



**HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
GÜZEL SANATLAR ENSTİTÜSÜ**

**İÇ MİMARLIK VE ÇEVRE TASARIMI ANABİLİM DALI**

**DOĞAL AYDINLATMA KULLANIMI VE MÜZE ÖRNEĞİ ÜZERİNDEN BİR  
DEĞERLENDİRME**

**Göksel KALAFAT**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Ankara, 2020**



HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
GÜZEL SANATLAR ENSTİTÜSÜ

İÇ MİMARLIK VE ÇEVRE TASARIMI ANABİLİM DALI

DOĞAL AYDINLATMA KULLANIMI VE MÜZE ÖRNEĞİ ÜZERİNDEN BİR  
DEĞERLENDİRME

Göksel KALAFAT

Yüksek Lisans Tezi

Ankara, 2020

# DOĞAL AYDINLATMA KULANIMI VE MÜZE ÖRNEĞİ ÜZERİNDEN BİR DEĞERLENDİRME

**Danışman:** Prof. Bilge SAYIL ONARAN

**Yazar:** Göksel KALAFAT

## ÖZ

Işığın mimariyle temel ilişkisi işlevseldir. Aydınlatmanın en önemli işlevi mekanın, içindeki nesnelerin, dokuların ve renklerin en doğru şekilde algılanmasını sağlamaktır.

Mimarlık sadece kullanıcıya gerekli mekanları yan yana koymak, yapı malzemelerini seçmek değil; mekanlara anlam katan atmosferleri de oluşturmaktır. Mimarlık ortaya çıktığından bu yana doğal ışık mimari tasarımın en önemli parçalarından biri olmuştur. Doğal ışığın estetik ve fonksiyonel faydaları mimarlık ile sağlam bağlar kurmasına zemin hazırlamıştır. Doğal ışık bu açıdan çok önemli bir malzeme-bileşen olarak mimari tasarımda büyük önem taşımaktadır.

Mimari mekana giren doğal ışık, mekânı algılama ve anlama şeklimizi etkiler. Görsel açıdan konforlu bir mekan, görsel eylemin verimini arttırmanın yanı sıra fiziksel ve psikolojik gereksinimlerin de karşılanmasında yardımcı olur. Işık, mekanları değiştirme hatta yeniden yaratma gücüne sahiptir. Mekandaki ışık ve gölgenin birbiriyle etkileşimi mekanın algısını değiştirir, mekânı monotonluktan kurtatır onu ilgi çekici hale getirir.

Gün ışığı, bir tasarım öğesi olmasının yanı sıra aynı zamanda bir çevre sistemidir. Her geçen gün artan enerji ihtiyacımız yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının yanı sıra enerji tüketiminin azaltılmasını da zorunlu hale getirmiştir. Güneş, sadece yenilenebilir bir enerji kaynağı değil enerji tasarrufu sağlamada da en önemli kaynaktır. Doğal ışık, yenilenebilir enerjinin birincil kaynaklarından biridir ve mimaride kullanılması, yapılı çevremizin sürdürülebilirliğinde kritik bir rol oynar.

Bu çalışmada öncelikle; doğal ışık ve kullanım alanlarına, doğal aydınlatmanın nasıl yapılacağına, doğal aydınlatmada kullanılacak yan temalara ve gelişmiş doğal aydınlatma yöntemlerine yer verilmiştir. Ardından, müzelerde doğal aydınlatmanın kullanımı ve doğru aydınlatma kriterleri üzerinde durulmuştur. Sonuç kısmında ise, doğal aydınlatma yöntemlerine ve müzelerde doğal aydınlatma kullanımına ilişkin sonuçlar sunulmuştur.

**Anahtar sözcükler:** Doğal aydınlatma, yenilenebilir enerji, mekan tasarımı, mimari açıklıklar, teknoloji, görsel konfor.

# USE OF NATURAL LIGHTING AND AN ASSESSMENT THROUGH A MUSEUM EXAMPLE

**Danışman:** Prof.Dr. Bilge SAYIL ONARAN

**Yazar:** Göksel KALAFAT

## **Abstract**

The fundamental relation between light and architecture is based on functionality. The most important function of lighting is to ensure the accurate perception of the space and the objects, textures and colors within.

Architecture is not only align the spaces side by side and selecting building materials but also to build up an ambiance in the spaces. Natural light has been one of the most substantial elements of architectural design since the beginning of architecture. The aesthetical and functional benefits of natural light set the grounds for strong connection with architecture. Natural light, in this respect, is of great importance as a critical material-component in architectural design.

The natural light entering the architectural space influences our perception and understanding of the space. A space with visual comfort increases the efficiency of the visual act and also helps the fulfillment of physical and psychological needs. Light has the competency to change, even recreate spaces. The interaction of light and shadow together in the space alters perception of space, spares the monotony and makes the space appealing.

Daylight is an element of design as well as an environmental system. Our ever-increasing energy need has made it compulsory to use renewable energy sources as well as to reduce the energy consumption. The sun is both a renewable energy source and the most important source for energy saving. Natural light is one of the primary sources of renewable energy, and the use of natural light in architecture has a crucial role on the sustainability of our designed environment.

In this study; natural light and employment areas, ancillary contents to be used in natural lighting and advanced natural lighting methods are primarily included. In addition, the use of lighting in museums and accurate lighting criteria are elaborated. In the conclusion, natural lighting methods and the consequences of the use of natural lighting in museums are presented.

**Keywords:** Natural lighting, renewable energy, space design, architectural openings, technology, visual comfort.

## İÇİNDEKİLER DİZİNİ

ÖZ.....	i
ABSTRACT.....	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	v
TABLolar DİZİNİ.....	vii
GÖRSELLER DİZİNİ.....	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	ix
GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
<b>1. BÖLÜM: DOĞAL IŞIK</b> .....	<b>4</b>
1.1. Güneş Işığı.....	4
1.1.1. Işığın Yapısı.....	6
1.2. Mekan ve Aydınlatma.....	7
1.2.1. Görme ve Güvenlik.....	9
1.2.2. İşlevsel Aydınlatma.....	10
1.2.3. Aydınlatmanın Mekan Biçimine Etkisi.....	10
1.2.4. Estetik Aydınlatma.....	11
1.3. Görsel Konfor.....	11
1.4. Sirkadyen Ritim.....	17
<b>2. BÖLÜM: DOĞAL AYDINLATMA YÖNEMLERİ</b> .....	<b>19</b>
2.1. Mekan Algısında Doğal Aydınlatmanın Etkisi.....	19
2.2. Klasik Doğal Aydınlatma Yöntemleri.....	21
2.2.1. Pencereler.....	21
2.2.2. Çatı Açıklıkları.....	21
2.3. Gelişmiş Doğal Aydınlatma Yöntemleri.....	22
2.3.1. Aktif Sistemler.....	22
2.3.1.1. Işık Rafları.....	22
2.3.1.2. Prizmatik Paneller.....	24
2.3.1.3. Lazer Kesim Paneller.....	25
2.3.1.4. Hologram Paneller.....	25
2.3.2. Pasif Sistemler.....	27
2.3.2.1. Işık Tüpleri.....	27
2.3.2.2. Anidolik Tavanlar.....	28
2.3.2.3. Anidolik Çatı Açıklıkları.....	29
2.3.2.3. Anidolik Güneş Panelleri.....	29
<b>3. BÖLÜM: MALZEME, DOKU VE LOKASYON</b> .....	<b>33</b>
3.1. Malzeme ve Doku.....	30
3.1.1. Lokasyon.....	31
<b>4. BÖLÜM: MÜZELERDE DOĞAL AYDINLATMA KULLANIMI</b> .....	<b>33</b>
4.1. Müze Kavramı.....	33
4.2. Müze Aydınlatması Temel Amaçları.....	33
4.3. Müzelerde Doğal Aydınlatma.....	34
4.3.1. Müzelerde Kullanılan Doğal Aydınlatma Yöntemleri.....	37
4.3.1.1. Duvar Açıklıkları ile Aydınlatma.....	38
4.3.1.2. Çatı Açıklıkları ile Aydınlatma.....	38
4.3.2. Müzenin İşlevine Göre Aydınlatma Kriterleri.....	40
4.3.2.1. Giriş Bölümü.....	40

4.3.2.2. Dolaşım .....	41
4.3.2.3. Yönlendirme .....	41
4.3.2.4. Sergileme .....	41
4.4. Müzelerde Doğru Aydınlatma Kriterleri.....	42
4.4.1. Parıltı, Kamaşma ve Yansımanın Kontrolü .....	44
4.4.2. Sergilenen Eserlere Güneş Işığının Etkisi.....	46
4.4.3. Üç Boyutlu Eserlerin Aydınlatılması .....	49
4.4.4. İki Boyutlu Eserlerin Aydınlatılması.....	50
4.4.5. Camekan İçindeki Eserlerin Aydınlatılması .....	50
4.5. Cermmodern’de Doğal Aydınlatmanın İncelenmesi .....	51
4.6. Cermmodern’de Malzeme , Doku ve Lokasyon .....	62
<b>SONUÇ</b> .....	64
Doğal Aydınlatma Yöntemlerine İlişkin Sonuçlar.....	64
Müzelerde Doğal Aydınlatma Kullanımına İlişkin Sonuçlar .....	65
<b>KAYNAKLAR</b> .....	68
Etik Beyan .....	74
Orijinallik Formu .....	75
Originality Report .....	76
Yayımlama ve Fikrî Mülkiyet Hakları Beyanı .....	77



## TABLolar DİZİNİ

<b>Tablo 1:</b> Gün ışığı kamaşma endeksi.....	15
<b>Tablo 2:</b> Renklerin ışığı Yansıtma Yüzdeleri.....	34
<b>Tablo 3:</b> Lamba aydınlık düzeyi ve buna göre belirlenen minimum kalkan açısı (CIE, 2001). .....	37
<b>Tablo 4:</b> Müzedeki alanlar için tavsiye edilen aydınlık düzeyleri (IESNA, 2000, IESNA RP 30, 1996).....	44
<b>Tablo 5:</b> Müze objelerinin sınıflandırılması (CIE157, 2004). .....	47
<b>Tablo 6:</b> Tavsiye edilen aydınlık düzeyleri ve ışığa maruz kalma miktarı değerleri (CIE157, 2004).....	48
<b>Tablo 7:</b> Bazı ışık kaynaklarının bağıl hasar oranları.....	52
<b>Tablo 8:</b> Bazı ışık kaynaklarının UV içeriği. ....	53
<b>Tablo 9:</b> Cermodern’de Doğal Aydınlatma Yöntemleri .....	67

## GÖRSELLER DİZİNİ

<b>Görsel 1:</b> Litvanya Sanat Müzesi.....	10
<b>Görsel 2:</b> CIE Renklilik Tablosu.....	17
<b>Görsel 3:</b> Kruithof Curve'ü Gösteren Diagram.....	18
<b>Görsel 4:</b> Sirkadiyen Ritim.....	19
<b>Görsel 5:</b> Orsay Müzesi.....	24
<b>Görsel 6:</b> Işık Rafı Olan ve Olmayan Odaların Işık Dağılımının Karşılaştırması 25	
<b>Görsel 7:</b> HOE İşlevinin Temel Prensipleri	29
<b>Görsel 8:</b> HOE Işık Yönlendirmeli Bir Ofis Odasının Ölçekli Modeli. Hochschule Wismar, Germany.	29
<b>Görsel 9:</b> HOE'nin temel işlevinin gösterimleri	30
<b>Görsel 10:</b> İki anidolik kolektör elemanı, bir ışık kanalı ve bir distribütör elemanından oluşan anidolik tavan sistemi.	32
<b>Görsel 11:</b> Pencere ve üst pencere	41
<b>Görsel 12:</b> Farklı Çatı Açıklıkları	43
<b>Görsel 13:</b> Siperlik Engel Açısı ( $\beta$ )	50
<b>Görsel 14:</b> Sergileme Alanlarında Kamaşmanın Önlenmesine Yönelik Öneriler 50	
<b>Görsel 15:</b> Cermodern	56
<b>Görsel 16:</b> Cermodern Kütüphanesi ve Hediyelik Eşya Bölümü	57
<b>Görsel 17:</b> Cermodern, zemin kat planı, (Uygur Mimarlık, Çizim arşivi).	57
<b>Görsel 18:</b> Işık Kuyusu	58
<b>Görsel 19:</b> Güneş Kırıcı Elemanlar	59
<b>Görsel 20:</b> Cermodern, Cephe Görünüşleri (Uygur Mimarlık, Çizim Arşivi).	60
<b>Görsel 21:</b> Ek Binanın Cam Cephesi ve Galeriler	61
<b>Görsel 22:</b> Alçı Panel Duvarlar	62
<b>Görsel 23:</b> Geçici Sergi Alanının CamTavanı	62
<b>Görsel 24:</b> Avlunun Cam Yüzeyi	63
<b>Görsel 25:</b> Cermodern Altzemin Katta Gün Işığı Alan Kısımlar	65
<b>Görsel 26:</b> Cermodern Zemin Katta Gün Işığı Alan Kısımlar	66
<b>Görsel 27:</b> Avlunun Cam Yüzeyi	68

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

**CRI** - Renk Oluşturma İndeksi

**DGI** - Günüşığı Kamaşma Endeksi (Daylight Glare Index)

**EM** - Elektromanyetik

**HOE** - Holografik Optik Elemanlar

**K**- Kelvin

**UGR** - Kamaşma Derecesi (Unified Glare Rating)

## GİRİŞ VE AMAÇ

Işık, mimari ve iç tasarımın en önemli tasarım öğelerinden biridir. Işığın tasarlanan mekanın ruhu olduğu düşünülmektedir (Naseri, 2014). Işık mekanın algısını etkiler. Diğer tasarım öğelerinden veya yapı malzemelerinden farklı olarak, doğal ışık her zaman değişir ve binanın diğer elemanlarının onunla birlikte değişmesini sağlar (Lawson, 2003).

