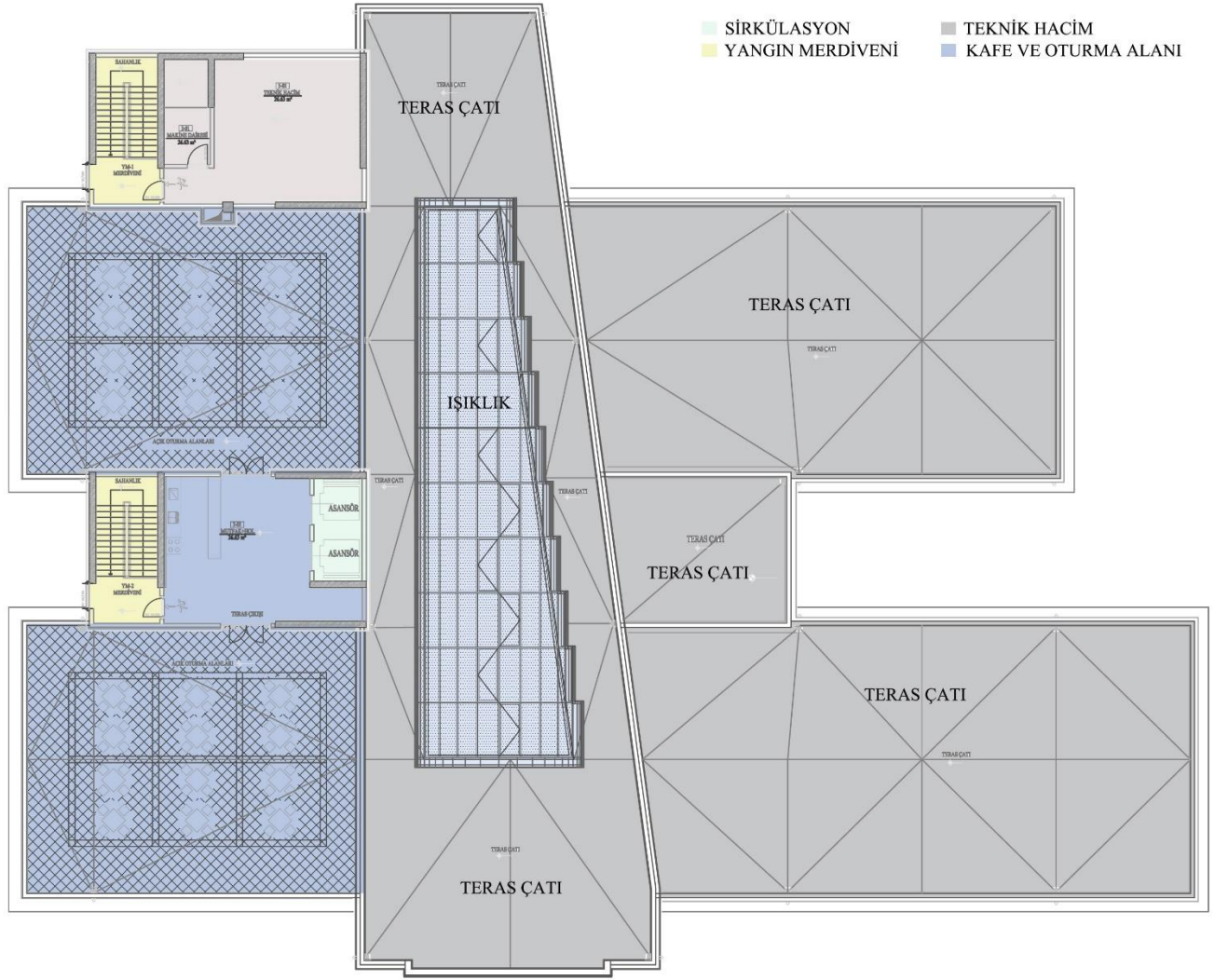
Zemin kat planı



Birinci kat planı



İkinci kat planı



Teras kat planı

ELEKTRİK Lİ AYDINLATMA

19. Elektrikli aydınlatma altında odanın görüntümünü/atmosferini nasıl değerlendirirsiniz?

Çok soğuk Çok sıcak

20. Bu odadaki elektrik ışık kaynaklarından hiç titreme yaşadınız mı?

Evet, çok Hayır, hiç

21. Tek başına gün ışığı artık görmek için yeterli ışık sağlayamadığında elektrikli aydınlatma ne sıklıkla açılır?

Hiçbir zaman Her zaman

22. Elektrikli aydınlatma nasıl açılır veya kapatılır?

Her zaman kullanıcı tarafından manuel olarak Her zaman otomatik bir aydınlatma kontrol sistemi ile