Gün ışığı hem bir tasarım öğesi hem de bir çevre sistemidir, bir binanın estetik ve niteliksel yönlerini artırabilir (Robbins, 1986). İyi bir aydınlatma stratejisi, hem binalar hem de bina sakinleri için görsel uyarım ve üretken bir ortam yaratır (Zemmouri ve Schiller, 2004). Bu nedenle, her bir alanın kendi ışığına sahip olması önemlidir.

İç tasarım perspektifine göre, ışık, her bir öğenin veya nesnenin algılanmasının ona bağlı olduğu tasarımın önemli parametresi olarak tanımlanabilir. Bir tasarımcının ışığı düzgün bir şekilde tasarlamamanın yollarını bilmesi önemlidir.

Mimari mekana giren doğal ışık, mekânı algılama ve anlama şeklimizi etkiler. Bir mekânı algılama şeklimiz ve onunla ilgili duygularımız, ışığın mekana giriş şekli ile yakından bağlantılıdır. Mekana doğrudan giren parlak ve yoğun bir ışık, gölge ile güçlü kontrastlar yaratarak alana canlı ve dinamik bir ifade getirirken, yansıma yoluyla giren dolaylı bir ışık, alanı zayıf kontrastlarla oldukça rahat ve yumuşak hale getirir.

Bu çalışmada öncelikle doğal ışık ve kullanım alanlarına değinilmiştir. Üçüncü bölümde doğal aydınlatma nasıl yapılacağı, doğal aydınlatmada kullanılacak yan temalar ele alınarak pencere ve çatı açıklıklarının etkin kullanımı değerlendirilmiştir. Gelişmiş doğal aydınlatma yöntemleri olan aktif ve pasif sistemler detaylarıyla ortaya konulmuştur. Dördüncü bölümde, müzelerde doğal aydınlatmanın kullanımı ve doğru aydınlatma kriterleri üzerinde durulmuş ve örnek olarak Cermodern'deki doğal aydınlatmanın incelenmesine yer verilmiştir. Sonuç kısmında ise doğal aydınlatma yöntemlerine ve müzelerde doğal aydınlatma kullanımına ilişkin sonuçlar sunulmuştur.

Doğal aydınlatma sadece hacimleri, nesnelere, renkleri ve dokuları en yakın ve doğal haliyle görmemize ve algılamamıza olanak sağlamasının ötesinde zamanda enerji tüketiminin azaltılması için de, sürdürülebilir olması bakımından çok önemli bir kaynaktır.

Doğal aydınlatma, yapay ışığa olan ihtiyacı azalmasını ve elektrik maliyetlerinin düşmesini sağlamaktadır. Günışığı hem enerji tasarrufu hem de sürdürülebilirlik açısından oldukça önemli bir yere sahiptir.

Müze ve sergi mekanlarında da aydınlatma ve aydınlatmaya bağlı ısınma, ortaya çıkan soğutma maliyetlerinin düşürülmesi ve sürdürülebilirliğin sağlanması doğal aydınlatma önemli yararlar sağlamaktadır. Ancak müze ve sergi mekanlarının aydınlatmasının sürdürülebilirliği iki yönlüdür, yüksek kaliteli aydınlatma için yalnızca enerji verimliliği değil, ayrıca optik radyasyonla nesnelere zarar görmesinin kontrolü de gerektiği göz önüne alınmalıdır.

### **Çalışmanın Amacı**

Bu çalışmanın amacı, doğal aydınlatma yöntemlerinin incelenmesi ve müzelerde doğal aydınlatma kullanımında gün ışığından yararlanılmanın yöntemleri, yarar ve zararlarının araştırılmasıdır.

Sergilene objelerin doğru algılanması için yapay aydınlatmayı kontrol edilebilir olması yönünden tercih etmek günümüzde oldukça kullanışlı olsa da, enerji tasarrufu sağlamak ve doğayı mekana katmak adına gün ışığı kullanımı önemlidir.

Mekan tasarımında çok önemli bir yere sahip olan aydınlatmanın doğal ışıkla yapılabilmesi, enerji kaynaklarının verimli kullanılabilmesi açısından önemlidir.

Müzeler gezegenimizle olan yaşamsal bağımızı bize özetleyen bir ortam sunmaktadır. Bu mekanlarda doğal etkileri hissettirmek ve kullanmak müze kavramıyla bütünleşen bir yöntem olarak düşünülebilir.

Gezegen sağlıklı olmadıkça toplumlar var olamaz. Sürdürülebilirlik ve doğayla bağlarımızı koparmamak için kaynakların doğru kullanılmasında, doğal aydınlatma önemli bir yer tutmaktadır.

Müzelerin ve dolayısıyla müze aydınlatmasının amacı sergilenen objelerin doğru şekilde izlenebilmesini ve algılanmasını sağlamaktır. Gün ışığının, renkleri ve dokuları “gerçek” haliyle görmemizi sağlayan bir yapısı vardır. Ayrıca insan fizyolojisi ve psikolojini de olumlu etkilemektedir.

Artık tüm günü geçirebileceğimiz şekilde düzenlenen müzelerin gün ışığının doğallığıyla daha sıcak mekanlar haline gelmektedir. Büyük çoğunlukla kar amacı gütmeyen bu mekanlarda doğru aydınlatma sağlamak için özel çözümler gerekmektedir.

Dünya'nın kaynaklarını korumak ve enerji verimliliği için yatırımlar yapmak geleceğimiz için çok önemlidir. Bu açıdan mümkün olan her mekanda gün ışığı kullanılabilmesi gerekmektedir.

Mekanlarda tasarım aşamasında yapılacak düzenlemelerle, zararlı etkileri kontrol altına alınarak gün ışığı verimli şekilde kullanılabilir.

Bu şekilde müzelerde hem enerji verimliliği hem de doğru algılanabilecek bir sergileme yapılması mümkün olacaktır.

Bu çalışmada çağdaş doğal aydınlatma yöntemlerinin müzelerde hangi türlerinin kullanıldığı ve nasıl etki ettiği araştırılmıştır.

## 1. BÖLÜM: DOĞAL IŞIK

Işık, maddenin atomik yapısındaki değişimler sonucu oluşan etrafımızdaki renkleri, formları, yapıları görmemizi sağlayan fiziksel bir enerjidir. Fiziksel olarak ışık, elektromanyetik spektrumun insan gözüyle görülebilen kısmıdır. İster doğal ister yapay kaynaklardan olsun, çevremizin görünürlüğünü ışık tarafından sağlanmaktadır (Arnkil ve ark., 2012 Daylighting and Architectural Quality). Başka bir deyişle, görülebilen her şey ışıkla var olur. Bir nesneyi görebilmek üzerine düşen ışığı yansıtması ile mümkündür. Görme ve görsel algılamaya ışık olmadan mümkün değildir.

Doğal ışık, güneş ışığı ve gün ışığını içermektedir. Güneş ışığı, güneşten doğrudan gelen ışık olarak adlandırılırken gün ışığı, güneşin ufku üzerinde olduğu süre boyunca güneşten hem doğrudan hem de dolaylı olarak gelen ışık olarak tanımlanmaktadır (Coles ve House, 2007, s. 120-121). Doğal ışık, çevrenin gerçek ve canlı şekilde algılanmasını sağlar. Canlılar doğal ışık ile dünyada varolabilmiş, çevresiyle ilişki kurmuş ve mevsimsel döngüleri yaşamıştır. (Meiss, 1991:121).

Doğal ışık güneşten elde edilmektedir. Atmosferin olmadığı şartlarda,örneğin uzay boşluğunda, kendi ışık kaynağı olan güneş ve yıldızlar dışında her yer karanlıktır. Işık bir yüzeye çarptığında çıplak gözle görünür hale gelir. Gün içinde gökyüzünü tamamen aydınlık olarak görmemiz, güneşten gelen ışınların atmosferin yapısındaki gaz moleküllerine çarparak dağılması ile mümkün olmaktadır. Doğal ışık atmosfere göre farklı özellikler gösterir. Doğal ışığın yayılımı ve kalitesi, yağış türleri, bulutlanma, sis gibi atmosferik durumlardan önemli ölçüde etkilenir. Işığın niteliği, hem gün içerisinde ve hem de mevsimlere göre farklılık gösterir. Doğal ışık sabah ve akşam saatlerinde uzun ve yumuşak gölgeler oluştururken , öğleleri kısa ve sert gölgeler oluşturmaktadır. Sabah ve öğle saatlerini mevsimler gibi düşünürsek; uzun gölgeler kışın, kısa gölgeler yazın ve orta boydaki gölgeler ilk ve sonbahar mevsimlerinde oluşmaktadır. Bu mevsimsel değişimler ışığın katilesini etkileyerek, nesnelere ve renkleri görmemizde farklılıklar oluşturmaktadır. (Yürekli, 1977:41).

### 1.1. Güneş Işığı

Her geçen gün artan enerji ihtiyacımız yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının yanı sıra enerji tüketiminin azaltılmasını da zorunlu hale getirmiştir. Güneş, sadece yenilenebilir bir enerji kaynağı değil enerji tasarrufu sağlamada da en önemli kaynaktır.

Gün ışığı güneş ve gök ışığının toplamından oluşmaktadır (IEA, 2000). Güneşten yeryüzüne ulaşan ışınım iki ana bileşenden oluşmaktadır: dolaysız (direkt) ve dolaylı (yayınık). Dolaysız (direkt) ışınım, atmosferde dağılmadan yeryüzüne ulaşan ışınımdır. Dolaylı (yayınık) ışınım ise atmosferde dağılıp yön değiştirildikten sonra yeryüzüne ulaşan belirli bir doğrultusu olmayan ışınımdır (Martinez-Gracia, Arauzo, Uche, 2019). Yeryüzüne eğik açılarla ulaşan güneş ışınları, daha dik açıyla gelenlere göre daha fazla yansıma ve emilime uğramaktadır (Okutan, 2008).

Dünya'nın ekliptik ve ekvator düzlemleri arasındaki sabit açı nedeniyle güneş ışınlarının dik geldiği zamanlarda ısı arttığından yaz mevsimleri oluşmaktadır. Eğik açılar söz konusu olduğunda ise ısı azaldığından kış mevsimi yaşanır. Aynı döngü günün saatine ve geliş açısına göre de güneşten bize ulaşan ışığın şiddetini etkilemektedir. Yeryüzüne yatık gelen ışınlar atmosferde daha fazla yol aldığından şiddetini yitirir. Öğle saatlerinde gün içindeki en yüksek şiddettedir, çünkü dik açıyla ve az yol katederek gelmiştir.

Gün ışığı, kaynağı güneş olan ve dünyaya hayat veren ışınımlardır. Işık uzay boşluğunda saniyede 300.000 km. hızla yol alan "foton" adlı parçacıklardan oluşmaktadır. Bu ışığın tamamını görmemiz mümkün değildir. Güneş ışığının elektromanyetik tayfında ve dalga boyunda çıplak gözle görebildiğimiz sadece bir kısmıdır.

Güneşten yayılan ve bildiğimiz dalga boylarındaki elektromanyetik radyasyonun toplamı elektromanyetik güneş spektrumu olarak adlandırılmaktadır. Bu spektrumda, dalga boylarına göre sıralanan güneş ışınımı ana grupları ile aşağıdaki gibi ifade edilmektedir.

1. Gama Işınları
2. X- Işınları
3. Kızıl Ötesi Işın
4. Radyo Dalgaları
5. Ultraviyole Işık
6. Görünür Işık

Işık, gözümüzün görmesini sağlayan özel bir enerji türü olup yanında dalgalar ve fotonlar biçiminde yayıldığı kabul edilmektedir. Işık, dalga teorisine göre elektromanyetik ışınlanma , yani radyasyonun gözle görülebilen bir halidir.



### 1.1.1. Işığın Yapısı

Işığın yapısı ile ilgili fizik alanında çok fazla araştırma ve çalışma bulunmaktadır. Aydınlatma ile ilgili olabilecek kısımları iç mimari açıdan incelenebilir.

Görünür ışık, elektromanyetik spektrumun insan gözü tarafından algılanabilen kısmındaki elektromanyetik enerjidir. Görünür ışığın maddeler tarafından nasıl yayıldığı veya emildiği, uzay ve atmosferde dolaşırken değişen koşullar altında nasıl tepki verdiği, evrenimizdeki rengin varlığının temelini oluşturur.

İkili bir doğaya sahip ışık hem parçacık benzeri hem de dalga benzeri davranış göstermektedir. Bazen ışık, parçacıklardan oluşmuş gibi, bazen de sürekli bir dalga gibi davranır. Işığın bu tamamlayıcı veya ikili doğaya sahip özellikleri, kırılma, yansıma, interferans (girişim) ve kırınımdan, polarize ışık ve fotoelektrik etkiye kadar, deneysel olarak gözlemlenebilen bilinen tüm niteliklerini tanımlamak için kullanılabilir.

**Işığın Kırılması** - Işık bir maddeden diğerine dik (90 derecelik bir insidans açısı) olarak geçerken hiçbir yön değişikliği olmaksızın düz bir şekilde hareket edecektir. Bununla birlikte, ışık yüzeye başka bir açıdan geliyorsa, bükülecek ya da kırılacaktır; ışın, yüzeye göre daha büyük bir açıda kademeli olarak eğik hale geldikçe kırılma derecesi artar. Örneğin, suya dikey olarak vuran bir ışık demeti kırılmaz, ancak ışın suya düşük bir açıyla girerse çok küçük bir oranda kırılır. Başka bir deyişle, ışık giriş açısıyla orantılı olarak kırılır.

**Işığın Yansıması** - Işığın yansıması (ve diğer elektromanyetik radyasyon formları), dalgalar radyasyonun enerjisini emmeyen bir yüzey ile karşılaştığında ortaya çıkar. Işık bu tip yüzeylerle çarptığında yön ve doğrultu değiştirip geldiği ortama geri döner. Yüzeye çarpan ışık dalgası gelen dalga (incident wave), yüzeyden sıçrayan dalga ise yansıyan dalga (reflected wave) olarak adlandırılır.

**Elektromanyetik Spektrum** - Elektromanyetik (EM) spektrum, tüm radyasyon tiplerinin aralığıdır. Radyasyon, ilerleyen ve yayılan enerjidir. Evinizdeki bir lambadan gelen görünür ışık ve bir radyo istasyonundan gelen radyo dalgaları elektromanyetik radyasyonun türleridir. Elektromanyetik spektrumu oluşturan diğer EM radyasyon türleri; mikrodalgalar, kızılötesi ışık, ultraviyole ışık, X-ışınları ve gama ışınlarıdır.

Bu ışınların mekan içiesinde kontrol edilmesi, çoğunlukla kısıtlanması gerekmektedir.

**Işığın Madde ile Etkileşimleri** - Işık bir ortam içinden geçtiğinde, ortamla etkileşime girer. Önemli etkileşimler emilim ve saçılmadır.

**Emilim** - Emilim, enerjinin elektromanyetik dalgadan ortamın atomlarına veya moleküllerine aktarılmasıdır. Bir atoma aktarılan enerji elektronları daha yüksek enerji durumlarına uyarabilir. Bir moleküle aktarılan enerji titreşimleri veya dönüşleri uyarabilir. Bu enerji durumlarını uyarabilen ışığın dalga boyları, enerji seviyesi yapılarına ve dolayısıyla ortamdaki atom ve molekül türlerine bağlıdır. Bir ortamdan geçtikten sonra ortamdaki atom ve molekül türlerine bağlı olarak ışığın görünür spektrumundaki dalga boylarının bazıları emilirken, diğerleri yansıtılır. Bu seçici emilim aynı zamanda renge sahip nesnelere temelidir. Kırmızı elma kırmızıdır çünkü görünür spektrumun diğer renklerini emer ve sadece kırmızı ışığı yansıtır.

**Saçılım** - Saçılım, ışığın madde ile etkileşiminin sonucunda ışığın yeniden yönlendirilmesidir.

Saçılımın boyutları ışığın dalga boyundan çok daha küçükse, gelen ışık madde tarafından emebilir ve hızlı bir şekilde farklı bir yöne gönderebilir. Yeniden gönderilen ışığın gelen ışıkla aynı dalga boyuna sahip olması durumuna Rayleigh saçılması denir. Yeniden gönderilen ışığın dalga boyu daha uzun olduğu duruma ise Raman saçılması denir. Hava molekülleri (O<sub>2</sub> ve N<sub>2</sub>) görünür ışığın Rayleigh saçılımlarıdır ve daha kısa dalga boylarının (mavi ve mor) saçılmasında daha etkilidir. Saçılımın büyüklüğü, ışığın dalga boyuna benziyorsa veya çok daha büyükse, eşleşen enerji seviyeleri önemli değildir. Tüm dalga boyları eşit olarak dağılmıştır. Bu işleme Mie saçılması denir. Su damlacıkları, görünür ışığın tüm dalga boylarını her yöne etkili bir şekilde dağıtır.

## 1.2. Mekan ve Aydınlatma

Mekan en küçük girintiden en büyük alanlara kadar, bir şekilde tanımlanmış hacimlerdir. Mekanlar çok çeşitli şekillerde tanımlanabilir. Fiziksel sınırların yanı sıra renkler, malzeme ve ışık kullanarak mekanlar oluşturulabilir. Bu mekanları algılamak kişinin geçmiş deneyimleri ve birikimleri ile de ilgilidir.

Mimarlık sadece kullanıcıya gerekli mekanları yan yana koymak, yapı malzemelerini seçmek değil; mekanlara anlam katan atmosferleri de oluşturmaktır. Doğal ışık bu açıdan çok önemli bir malzeme-bileşen olarak mimari tasarım büyük önem taşımaktadır.

Mimari mekan dendiğinde, en sade tanımla uzay boşluğunun sınırlandırılması şeklinde ifade edilmektedir. Çeşitli şekillerde ele alınan mekan, genel bir bakışla; insanı çevreden kısmen ayıran, içinde faaliyetlerin sürdürmesini sağlayabilen boşluk ve sınırları insan

tarafından algılanabilen uzay parçası olarak tanımlanabilir. Sınırlandırma görevini gören mimari bileşenler çok çeşitli olabilmektedir.

İlk amacı barınma olan mekan güvenlik de sağlamalıdır. Ayrıca ışık, ısı, ses ve diğer hava etkilerini mekana ulaştırabilmesinin yanında, istendiğinde engelleyebilmeli ve ya sınırlandırabilmesi mimari mekandan beklenmektedir.

Mekan tüm duyularımızla algılayabilmemiz mümkündür. Duyularımız içinde mekanı algılamamızda en önemlisi görmedir. Hem dış kabuğu hem iç mekanı bizim için var eden görülebilir olmasıdır. Işığın yüzeylerden yansmasıyla mekan var olur. Görme eylemini gerçekleştirmemizi sağlayan ışıktır. Gün ışığının sürekli değişen yönü ve şiddeti mekanı algılamamızda etkilidir. Bu dinamik özellikleriyle doğal ışık nesnelere doğru algılamamızı sağlamaktadır.

Mimarlık ortaya çıktığından bu yana doğal ışık mimari tasarımın en önemli parçalarından biri olmuştur. Doğal ışığın estetik ve fonksiyonel faydaları mimarlık ile sağlam bağlar kurmasına zemin hazırlamıştır.

Mekanın formunu algılayabilmek için aydınlatmaya gereksinim duyarız. Gölge ve aydınlık alan farkları mekansal derinliği anlayabilmemizi sağlamaktadır.

Tannizaki (2019) Japon mimarisinde gölgelerin yarattığı karakterden ve bununla ilişkili gizemden bahseder.

“Japon odalarının güzelliğinin gölgelerin oyunlarına, yarı gölgelerin üzerine tam gölgelerin düşmesine dayandığını söyleyebiliriz. Batılılar japon odalarının basitliğine şaşırıp sadece gri duvarları olan, hiçbir süsü olmayan odalar olarak görüyorlar. Verdikleri tepki anlaşılır, çünkü gölgelerin gizemini anlamak konusuna pek başarılı değiller.

Saçakları güneş ışığının zar zor ulaştığı oturma odasının ötesine dek uzatıyoruz ya da bir veranda yaparak güneş ışığını uzak tutuyoruz. Bahçeden gelen ışık ise şojilerden\* hafifçe içeri sokuluyor ve bizim için odayı güzel kılan işte bu dolaylı ışık” (Tanizaki, 2019).

Mekan içerisindeki yüzeylerin özellikleri kaynaktan aldığı ışığı yansıtma, kırma ve absorbe etme şeklinin sorumlusudur. Yüzeyler, bir mekanda bulunan ışığın kalitesini ve miktarını doğrudan etkiler. Malzemenin cilası ve rengi bu bakımdan iki önemli niteliktir. Parlak yüzeyler ışığı yansıtma eğilimindeyken, mat yüzeyler dağınık ışığı her yöne eşit olarak yansıtır. Yüzey dokusu, ışığın yüzey üzerine yansmasıyla tanımlanabilirken yüzeylerde ışığın etkilerini azaltabilir. İki farklı malzemenin yüzey özellikleri, ışıkla etkileşimlerine göre

benzer görümlerine neden olabilir. Ayrıca ışığın değişmez görünmesi için malzemeler de kullanılabilir. Japon mimarisindeki shoji buna örnek verilebilir (Millet 1996).Gibson'a (1986) göre, "Bir mekanın deneyimi, tüm algısal sistemimiz aracılığıyla gerçekleşir. Mekanı statik bir bakış açısıyla değil, bir noktadan diğerine hareketimizle keşfediyoruz. Mekân algımız kısmen deneyime ve önyargılara dayanır." Bir mekanda hareket ederken, görsel algısal sistemimiz bize hem çevrenin değişmez yapısı hem de onunla ilişkili hareketimiz hakkında bilgi verir. Işık hem kaynağına hem de ortamın yüzeylerine göre bize oda hakkında bilgi verir. Aydınlatma koşullarındaki bir değişiklik, oda algımızda bir değişiklik anlamına gelir. (Millet 1996).

\*Kağıtla kaplı ve ahşap çerçeveli, ışığı geçiren sürgülü kapı.



**Görsel 1.** Litvanya Sanat Müzesi. (Url-1)

### 1.2.1. Görme ve Güvenlik

"Kullanıcının çevresindeki nesnelere ayırt edebildiği, engelleri fark edebildiği, fiziksel ve görsel aktivitelerini verimli ve sorunsuz şekilde sürdürebildiği durum, güvenli durumdur. Önceden de bahsedildiği üzere, müze ve sergi yapılarında öncelik, eserlerin ısı, ışık, nem,

darbe gibi çevresel etkilerden zarar görmemesidir. Işığa çok duyarlı objelerin aydınlatmasında genelde sadece obje üzerine gelecek, düşük düzeyde ışık kullanılır. Ancak düşük aydınlık düzeyi ile, sadece objelerin aydınlatılması ve genel aydınlatmanın kullanılmaması, ziyaretçinin hareket alanının belirginleştirilmemesi çarpma, düşme, yön bulamama gibi konforsuz durumlara sebep olabilir. Ayrıca, bunun tam tersi olarak, mekanın fazla aydınlatılması da konforsuzluk kamaşmasına sebep olarak güvenliği tehdit edebilir. Ziyaretçiyi güvensiz bir durum içine sokacak uygulamalardan kaçınılması, aydınlık düzeyinin kişinin görme işlevini yerine getirebileceği ve çevresini rahatça algılayabileceği aralıklarda tutulması önemlidir.” (Erdemir, 2014)

### **1.2.2. İşlevsel Aydınlatma**

Işığı mimariyle temel ilişkisi işlevseldir. Aydınlatmanın en önemli işlevi mekanın, içindeki nesnelere, dokuların ve renklerin en doğru şekilde algılanmasını sağlamaktır. Ayrıca görsel açıdan konforlu bir mekan, görsel eylemin verimini arttırmanın yanı sıra fiziksel ve psikolojik gereksinimlerin de karşılanmasında yardımcı olur. Mekanın doğru algılanması ve görsel eylemlerin rahatça yerine getirilebilmesi ışığın hem nitelik hem de niceliğinin belirli değerlerde olması ile sağlanır.

Mekândaki ışık miktarı ve dağılımı görsel konfor için gerekli olan ışığın niteliğini ve niceliğini belirler. Mekana alınan ışık miktarı binanın konumu, yönlünün yanı sıra pencere ve diğer açıklıkların konumu ve boyutları gibi pek çok etkene bağlıdır. Aydınlatma tasarım sürecinde bu etkenleri hesaba katmak nitelik ve nicelik açısından doğru bir aydınlatma için önem taşımaktadır (Özmen, 2010).

### **1.2.3. Aydınlatmanın Mekan Biçimine Etkisi**

Işık mekansal algılamayı etkileyen önemli faktörlerden biridir. Işık hem algılamayı sağlar hem de algılamayı etkiler. Mekana hayat veren ışık görsel etkiler ile ayrılmaz bir ilişki içerisindedir. Mekanın algısı ışığın cinsi, gücü ve yönüne bağlı olarak değişir.

Işık sınırlar hem kesinleştirir hem de belirsizleştirir; bir özelliği gizler veya vurgular; biçim ve dokuyu belirginleştirir, mesafeleri arttırır ya da azaltır.