23. Elektrikli aydınlatma sisteminin kullanım kolaylığını nasıl tanımlarsınız?

Çalıştırması çok zor Çalıştırması çok kolay

24. Aydınlatma kontrol sistemi görsel ihtiyaçlarınızı karşılıyor mu?

Hayır, hiç Evet, kesinlikle

Ek Yorumlar

MEVCUT DURUM HAKKINDA EK BİLGİ

25. En yakın pencereden ne kadar uzakta oturuyorsunuz?

3 metreden az 3 ila 6 metre arası 6 metreden fazla

26. Şu anda elektrik aydınlatması açık mı?

Evet, tamamı Evet, bir kısmı Hayır

27. Şu anda dışarıdaki gökyüzü koşullarını nasıl tanımlarsınız?

Tamamen kapalı gökyüzü Tamamen açık gökyüzü (bulut yok)

BU ANDA ODADA ELEKTRİK Lİ İŞİK VE GÜN İŞİĞİ

28. Bu odadaki mevcut genel ışık seviyesini nasıl değerlendirirsiniz?

Çok az ışık Çok fazla ışık

29. Masanızdaki/masanızdaki/iş istasyonunuzdaki mevcut ışık seviyesini nasıl değerlendirirsiniz?

Çok az ışık Çok fazla ışık

30. Şu anda bu odada çok karanlık (kasvetli) olduğunı düşündüğünüz herhangi bir alanla karşılaşılıyor musunuz?

Evet, çok Hayır, yok

31. Şu anda bu odada çok parlak olduğunı düşündüğünüz herhangi bir alanla karşılaşılıyor musunuz?

Evet, çok Hayır, yok

32. Bu odadaki mevcut aydınlatma koşullarında ne kadar iyi görebiliyorsunuz?

Çok kötü Çok iyi

KİŞİSEL VERİ

33. Yaş <19 19-29 30-39 40-49 50-59 60-69 >70

34. Cinsiyet Kadın Erkek

35. Herhangi bir görsel yardımcı kullanıyor musunuz (örn. gözlük, kontakt lens, büyüteç vb.)?

Evet, her zaman Evet, bazen Hayır, asla

36. Bir önceki soruya evet yanıtı verdiyseniz, lütfen daha fazla ayrıntı sağlayın.

Uzağı Göremiyorum Yakını Göremiyorum hem yakını hem uzağı göremiyorum

lens takıyorum gözlük kullanıyorum

Katkınız için teşekkürler!

EK 3. ETİK KURUL İZİNİ



T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
MİMARLIK VE TASARIM FAKÜLTESİ
BİLİMSEL ETİK DEĞERLENDİRME KURUL KARARI

Toplantı
Sayısı : 06

Karar
Tarihi: 04/08/2022

Sayın,
Dr.Öğr.Üyesi Ayşegül TERECİ ve Berna ÜSTÜNDAĞ DİKİCİ

Fakültemiz Bilimsel Etik Değerlendirme Kurulu, 04/08/2022 perşembe günü saat 14.30 da Fakültemiz Dekan Yardımcısı Doç.Dr.Sertaç GÜNGÖR'ün Başkanlığında, Doç.Dr.Sertaç GÜNGÖR, Doç.Dr. Rabia Köse DOĞAN ve Doç.Dr. Hatice HARMANKAYA'nın katılımlarıyla toplanarak aşağıdaki kararları almıştır.

KARAR NO : 06 / 01 : Fakültemiz Etik Kuruluna 25/07/2022 tarihinde etik kurul başvuru dilekçesiyle başvuran Dr.Öğr.Üyesi Ayşegül TERECİ ve Berna ÜSTÜNDAĞ DİKİCİ tarafından gönderilen “**Kütüphanelerde Etkin Gün Işığı Sistemlerinin Değerlendirilmesi**” başlıklı çalışmanın kurulumuz üyelerince ayrı ayrı değerlendirilmiş ve değerlendirilen anket formlarının etik açıdan UYGUN olduğuna OYBİRLİĞİ ile karar verilmiştir.