Mekanlar ve nesnelere üçüncü boyutu ışıkla kazanır. Dinamik ve değişken olan ışığın bu özelliği mekanın etkisini ve algısını değiştirir. Mekan sınırlarını belirginleştiren ışık mekana mekandaki açıklıklarla alınır.

Işık mekanları değiştirme hatta yeniden yaratma gücüne sahiptir. Mekandaki ışık ve gölgenin birbiriyle etkileşimi mekanın algısını değiştirir, mekanı monotonluktan kurtatır onu ilgi çekici hale getirir.

#### **1.2.4. Estetik Aydınlatma**

Işık olmadan çevremizi algılamak imkansız olurdu. Doğal ya da yapay aydınlatma, hayatımızda önemli bir rol oynar. Mimarın önemli bir bileşeni aydınlanma mimari yapının işlevsel gereksinimlerini sağlamakla kalmaz yapıya estetik özellikler de katar. Aydınlanma mekanın anlam ve karakter kazanmasında, algılanmasında önemli bir yere sahiptir.

Mimari yapılarda aydınlatma, estetik ve ya duygusal tepkiler ortaya çıkarır (Sorcar, 1987). Estetik tepki iyi veya kötü, çok parlak veya çok karanlık gibi anlık tepkilerin bir ifadesidir (Erhardt, 1985). Duygusal tepki ise çevrede bir süre kaldıktan sonra ortaya çıkan bir duygunun ifadesidir. Duygusal tepkiler, hoşluk, gevşeme, depresyon vb. gibi birçok duygunun birleşimiyle ilgilidir. Bu tepkiler, temel durumlara dayalı öznel tepkilerdir, dolayısıyla objektif çözümlere ulaşmak mümkün olmamaktadır. Herkesin farklı bir fiziksel durumu, kültürel geçmişi, istek ve inançları vardır bu da aydınlatmanın ortaya çıkardığı duygusal veya estetik tepkileri etkiler. Ancak yine de duygusal ve estetik izlenimlerin genel olarak olumlu olmasını sağlamak için doğru ışık kullanımı önemlidir. Mekanın formu, ritmi, dokusu, yapısı ancak doğru ışık doğru yerde kullanıldığında anlam kazanır.

#### **1.3. Görsel Konfor**

Görsel görevlerin rahat bir şekilde yerine getirilebilmeleri için ışığa ihtiyaç vardır. (Manav ve Yener, 1999; Shamsul ve ark., 2013). Bir ortamda çalışma alanı ile arka planı ayırt etmek için yeterli görsel konfor sağlanmadığında, kişiler rahatsızlık duymaya başlar ve daha fazla hata yapma eğilimi gösterir (Egan ve Olgyay, 2002). Kişinin görsel bir görevi doğru ve hızlı bir şekilde yerine getirebilmesi nesnelere tanıma ve aydınlatma seviyesiyle ilgilidir (Van Bommel, 2006).

Görsel konforun, evrensel olarak kabul edilmiş bir tanımı bulunmamaktadır. Bununla birlikte, genel olarak belirli bir zamanda herhangi bir alandaki ışığın nicel ve niteliksel olarak rahatsızlığa neden olmaması olarak tanımlanabilir.

Görsel konfor kavramı, etrafımızdaki ışık seviyelerini kontrol etme yeteneğimize bağlıdır. Hem çok az hem de çok fazla ışık görsel rahatsızlığa neden olabilir. En önemlisi, insan gözü sürekli olarak ışık seviyelerine uyum sağladığı için, ışık seviyelerindeki veya keskin

kontrasttaki değişiklikler stres ve yorgunluğa neden olabilir. Aşağıdaki faktörlere bağlı olarak değişebilir: maruz kalma süresi, ışık tipi, göz rengi (açık renkli gözler hassas olmaya eğilimlidir) ve kişinin yaşı.

Görsel sistem, 'bilgiyi' görsel bir ortamdaki algıladığından, 'bilgi' algısını zorlaştıracak durumlar görsel konforun bozulmasına neden olacaktır. Işığa maruz kalma süresi, ışık tipi, yetersiz veya aşırı uyarım, ışık seviyelerindeki yada kontrasttaki ani değişimler, görsel algıda karışıklık yaratabilecek parlaklık dağılımını gibi fiziksel faktörler görsel rahatsızlığın potansiyel nedenleri olarak tanımlanabilir (Boyce, 2003). Optimum görsel rahatlığa sahip bir aydınlatma koşulu için aydınlık düzeyi, parlaklık dağılımı, kamaşmanın önlenmesi, ışığın yönlendirilmesi ve gölgeleme dikkat edilmesi gereken unsurlardır. Ancak kişilerin ortamdaki memnuniyetleri ve konforlu hissetmeleri fiziksel çevre şartların yanı sıra kullanıcı duygu ve davranışları gibi birçok etmen tarafından belirlenmektedir (Xue, Mak, Cheung, 2014). 'Konfor' hissinin, insanların çevreleriyle olan fizyolojik ve psikolojik etkileşimlerinden etkilendiği bilinmektedir (De Looze, Kuijt-Evers, ve Van Dieën, 2003).

Binalarda görsel konfor iyi bir görüş sağlayan, doğru kalitede ve dengede ışıkla mümkün olur. Görme ve fotometrik birimler, günışığı faktörü, ışık kaynaklarının parlaltısı ve kalitesi görsel konforu etkileyen parametrelerdir.

Parlaklık (luminance), teknik olarak belirli bir yönde hareket eden ışığın birim alanı başına ışık şiddeti olarak tanımlanır; belirli bir bakış noktasından yüzeye bakan bir gözlemciye ne kadar ışık gücünün ulaştığını gösterir. Parlaklık algısı (brightness) ise bir kaynağın yaydığı ya da yansıttığı ışığın görsel olarak algılanmasına dair bir özelliktir. Başka bir deyişle parlaklık algısı, görsel bir hedefin parlaklığı ile ortaya çıkan algıdır. Fiziksel ve psikolojik adaptasyon süreçleri insan görsel sisteminin parlaklığın nasıl algılanacağını belirler. Aydınlık dış mekan koşullarında, göz bebekleri küçülür (fiziksel adaptasyon), retinalarımız aydınlığa (psikolojik adaptasyon) daha az duyarlı hale gelir ve fotoreseptör pigmentleri aydınlatma değişikliğine (kimyasal adaptasyon) yanıt olarak parçalanır (Boyce 2003). Bu üç karmaşık süreç, görsel sistemin değişen ışık seviyelerine yanıt vermek için yaptığı değişikliklerdir. Görsel sistemin parlaklığa adaptasyonuna bağlı olarak, parlaklık algısı değişir. Örneğin, küçük bir ışık yayan diyot (LED) mehtaplı bir gecede olağanüstü parlak olarak algılanabilir, ancak aydınlık bir gün boyunca hiç fark edilmeyebilir. Her iki durumda da diyot (LED) aynı parlaklığa sahiptir, ancak çevresel koşullara göre parlaklık algısı değişmektedir.

Ölçülen parlaklık ile görsel sistem ve parlaklık algısı arasındaki karmaşık ilişkiye rağmen, parlaklık birimlerine kalibre edilen görüntüler insan görsel algısını ve görsel konforu incelemek için en iyi yoldur.

Parlaklığın aksine, aydınlık düzeyi (illuminance), birim alan başına bir yüzeye düşen toplam ışık akısıdır. Bir yüzeye ne kadar ışık düştüğünü gösterir ve lux birimiyle gösterilir. Hem doğal ışık (gün ışığı) hem de yapay ışıkla aydınlatma ile ilgili mimari tasarım kararları aydınlık düzeyi ölçütleri kullanılarak verilir.

Kamaşma (glare), EN 12464-1 standardına göre, görüş alanı içinde yüksek parlaklık gradyanları üreten yüzeyler tarafından üretilen görsel duyumdur. Doğrudan kamaşma, görüş alanına doğrudan (doğal ya da yapay) ışık kaynağından gelen ışınların neden olduğu parlama/kamaşmadır. Yansıyan kamaşma, görsel alanda bulunan yüzeylerden göze yansıyan ışıktan kaynaklanır ve yatay çalışma düzlemindeki ışığın insidans açısı gözlemcinin görüş açısına denk geldiğinde ortaya çıkar.

Günüşığı Kamaşma Endeksi (Daylight Glare Index-DGI), Kamaşma Derecesi (Unified Glare Rating-UGR) endeksi aracılığıyla doğal ışıktan kaynaklanabilecek parlama/kamaşma seviyesini değerlendirmek için kullanılır. Yapay ışık kaynağı nedeniyle oluşabilecek parlamayı/kamaşmayı değerlendirmek için Birleşik Parlama/Kamaşma Derecesi (Unified Glare Rating-UGR) endeksinden yararlanır.

Ortaya çıkan DGI değerine dayanarak, parlama/kamaşma seviyesi tablo gösterilen sınıflandırmaya göre değerlendirilebilir (Tablo-1). İnsan gözü, doğrudan görme alanına (fovea) düşen yüksek parlaklık seviyeleri ile baş etmekte zorlanır. Görme alanının merkezine yaklaştıkça, daha fazla ışık kaynağı potansiyel parlama/kamaşma kaynağıdır.



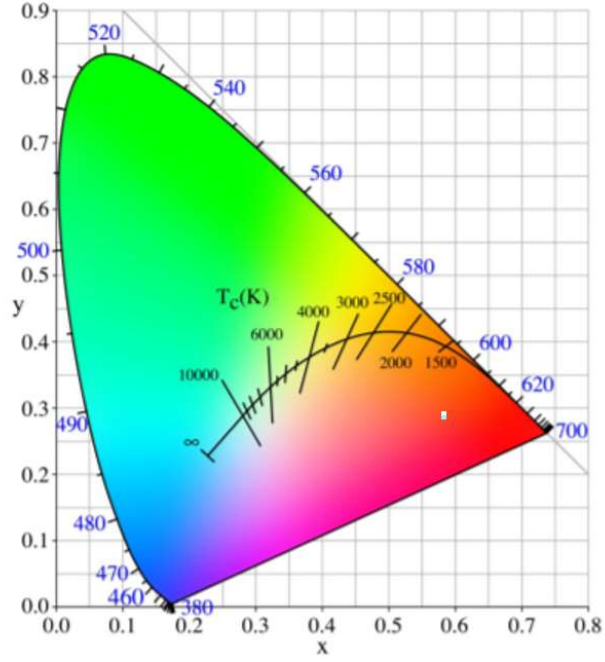
<b>PARLAMA KATEGORİLERİ</b>	<b>UGR</b>	<b>DGI</b>
<i>Zor Algılanabilir</i>	10-13	8-16
<i>Kabul edilebilir</i>	16-19	20-22
<i>Rahatsız edici</i>	22-25	24-26
<i>Çok rahatsız edici</i>	28	28

**Tablo 1.** Günışığı Kamaşma Endeksi

Kamaşma görsel konfor üzerinde olumsuz etkileri olduğu bilinmektedir. Konforsuzluk kamaşması (Discomfort Glare), görüş alanındaki parlaklığın, görsel sistemin adapte olabileceği parlaklıktan çok daha büyük olduğu durumlarda oluşan görsel rahatsızlıktır. Konforsuzluk kamaşmasına neden olan faktörlerden biri, retinaya ulaşan ışık miktarıdır. Işık miktarındaki artış görsel rahatsızlığın artmasına neden olmaktadır (Bullough, Brons ve Rea, 2008). Ancak aydınlık düzeyindeki (illuminance) artışın yarattığı görsel rahatsızlık ışık kaynağının boyutuna bağlıdır. Küçük ışık kaynakları için konforsuzluk kamaşması büyük oranda aydınlık düzeyindeki artışa bağlı iken açısal boyutu 0.2 dereceden büyük olan ışık kaynaklarında parlaklık (luminance) etkili olmaya başlar (Rosenhahn ve Lampen, 2004). Bullough ve Sweater-Hickcox (2012), 0.3 dereceden daha büyük açısal boyutu olan ışık kaynaklarında, kaynağın maksimum parlaklığının algılanan konforsuzluk kamaşması üzerinde çok daha büyük bir etkiye sahip olduğunu bulmuşlardır.

Aydınlatmanın temel yönlerinden aydınlatma kalitesi gibi renk sıcaklığı da, rahat ve etkili görsel ortamlar sağlayan, insan algısıyla ilgili ışık kalitesinin en önemli bileşenlerinden biridir (Samani, 2011)

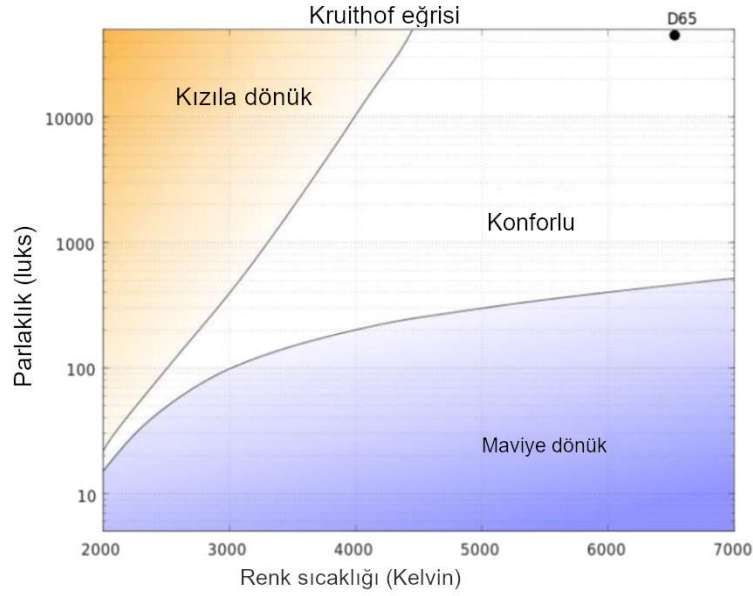
Renk sıcaklığı, bir ışık kaynağından gelen ışığın rengini siyah gövde (idealize edilmiş opak, yansıtıcı olmayan bir gövde) karşılaştırmak için nesnel bir şekilde ayırmak ve sınıflandırmak için bir parametredir. Renk sıcaklığı 3000 Kelvin (K) olan bir ışık kaynağının bu sıcaklıktaki siyah gövdenin aynı emisyon spektrumuna sahip ışık yaydığı anlamına gelir. CIE Renklilik tablosu (Bkz. Görsel-2), bir ışık kaynağının renk sıcaklığını gösterir; bu renklilik koordinatları Planckian lokasyonuna düşer ve Planckian radyatörünün kara cisim sıcaklığına eşittir (McCamy, 1992).



**Görsel 1.** CIE Renklilik Tablosu

Işığın Renk Sıcaklığı, ışık kaynağının rengine eşdeğer ışığı aydınlatan mükemmel siyah gövdenin mutlak sıcaklığı (Kelvin; K) olarak tanımlanır. Renk Sıcaklığı, ışık kaynağının spektral enerji dağılımı veya fiziksel sıcaklık değil sarımsı beyaz, mavimsi beyaz veya nötr görünüm gibi sıcaklığını veya soğukluğunu ifade eder (Egan ve Olgay, 2002). Işık kaynakları renk sıcaklığına bağlı olarak üç gruba ayrılır: 3000 ila 3500 K sıcak beyaz renk, 4000 ila 5000 K, nötr beyaz renk; ve 5500 ila 7000 K, soğuk beyaz renk.

Kruithof Curve renk sıcaklığı ve aydınlık seviyesi arasındaki ilişkiyi açıklamaktadır (Bkz. Görsel-3). Bu eğrinin üst alanı kırmızımsı, alt alanı mavimsi görünür (Rea, 2000). Düşük renk sıcaklığına sahip ışık kaynakları, aydınlatma seviyeleri düşükse, "sıcak" bir ortam yaratmaya yardımcı olur.



**Görsel 3.** Kruithof Curve'ü Gösteren Diagram

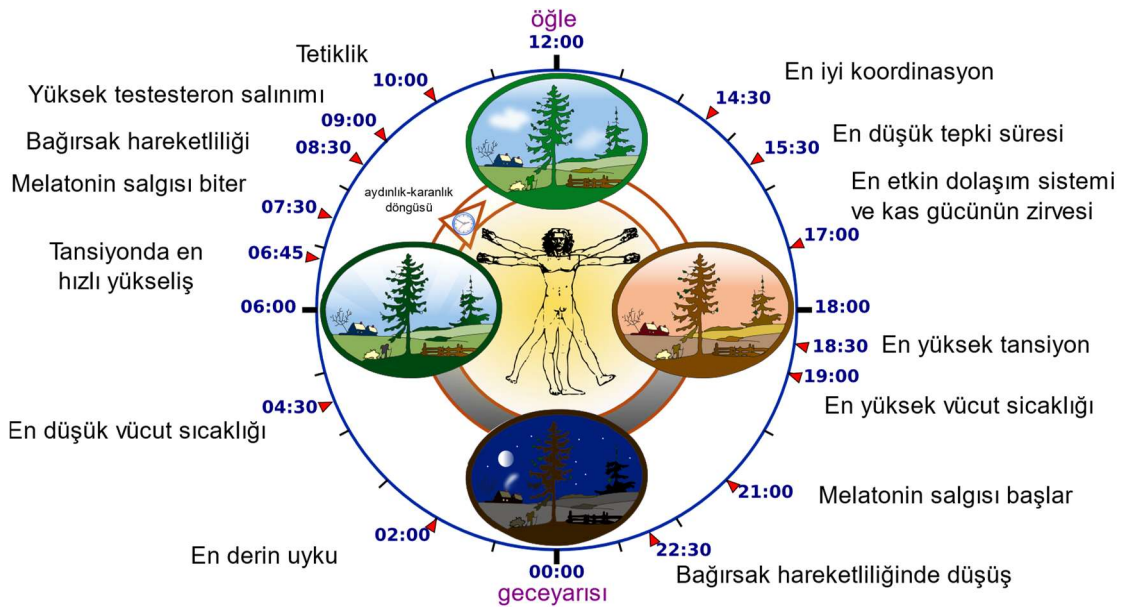
Renk sıcaklığı 3000 K'dan yüksek olmayan ışık kaynakları ile iç mekanın hoş bir şekilde aydınlatılması sağlanır. Genel aydınlatma seviyesi 500 lux'i aşarsa, 5000 K kaynağının kullanılması tercih edilebilir. 500 lüksün altındaki aydınlatma seviyelerinde kullanıldığında daha yüksek renk sıcaklığına sahip kaynaklar "soğuk" ve hoş olmayan bir atmosfer yaratır.

Hem görsel konfor hem de görsel performans için çevrenin ve objelerin renklerinin doğal ve doğru olarak algılanması önemlidir. renk oluşturma indeksi (CRI), bir ışık kaynağının,ideal bir kaynak (5000 K'a kadar) veya gün ışığı (5000 K'ın üzerinde) ile karşılaştırılarak nesnenin doğru renklerini üretme yeteneğinin nicel bir ölçümüdür. Işık kaynağının nesnelere renk görünümü üzerindeki etkisi olarak adlandırılabilir (Rea, 2000). Yüksek CRI, aydınlatma kaynağının nesnenin renklerinin daha doğru gösterdiği anlamına gelir. CRI 0-100 arası bir ölçekte ölçülür. Örneğin, CRI değeri 100 olan bir ışıkta nesnelere daha doğal görünür. Kullanılan yere ve görüş amacına bağlı olarak, ışığın, renk algılamasının olabildiğince hassas gerçekleşmesini sağlanması görsel konfor için gereklidir.

Anthierens ve arkadaşlarına göre (2012), görsel rahatsızlık, dengesiz ışık, rahatsız edici arka aydınlatma, parlama/kamaşma, yüksek kontrast bölgeleri ve yetersiz aydınlatmaya bağlıdır. Bu faktörler verimlilik kaybı, stres seviyelerinde artış, yorgunluk ve uyum sağlamada zorlaama gibi sorunlara neden olmaktadır. Bu nedenle, binaların tasarım, inşaat aşamalarında görsel deneyim ve konfor dikkate alınmalıdır.

## 1.4. Sirkadyen Ritim

Sirkadiyen sistem vücut ısı, uyku ve uyanıklık, hormonal sekresyon ve diğer fizyolojik fonksiyonlar gibi günlük ritimlerimizi yönetir (Czeisler ve ark., 1986) Melatonin ve kortizol olmak üzere iki hormonun endojen konsantrasyon değişiklikleri genellikle insanlarda sirkadiyen “faz belirteçleri” olarak kullanılır. “Karanlık hormon” olarak da adlandırılan Melatonin, gece boyunca epifiz bezi tarafından salgılanır. Melatonin gece boyunca yüksek seviyelerde salgılanırken, gündüzleri çok düşük seviyeler salgılanır veya hiç salgılanmaz (Altun ve Uğur-Altun, 2007) . Melatonin sirkadiyen ritim için önemli olduğundan, ışığa bağlı melatonin supresyonu, akut ışık etkilerinin büyüklüğünü belirlemek için kullanılabilir (Lewy ve ark., 1980). “Stres hormonu” olarak da bilinen kortizol ise uyanıklık süresi boyunca maksimum salgılanır ve yatmadan önce minimum seviyeye düşer.



Görsel 4. Sirkadiyen Ritim

Işık insanların hem fiziksel ve hem de psikolojik iyi olma halini etkiler. Işık doğrudan insanların sirkadiyen ritmiyle (yani insan biyolojik saati) ilişkilidir. Bu sistem, vücudun işleyişini 24 saat aydınlık ve karanlık döngülere uyarlar. Sirkadiyen faz, ışık şiddeti, zamanlaması ve süresine bağlı olarak değiştirilebilir (Koller ve ark, 1994). Gündüz yeterli ışık uyarılarının olmaması ve gece boyunca uygun olmayan ışık uyarıları sirkadiyen

bozulmasını etkiler, bu da uyku bozuklukları ve diğer tıbbi veya psikiyatrik hastalıkların ortaya çıkmasına neden olabilir.

## 2. DOĞAL AYDINLATMA YÖNTEMLERİ

### 2.1. Mekan Algısında Doğal Aydınlatmanın Etkisi

Gün ışığı hem bir tasarım öğesi hem de bir çevre sistemidir, bir binanın estetik ve niteliksel yönlerini artırabilir (Robbins, 1986). İyi bir aydınlatma stratejisi, hem binalar hem de bina sakinleri için görsel uyarım ve üretken bir ortam yaratır (Zemmouri ve Schiller, 2004). Bu nedenle, her bir alanın kendi ışığına sahip olması önemlidir.

İç tasarım perspektifine göre, ışık, her bir öğenin veya nesnenin algılanmasının ona bağlı olduğu tasarımın önemli parametresi olarak tanımlanabilir. Theodorson'a (2002) göre "Işık, hiyerarşi, ritim, tekrarlama, hareket, düzen ve kontrast yaratan soyut bir bileşim öğesidir" (alıntılanan, Naseri, 2014). Bir tasarımcının ışığı düzgün bir şekilde tasarlamasının yollarını bilmesi önemlidir.

Işık, mimari ve iç tasarımın en önemli tasarım öğelerinden biridir. Işığın tasarlanan mekanın ruhu olduğu düşünülmektedir (Naseri, 2014). Işık mekanın algısını etkiler. Diğer tasarım öğelerinden veya yapı malzemelerinden farklı olarak, ışık ve özellikle doğal ışık her zaman değişir ve binanın diğer elemanının onunla birlikte değişmesini sağlamaktadır (Lawson, 2003).

Mimari mekana giren doğal ışık, mekânı algılama ve anlama şeklimizi etkilemektedir. Bir mekânı algılama şeklimiz ve onunla ilgili duygularımız, ışığın mekana giriş şekli ile yakından bağlantılıdır. Mekana doğrudan giren parlak ve yoğun bir ışık, gölge ile güçlü kontrastlar yaratarak alana canlı ve dinamik bir ifade getirirken, yansımaya yoluyla giren dolaylı bir ışık, alanı zayıf kontrastlarla oldukça rahat ve yumuşak hale getirmektedir.

Doğal ışığın mekanın algısına etkisi ile doğrudan ilişkili olan üç önemli faktör bulunmaktadır:

- (a) Yoğunluk,
- (b) Yönlülük özelliği ve
- (c) Renk (Millet, 1996; Gill, 2006).

Güneşin gökyüzündeki hareketi, gölgelerin derinliğine neden olan ve yüzeyler arasındaki kontrastı sağlayan yönlülük özelliğidir. (Gill, 2006). Gölge veya kontrastın yanı sıra yansımaya, renk ve yoğunluk, doğal ışığın mekan algısı ile ilişkili diğer özellikleridir (Serra, 1998). Malzemeler, dokular, formlar ve renkler ile ışık arasında bir ilişki vardır. Işığın form,

doku ve renk ile nasıl bir araya getirilebileceğinin anlaşılması, etkin ve rahat bir mekan yaratılmasını sağlayacaktır (Vaughn, 2008).

Işık kaynağının yoğunluğu, vurgulanan nesnelere algılanmasına dayanarak değerlendirilir. Lam'a (1977) göre aydınlık ortam algısı her zaman duygusal bir bileşen içerir. Aydınlık veya karanlık, ferah veya kasvetli, ilginç veya donuk, ışıltı veya parlama gibi özellikler, bir alandaki gerçek parlaklık seviyelerinden ziyade, ortamın görmek istediğimiz veya görmemiz gereken şeyleri vurgulayarak görsel bilgi ihtiyacımızı karşılayıp karşılamadığına bağlıdır. Örneğin, Kimbell Sanat Müzesinde Louis I. Kahn opak alüminyum reflektörler kullanarak güneşin doğrudan ışınlarını kısmen engeller, böylece doğal ışığın iç mekana girme yoğunluğunu azaltır. Yansıyan ışık, tavanın eğrisi boyunca akar, böylece eşit olarak aydınlatılmış bir alan sağlanılmaktadır (Gill, 2006).

Doğal ışığın yönsel özellikleri, güneşin gökyüzündeki hareketinden kaynaklanmaktadır. Gölgeleme derinliği ve iki yüzey arasındaki kontrast, doğal ışık kaynağı fiziksel bir düzlem veya sınır tarafından kesintiye uğratıldığında ortaya çıkar. Bunlar bir mekanın karakterini belirler ve doğal ışığın yönsel özelliklerine bağlı olarak günün, ayın veya yılın farklı zamanlarında değişiklik göstermektedir.

Millet (1996), kontrastı mekana çeşitlilik getiren temel özelliklerden biri olarak niteler. Parlak ve karanlık arasındaki fark, bir mekanın genel derinliğini anlamaya yardımcı olur. Sınırlandırılmış monoton bir arka plan üzerinde görüldüğü gibi görüntülenen nesnelere arasında önemli miktarda kontrast vardır. Kimbell Sanat Müzesinde, sınırlandırılmış monoton bir arka plan ile görüntülenen nesnelere arasında önemlioranda kontrast vardır. Sergilenen nesnelere yönelik yapay ışık kaynaklarının kullanılması, tüm mekansal alanı homojen bir hale getiren doğal ışık ile birleştirildiğinde nesnelere üzerinde daha yüksek parlaklık vurgusu yaratır. Tadao Ando Işık Kilisesi'nde ise açıklıklar ile brüt (exposed concrete) beton yüzeylerin parlaklık oranındaki fark, şapelin içinde güçlü bir görsel kontrast oluşturur. Açıklıkların geometrisi, aşırı parlak ışıkta vurgulanır, bu da brüt beton üzerindeki gri renkli yüzeylere daha fazla görsel vurgu yapılmasını sağlamaktadır (Gill, 2006).

Mekanın boşluğunun, aydınlık ve karanlık ile ışık ve gölge arasında iki kat diyalektik yaratan bu açıklıklardan giren güçlü ışık ışınları tarafından delinmiş olduğu görülmektedir.

Renk kullanımı bir alanın algısını değiştirebilir. Daha açık renkler ışığı daha fazla yansıtır ve oda daha büyük boyutta algılanır. Yüzeye düşen ışığın çoğunu emen koyu renklerle

boyanırsa, aynı oda daha küçük boyutta görünür. Renkli bir camdan süzülen ışık, üzerine düştüğü yüzeyin temel renginin tonunu değiştirebilir. Bunun yanı sıra, doğal ışık, sabah, öğlen veya akşam üstü; yaz veya kış, bulutlu veya bulutsuz gökyüzü olmasına bağlı olarak değişiklik göstermektedir.

Mekanı ve gerçekliğini algılamak için sadece ışığa değil, aynı zamanda gölgelerin karşıtlığına da ihtiyaç duyulur; mekanı algılamada ışığın kalitesi ve gölgesi önemlidir (Lawson, 2003). Işık, tersi olan gölgeyle üzerine düştüğü yapı elemanları ile çeşitli ilişkiler kurar ve oluşturulan görsel kompozisyondaki yerini alır. Işık kaynağının yönü değiştikçe gölgeler de hareket eder ve şeklini değiştirir. Bir yüzeyin renginin farklı tonlara sahip olmasını ışık ve gölge arasındaki ilişki belirler. Işık ve gölge arasındaki bu ilişki mekanı monotonluktan kurtarır, daha ilginç bir görünüm kazanmasını sağlar. Kimbell Sanat Müzesinde doğal ışığın yönsel niteliğinin olmaması yumuşak dağınık gölgeler üretir. Yumuşak gölgeler tarafından oluşturulan görsel uyaranların miktarı, uzamsal derinliğin sağlanmasına yardımcı olur, ancak hiçbir nokta daha fazla görsel dikkat çekmez. Ando'nun Işık Kilisesinde ise farklı açıklıklar iç mekana güçlü bir ışık girdiği hissi yaratmasına rağmen, uzun gölgeler, nispeten karanlık bir iç alanın korunmasını sağlar. Koyu renkli gölgelerin gri renkli beton yüzeyde üst üste binmesi alanın boşluğunu vurgulamaktadır.

## **2.2. Klasik Doğal Aydınlatma Yöntemleri**

### **2.2.1. Pencereler**

Pencereler düşey eğimlerde, yapıların dış duvarlarında bulunan ve eylemin yapılacağı alanda hedeflenen aydınlatmayı sağlamayı amaçlayan açıklıklar olarak tanımlanabilmektedir. Pencereler her coğrafi bölge için uygun olup, tasarımın başlarında ele alınmalıdır (Yener 2007).

### **2.2.2. Çatı Açıklıkları**

Çatı açıklıkları nitelikli gün ışığı sağlar ve gündüz saatlerinde yapay aydınlatmanın yerini alarak hem aydınlanma hem de ısınma enerji maliyetlerinin düşmesine yardımcı olur. Ancak aşırı ısı kaybını veya ısı kazanımını önlemek için dikkatle seçilmeleri gerekir.

Bazı çatı pencereleri, tipik olarak çift cam ve kontrol edilebilir havalandırma sundukları için çatı penceresi işlevi görür.



Soğuk iklimlerdeki yaşam alanlarında çatı açıklıkları ısı kaybına neden olabilir, bu nedenle dikkatli tasarımları gerekir. Sıcak iklimlerde ise binaya giren güneş radyasyonunu azaltmak için çatı açıklıklarında güneş kontrollü camlar veya panjurlar kullanılır.



**Görsel 5.** Paris'te bulunan tren istasyonundan dönüştürülmüş Orsay Müzesi.(Url-3)

## **2.3. Gelişmiş Doğal Aydınlatma Yöntemleri**

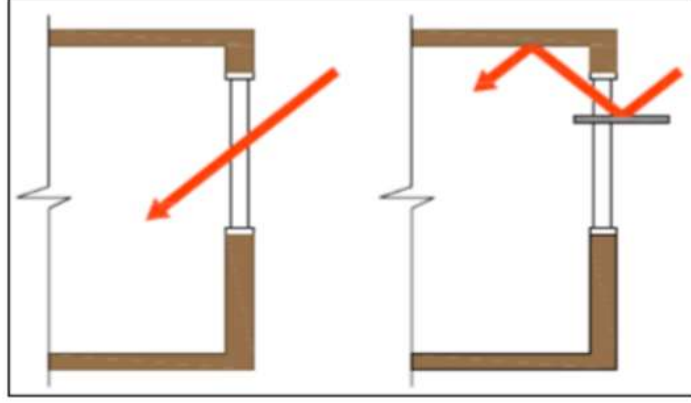
### **2.3.1. Aktif Sistemler**

Gün ışığını mekan içine alan sistemler olarak ele alınmıştır.

#### **2.3.1.1. Işık Rafları**

Tarihi antik Mısır'a kadar dayanan ışık rafları, klasik bir gün ışığı aydınlatma sistemidir (IEA, 2000). Basit ve uygun maliyetli oldukları için ışık rafları oldukça yıllardır gün ışığı sistemi olarak kullanılmaktadır (Nair ve ark., 2014).

Işık rafları, pencere bölmesinin yakınına yatay veya hafif eğimle, içeriden veya dışarıdan yerleştirilebilen yansıtıcı yüzeyden yapılan raflardır. Işık rafları, göz seviyesinin üzerine yerleştirilerek, pencereyi iki parçaya ayırır. Üst pencere bölümü günışığı aydınlatması için kullanılırken bir alt pencere bölümü görüş sağlar (Görsel 6).



**Görsel 6.** Işık Rafı olan ve olmayan odalardaki ışık dağılımının karşılaştırması

Işık rafları, gelen gün ışığını yeniden dağıtmak, iç mekandaki ışık homojenliğini ve görsel koşulları iyileştirmek, pencerenin yakınındaki alanlarda doğrudan güneş ışığını kontrol etmek ve parlamayı ve rahatsızlığı azaltmak için kullanılırlar.

Yeri (iç ve/veya dış), tasarımı (eğim açısı ve yüzey şekli), yüzey malzemesi, pencerenin özellikleri, çevresel ve iklim koşulları gibi farklı faktörler ışık raflarının performans verimliliğini etkilemektedir (Arnesen, 2002).

Işık rafları, gereksinime göre yukarı veya aşağı doğru eğilebilir. Her iki eğim pozisyonunun hem faydaları ve hem de sınırlamaları bulunmaktadır. Işık rafı, iç mekana göre aşağı doğru eğilirse, gün ışığının toplanması ve iç mekânın daha derinlerine yansımaları yüksek olur, ancak gölgelemenin azalması ve parlamaya riski oluşturur. Buna karşın, iç mekana göre yukarı doğru eğildiğinde, gün ışığını toplanması azalır ancak daha iyi gölgeleme koşullarının oluşması sağlanır.

Doğal olarak, ışık raflarının yüzeyine gün ışığı girişi, camın ışık geçirme özelliklerine bağlıdır. Pencerenin genişliği, ışık raflarının tasarımına ek bir kısıtlama getiren başka bir faktördür (Nair ve diğerleri, 2014).

Bir ışık raf sisteminden gelen ışığın nüfuz etmesi tavan eğimine ve tavan yüksekliğine bağlıdır. Pencereden binanın ortasına doğru eğimli bir üçgen tarzı tavan, ışık rafından gelen ışığın binaya nüfuz ettiği derinliği önemli ölçüde artıracaktır. Işık raflarının etkili bir şekilde çalışmaları için nispeten yüksek bir tavana ihtiyaç duydukları dikkate alınmalıdır.

Işık raflarının performansı mevsimsel koşullardan ve iklimden etkilenir. Doğrudan güneş ışığı alan iklimlerde daha yüksek verimliliğe sahip ışık rafları doğu ve batı yönlerinde ve bulutlu gökyüzü koşullarının hakim olduğu iklimlerde düşük verimliliğe sahiptir. Düz tip bir ışık rafının ve dağınık yansımaya kullanan bir ışık rafının optimum açıları, farklı mevsimlerde alınan ölçümlere bağlı olarak değişebilir. Yaz aylarında dağınık yansımaya kullanan ışık rafı düz tip ışık rafına göre aydınlık homojenlik oranını, dış tip ile % 29.9 - 34.3 ve iç tip ile % 10.4 - % 13.7 oranında iyileştirilebilir (Lee, Jeoh, Seo ve Kim, 2017).

Işık raflarının mimari tasarım üzerinde önemli bir etkisi olabilir. Bu nedenle, birincil hedeflerini, yani ışık dağılımı, parlama koruması ve gölgelendirmeyi yerine getirebilmeleri için, ışık raflarının tasarımı ve uygulaması, mimari tasarımın ilk aşamalarında kapsamlı bir şekilde analiz edilmelidir (Paredes, 2016). Ayrıca, ışık raflarının bakımı da hesaba katılması gereken bir diğer faktördür. Dış ışık rafları yağış, kar ve hava kirliliğinden etkilenirken, iç ışık rafları toz toplayabilir. Toz ve kirlilik birikimi, ışık raflarının performansını azaltabilir.

### **2.3.1.2. Prizmatik Paneller**

Prizmatik paneller, bir tarafta düz bir yüzey ve diğer tarafta bir dizi şeffaf akrilik prizmaya sahip panellerdir. Prizmatik yüzeyler kimi zaman kısmen yüksek yansımaya sahip alüminyum film ile kaplanabilmektedir. Sistemler, cephenin dikey düzleminde veya çatıda, cam paneller arasında (sabit konfigürasyon), cam ünitesinin dış veya iç tarafına yerleştirilmiş sabit veya hareketli sistemler olarak uygulanabilir. Cephelerde kullanıldığında ve dış görünüşü korumak için, pencerelerin üstünde kullanımı daha uygundur (Dionísio ve Santos, 2009).

Güneş ışığını yönlendiren prizmalar ve güneş ışığını engelleyen prizmalar olmak üzere iki ana tip prizmatik cam bulunmaktadır.

Güneş ışığını yönlendiren prizmalar, ayna sistemleriyle aynı prensiplerle çalışır. Prizmatik panel genellikle çift camlı bir ünitenin içine monte edilir. Bu düzenleme güneş yüksekliğine bağlı olarak % 50 ila 70 arasında iletim verimliliği sunabilmektedir. Enerji verimliliği ve rahatlık için, yansımaya yönünün kontrolü için prizmanın mevsimsel olarak ayarlanması gerekir. Güneş ışığını engelleyen prizmalar zenite yakın bölgeden gelen dağınık ışık geçişine izin verirken doğrudan gelen güneş ışığını engelleyen bir sisteme sahiptir. Bu sistem iç mekanda parlamayan bir aydınlatma sağlar (Tregenza ve Wilson, 2013).

Prizmatik panelin işlevi ışığın kırılma yoluyla iletimini kontrol etmektir. İki prizmatik bileşen ve bir reflektörden oluşan üçgen bir prizmatik panelde, birinci prizmatik bileşen zenite yakın bölgeden gelen ışınların geçişine izin verirken direkt olarak gelen güneş ışığının geçişini engeller. İkincisi ise ışığı mekanın tavanına yönlendirir. Prizmatik günışığı aydınlatma sistemleri daha iyi işlev gösterebilmeleri için farklı açılarda çalışacak şekilde ayarlanabilmektedir.

Prizmatik paneller, sadece gün ışığının odanın iç kısmına yönlendirilmesini sağlamakla kalmayıp aynı zamanda gölgeleme sistemi olarak da işlev görebilir.

### **2.3.1.3. Lazer Kesim Paneller**

Lazer kesim paneller, şeffaf bir akrilik malzeme olan PMMA-Polimetil metakrilatta doğal ışığı yönlendirebilen sonsuz boyutta prizmatik yüzey oluşturmak için lazerle kesilen ince panellerdir. Bu küçük şeffaf paralel kesikler bir dizi küçük reflektör gibi davranır. Genellikle bu paneller çift cam ünitelerin içine yerleştirilir (Abounaga, 2003).

Lazer kesim paneller gelen ışığı yeniden yönlendirme özelliğine sahiptir. Ayrıca, panellerin optik özellikleri, iç mekanları parlama ve aşırı ısınmadan korur. Bu nedenle lazer paneller gölgeleme sistemleri olarak da kabul edilirler (SITECO , 2011).

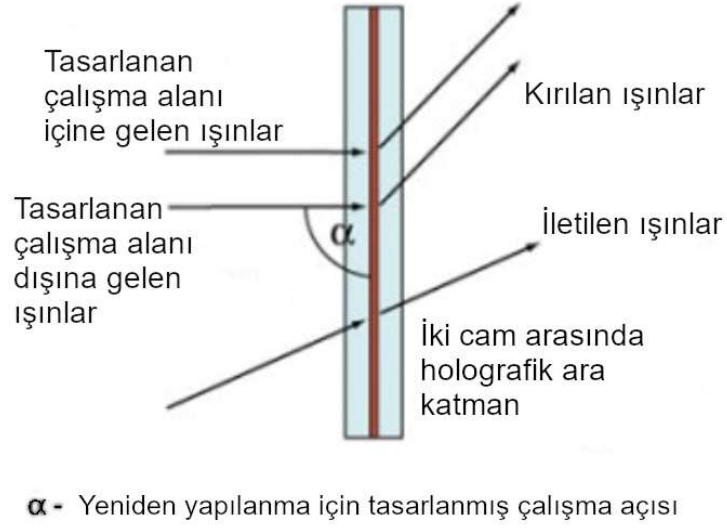
Gelen ışınlar yaklaşık 30 derecelik bir açıya sahip olduğunda, tüm ışınlar dışarıya doğru yansıtılırken, eğim yatay olarak 20 dereceye eşit veya daha az ise, ışık tavan yüzeylerine doğru yönlendirilir ve iç mekanın tabanına doğru yayılır. Konfigürasyonu sayesinde lazer kesim paneller, yaz aylarında gelen ışıklardan maksimum korumayı, kış aylarında yüksek bir aydınlatma seviyesini sağlayan değişken bir dinamik yapıya sahiptir (Trashani, 2016).

Bu panellerin avantajı, dikey veya yatay olarak kullanılabilen reflektör sistemidir. Ayrıca, ışığın yukarıya doğru yönlendirilmesi sayesinde şeffaf yüzeyin etrafındaki parlamayı azaltma kabiliyetine sahiptir (Meerbeek, van Loenen , ve Kulve ve Aarts, 2012).

### **2.3.1.4. Hologram Paneller**

Gün ışığı aydınlatma sistemlerine uygulanan Holografik Optik Elemanlar (HOE'ler), lamine cam paneller arasına yerleştirilen holografik filminden oluşan ışık yönlendirme sistemleridir. (Bahaj ve ark. 2008). Işığın kırılımı prensibine dayanan bu sistemler ışığın seçici olarak yeniden yönlendirilmesini sağlar (Görsel 7). HOE'ler farklı gün ışığı sistemleri ile bir arada kullanılabilir. HOE'ler yayınlık gök ışığının iç mekanın derinliklerine yönlendirilmesi için tepe ışığı kılavuz camlarıyla (zenithal light guiding glass) birleştirilebilir. Işığın seçici

yönlendirilmesini sağlayan HOE'ler seçici gölgeleme sistemlerine de (selective shading systems) entegre edilebilir (Dionísio ve Santos, 2009).



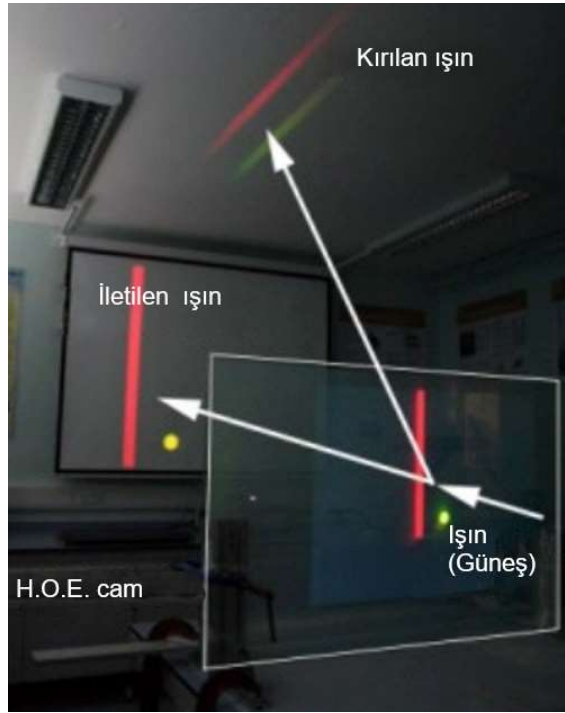
**Görsel 7.** HOE İşlevinin Temel Prensibi

HOE'ler doğal ışığı bir iç mekanın tavanına yönlendirerek gelişmiş gün ışığı sağlamaktır. Bu doğal ışık, kullanıcılar için konforu artırır ve yapay aydınlatma gereksinimlerini azaltır. Ayrıca, film saydamlığa yakın olduğu için HOE'ler görüşü engellememektedir (Görsel 8).



**Görsel 8.** HOE ışık yönlendirmeli bir ofis odasının ölçekli modeli. Hochschule Wismar, Germany.

HOE'lerin olay güneş ışığının görülme açısına duyarlılığı büyük bir dezavantajdır. Bunun nedeni, HOE'nin etkili bir şekilde çalışması için güneş yükseklik açısının +/- 5 °'lik dar bir bant içinde olmasını gerektiren hologram fiziğidir. Bu nedenle, HOE sistemlerinden en iyi performansı elde etmek için güneşin gökyüzündeki konumuna göre izlenmesi gerekir. Ayrıca, kırınımın doğrudan iletilen güneş ışığına oranının genellikle % 50'nin altında olması, pencereye yakın alanlarda parlamaya neden olur (Görsel 9).



**Görsel 9.** HOE'nin temel işlevinin gösterimleri

### 2.3.2. Pasif Sistemler

Gün ışığını yansıtarak alt kottara ve penceresiz kısımlara ulaştıran sistemler olarak ele alınmıştır.

#### 2.3.2.1. Işık Tüpleri

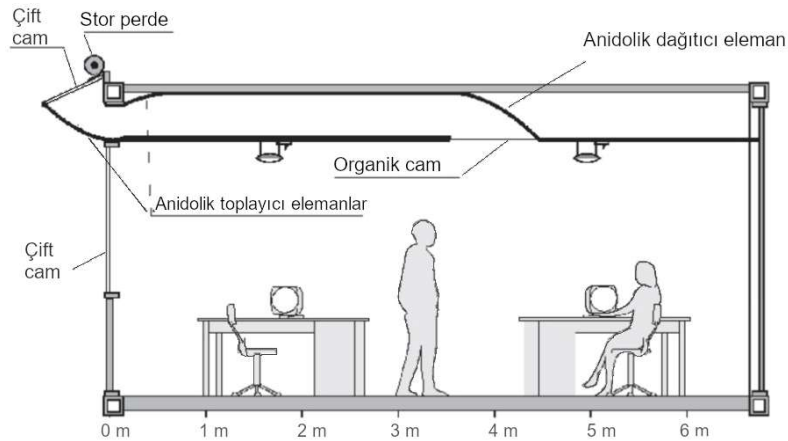
Işık tüpü, gün ışığını binalar içinde gün ışığının ulaşamadığı derin alanlara yönlendirmek için tasarlanmış bir sistemdir. Sistem kabaca fiber optik kabloya benzer. Gün ışığı çatı seviyesinde polikarbonat bir kubbe ile toplanır ve daha sonra iç mekana iletilir. Işık tüpünü iç yüzeyi, bir ışık difüzörü aracılığıyla iç mekanda makul bir aydınlatma elde edilmesine yardımcı olan, oldukça yansıtıcı bir ayna kaplama malzemesi (tipik olarak 0.95'in üzerinde bir yansıtma ile) ile kaplanmıştır.

Diğer günışığı aydınlatma sistemlerinde olduğu gibi, ışık tüpü de gün ışığını kullanır. Gün ışığı ışık tüpünde toplanır ve daha sonra aydınlatılması gereken iç mekana iletilir ve yayılır. Gün ışığı yalnızca ışık tüpü difüzöründen yayıldığından, gün ışığının kontrolü diğer gün ışığı sistemlerine göre daha kolaydır.

Pencerelerin ve ışık tüplerinin birlikte kullanılması, parlamayı azaltmada ve iç mekanın gün ışığı dengesinin sağlanmasında etkili olabilir. Işık tüplerinin sahip olduğu bir diğer avantaj da çok katlı binalarda kullanılabilmesidir,

### 2.3.2.2. Anidolik Tavanlar

Anidolik tavan sistemleri, parabolik konsantratörlerin optik özelliklerini kullanarak gökyüzünden yayınık ışığı toplar ve iç mekanın daha az aydınlatılmış kısmına iletir. Binanın dışında optik bir anidolik yoğunlaştırıcı, gökyüzünün en yüksek kısmından gelen yayınık ışığı yakalar ve yoğunlaştırır; tavana yerleştirilmiş bir ışık tüpü ışığı odanın arkasına taşır. Kanal çıkışındaki parabolik bir reflector ise ışığı tabana dağıtır. Gün ışığı, tavanın büyük bir kısmını kaplayan ışık tüpü boyunca yerleştirilmiş çoklu speküler reflektörlerle odanın daha derinlerine taşınır (Görsel-9). Açık bir günde, doğrudan güneş ışığı, açıklığın dış camının üzerindeki stor perde ile kontrol edilebilir. Anidolik tavan sistemi kullanımındaki birincil amaç, bulutlu gökyüzü koşullarında iç mekanlarda yeterli gün ışığı sağlamaktır.



**Görsel 10.** İki anidolik kolektör elemanı, bir ışık kanalı ve bir distribütör elemanından oluşan anidolik tavan sistemi.

### **2.3.2.3. Anidolik Çatı Açıklıkları**

Anidolik çatı açıklıkları, yüksek açısal seçiciliğe sahiptir ve doğrudan güneş ışığının geçişine izin vermeden gökyüzünden yayınık ışığın toplanmasını sağlar (IEA, 2000). Bu sistemler iki anidolik bileşen ve aralarındaki bağlantıyı sağlayan bir yansıtıcıdan oluşur. Bu sistemler, binaların çatılarına ve kuzeye (kuzey yarımküre) bakacak şekilde yerleştirilir ve bu sayede binaların içinde doğrudan parlama ve aşırı ısınma oluşumunu engeller.

### **2.3.2.4. Anidolik Güneş Panelleri**

Anidolik güneş panelleri, üç boyutlu parabolik yoğunlaştırıcılardan oluşan içi boş yansıtıcı bileşenlere sahip bir ızgaradan oluşur. Bileşenler, yüksek açılardaki güneş ışığının çoğunu bloke edip alçak açılardaki dağınık ışığı ileterek açısal olarak seçici bir ışık iletimi sağlamak için tasarlanmıştır. Binaların cephesinde kullanıldığında, bu sistem cam ünitesinin tamamı boyunca sabit bir panel olarak ve ya cam ünitesinin hemen üstüne yerleştirilebilir.



### 3. MALZEME, DOKU VE LOKASYON

#### 3.1. Malzeme ve Doku

Mekan tasarımı malzeme ve doku, aydınlatma ve ses kalitesinde etkilidir. Dokuların pürüzlü veya pürüzsüz, yansıtıcı veya absorbe edici özelliklerine göre mekanda istenen etkinin oluşturulmasında, tasarımcının yardımcısıdır.

Akustik çözümlerde sesi emen veya yansıtan yüzeyler olduğu gibi, ışığı da emen veya yansıtan yüzeyler fonksiyonel birer tasarım elemanları olarak kullanılmaktadır.

Kullanılan malzeme ve dokuların mekanda istenen bölümleri vurgulamak veya geri plana itmek gibi, atmosfer oluşturulmasında etkileri bulunmaktadır.

Mekanları algılamamızda dokunma duyumuz da etkilidir. Her dokunun kişinin deneyimleriyle ilgili psikolojik etkileri vardır.

Müzeler gibi uzun zaman geçirilen mekanlarda zemin kaplama dokusu, konforlu bir dolaşım için önemli olduğu kadar, sergiyi algılayabilmemizi engelleyecek yansımalar oluşturmaması da önemlidir. Çoğunlukla düşük yansıma değerlerine sahip zemin malzemeleri kullanılıp, dikey yüzeylerden daha koyu renklerde olmasına dikkat edilmelidir.

Yüksek yansıma değerine sahip malzemeler kamaşma oluşturarak mekanı algılamamızı zorlaştırmaktadır. Zeminden yansıyan ışık ise duvar yüzeylerinde sergilenen ürünler üzerinde parlama oluşturabileceğinden, malzeme seçimi sergilenen objeleri ortaya çıkaracak şekilde yapılmalıdır.(Molajoli, 1963)

RENK	RENKLERE GÖRE IŞIĞI YANSITMA %
BEYAZ	89
FİLDİŞİ	77
KANARYA SARISI	77
KREM	77
MOR	67
EKRU	66
GÖK MAVİSİ	65
DEVETÜYÜ	63
SOLUK YEŞİL	59
PEMBE	55
ZEYTİN YEŞİLİ	43
YEŞİL	22
KAHVERENGİ	16
SİYAH	2

**Tablo 2.** Renklerin IşığI Yansıtma Yüzdeleri. (Riggs, 2013)

Mekandaki tüm yüzeylerin özellikleri atmosfer oluşumunda doğrudan etkili olduğu gibi bir diğer yüzeyi de etkilemektedir. Müzede sergilenen konuya göre çok çeşitli düzenlemeler yapılabilir. Bu nedenle malzeme ve dokuların doğru şekilde yanyana gelmesi ile ilgili genel bir yargıya varmak söz konusu değildir. (Licht.de, 2000)

Renklerin ve dokuların bir araya gelişleri ve hangi mesafeden baktığımız onları algılamamızda etkilidir.

### 3.2. Lokasyon

Tasarım elemanlarıyla gün ışığının parlama ve kamaşma etkilerini azaltmak mümkündür. Cephe tasarımı bunlardan biri olup, malzeme ve dokusuyla da sağlıklı doğal aydınlatma kullanımına yarar sağlamaktadır. Yapının coğrafi konumu gün ışığının içeriye çok fazla girmesine sebep olabilir. Fazla ısınma ve parlama sorunlarını azaltmak için güneş kırıcılar yanında mat malzemelerle ışığın mekana etkisi kontrol altına alınabilir. Mekanda gelişmiş

doğal aydınlatma yöntemlerinin kullanılıp kullanılmamasına göre bu malzemenin etkisi farklılık gösterir (Smith vd., 2000).

Biyobölgesel faktörler tasarımın en başında irdelendikten sonra gün ışığının kontrolü üzerinde çalışmak doğru olacaktır. Sürdürebilir mekan tasarımı için; arazi yapısı, yapının yönü ve iklim vb. coğrafi özellikler, gün ışığının verimli kullanımını doğrudan etkilemektedir (Williams, 2007).

## 4. BÖLÜM: MÜZELERDE DOĞAL AYDINLATMA KULLANIMI

### 4.1. Müze Kavramı

Müzeler, toplumların geçmişini ve bugününü eğitim ve eğlence için sergileyen kurumlardır. Birincil görevleri arasında toplama, koruma ve sergileme bulunmaktadır. Mimarinin müze tasarımındaki rolü, mekânın oluşumuna ve eserlerin sergilenmesinde önemlidir, ancak aynı zamanda bir hikaye de yaratmalıdır.

Bir müze binası, bir şehirde ekonomik bir canlanma için katalizör görevi görebilir. Geçmişte müze binaları sadece sergileme amacıyla kullanılıyorken günümüzde müze binasının kendisi önemli bir prestij unsuru haline gelmiştir. Bu nedenle müzeler mimari, sanat ve kullanıcı arasında bağlantı kurularak düzenlenmeli ve değerlendirilmelidir.

Günümüzde müzeler, yapının içerdiği konuya bir mesaj oluşturabilmesi için inşa edilmektedir (Şener, 2009).

### 4.2. Müze Aydınlatması Temel Amaçları

Mimari yapıyı görsel ve duyuşsal olarak şekillendirmenin araçlarından biri ışıktır. Aydınlatma tasarımı, ışık ve gölge, renk, form, boşluk, ritim, doku ve oranın bir sentezidir. Yapıları güvenli, verimli ve keyifli kullanım alanları haline getirebilmek için aydınlatma çözümleri geliştirmek yaratıcı bir süreçtir (IES DG-7, 1994).

Müze aydınlatmasında en önemli kriter, hem eserlerin korunması ve hem de eserlerin doğru bir biçimde algılanması sağlamaktır. 18. yüzyılda kurulmaya başlayan ilk modern müzelerin temel işlevi sadece eserleri sergilemektir. Bu nedenle bu dönemlerde müze binaları, tüm duvarları eserleri sergilemek için kullanılan, dikdörtgen planlı, üst ışıklandırmaya sahip mekanlardı. Ancak 20. yüzyılın başlarında müze programlarına eğitici işlevlerin de dahil edilmesiyle müze mekanları ve aydınlatma tasarımlarında önemli değişiklikler yaşanmıştır (IESNA RP 30, 1996).

İç mekanların aydınlatma tasarımı yapılırken görsel ve algısal ihtiyaçlar, güvenlik sorunları, fotometrik hususlar, bütçe, enerji sınırlamalar ve bakım gibi pek çok unsurun dikkate alınması gerekmektedir. Söz konusu müze aydınlatma tasarımı olduğundaysa tüm bu kriterlere eserlerin korunması da eklenmektedir (IES DG-7, 1994).

Tasarım geliştirme aşamasında, ışık kaynaklarının ve armatürlerin seçimi için fotometrik raporlar göz önüne alınır. Alanı ışıkla genişletmek, daha küçük alanlar yapmak, çerçevelemek, vurgulamak için bazı teknikler kullanarak aydınlatma efektleri yaratılır.

Günüşğının zararlı etkileri önlemek için kontrollü dolaylı doğal ışık sağlayacak yöntemler bulunur.

Müze binalarında görsel görevler büyük önem taşır. İç mekana gün ışığı girişine izin verilirken gün ışığından kaynaklanabilecek görsel problemler kontrol edilmelidir. Kamaşma gibi görsel performansı ve görsel konforu etkileyecek sorunlara dikkat etmek önemlidir. Kamaşma eserlerin görüşünü bozabilir. Yapay ışıklandırmadan oluşabilecek kamaşmayı önlemek için yapay ışık kaynaklarını doğru konumlandırmak önemlidir (CIE, 2001). Lamba ışıklarının minimum kalkan açısı, Tablo 4-1de verilen değerlerden daha az olmamalıdır.

Lamba Aydınlık Düzeyi (kcd / m <sup>2</sup> )	Minimum Kalkan Açısı
1 – 20	10°
20 – 50	15°
50 – 500	20°
≥ 500	30°

**Tablo 3.** Lamba aydınlık düzeyi ve buna göre belirlenen minimum kalkan açısı (CIE, 2001).

Sergi mekanlarında daha iyi bir tasarım için sınıflandırma gereklidir. Ancak bu sınıflandırmayla üç boyulu, iki boyut ve camekan içerisindeki eserler için uygun aydınlatma tasarımları geliştirilebilir.

### 4.3. Müzelerde Doğal Aydınlatma

Müze galerilerindeki ışığın kalitesi, sergilenen eserler görünür özelliklerinin ortaya çıkması üzerine etkili olduğundan ziyaretçinin algısı ve deneyimi üzerinde güçlü bir etkiye sahiptir. Doğal ışık altında sanat deneyimi, yapay ışıklandırmaya göre daha rahat ve tatmin edici olabilir. Ayrıca, gün ışığının sürekli değişen doğası nedeniyle, ziyaretçinin deneyimi her seferinde benzersiz olacaktır.

Müzelerde sergilenen eserlerin nesne formunun netliği (heykeller için) ve nesne renginin doğruluğu (resimler, çizimler için) ziyaretçilerin ihtiyaç duydukları en önemli unsurlardır (Garside, 2017). Doğal ışık kullanımı, iyi bir görsel rahatlık seviyesi sağlayabilir. Görünümün doğallığını koruduğu ve nesnelere özgün haliyle ortaya çıkardığı için görsel

keskinliği sağlar. Heykellerin sergilenmesi ile ilgili olarak, doğal ışıkla aydınlatma optimaldir. Günışığı akışı, gölgeler oluşturarak heykellerin dinamik biçimlerini geliştirebilir. Gün ışığının karakteristik yüksek renksel geriverimi (rendering) yapay aydınlatma yöntemleri ile karşılaştırmaz. Sürekli spektrumu nedeniyle, doğal ışıktan aydınlatma tüm renkler için uygun renk algısı sağlamaktadır. Gün ışığının farklılaşmasına rağmen, insan gözü değişikliklere uyum sağlayabilmekte ve nesnenin renginin doğru bir şekilde algılayabilmektedir (McGlinchey, 1994). Özellikle resimlerde doğal ışık, resmin renklerini değiştirmeden sanatçının paletini ve tekniğini doğru olarak ortaya çıkarabilir.

Sürekli değişen gün ışığı biyolojik, görsel ve duygusal açıdan büyük önem taşımaktadır. Müze galerilerinde gün ışığı varyasyonları ile hava, zaman ve mevsime ilişkin bir referans sağlayabilen dinamik bir iç mekan yaratmaktadır (Iordanidou, 2017).

Gün ışığı, insan görüşünün fiziksel olarak adapte olabildiği ışıktır; insan sirkadiyen sistemi için bir uyarıcıdır ve iç mekanlarda ferahlık duygusu vermek ve ruh halini iyileştirmek için tercih edilir. Görsel performansı en üst düzeye çıkarma olasılığı, çoğu elektrikli aydınlatma biçiminden daha büyüktür çünkü mükemmel renk geriverimi sağlayan bir spektrumla sahiptir (Boyce, Hunter ve Howlett, 2003). Kapalı bir alanda aydınlatma, izlenim ve davranış üzerinde de doğrudan bir etkiye sahip olabilir. İnsan vücudu, dış tetikleyicilere uyum sağlamak için gelişmiştir ve gün ışığının değişen yoğunluğu bu ihtiyaca cevap vermektedir.

Müze yorgunluğu, ziyaretçilerin sergilere olan ilgisinin azalmasına neden olmaktadır. Aydınlatma tasarımı ile çekiciliğini korumak için, sirkülasyon ile sergi alanları arasında ışık seviyelerinde bir varyasyon yaratmak önemlidir. Monotonluk görsel verimliliğe yol açabilir, ancak aynı zamanda duygusal yorgunluğa da neden olabilir (Aries, Aarts ve Hoof 2015). Doğal ışığın varyasyonları, ziyaretçiler için rahat görsel geçişler yaratabilir. Duvar açıklıklarının kullanılması da serginin ritmine ve geçiş alanlarının ayrılmasına katkıda bulunabilir.

Müze mimarisinde amaç, sanatın sergilenmesi için optimum çerçeveyi içeren sergi mekanlarında mekansal bir karakter elde etmek ve aynı zamanda ziyaretçiye bir hikaye anlatmaktır. Sanatın daha iyi anlaşılmasına ve takdir edilmesine katkıda bulunmak için sergi tasarımına küratörlük önemli bir yere sahiptir. Bununla birlikte, geleneksel küratörlük stratejileri, galerileri geleneksel ve tarafsız alanlara dönüştürme eğilimindedir (Iordanidou,

2017). Bu sergileme küratörlüğü yaklaşımları, aynı özelliklere sahip tipik mekanları yeniden üreterek müzelerin mimari kimliğini tehlikeye atabilmektedir.

Ek olarak, birçok tarihi bina, başlangıçta farklı işlevleri barındıracak şekilde tasarlanmış olmasına rağmen, müzelere dönüştürülmüştür. Bu gibi durumlarda, gün işığı açıklıklarının değiştirilmesi veya engellenmesi, mimari özelliklerinin ve kültürel değerlerinin değişmesine yol açabilir. G nişığı aydınlatması tasarımının zorluğu, koruma gereksinimlerini ele alırken tarihi kimliği korumada yatmaktadır (Al-Maiyah ve Elkadi, 2015).

Müze mimarisinin rolü, işlevselliğin ötesine geçer; biçim ve estetik yoluyla bir hikaye geliştirmek, sanatı örtmek değil, bir  er eve olarak ona hizmet etmektir. Gün işığı açıklıkları ve kontrol sistemleri, mekanın bütünleşik bir deneyimini oluşturdukları için müze galerilerine kimlik verir. Kentsel  evre görüşlerine izin verdiklerinde, görsel deneyimi mekana. Ayrıca açıklıkların veya kontrol sistemlerinin özel tasarımları mekansal olarak belirlenerek her galerinin benzersiz mimari niteliklerini ortaya çıkarmaya yardımcı olacaktır. Zaman ve hava koşullarından kaynaklanan doğal işık değişimleri, sergilenen sanat için bir  er eve görevi görür. Doğal işık kullanımıyla, sergilenen sanat eserine başka bir "katman" eklenebilir (Iordanidou, 2017).

Doğal işık, yenilenebilir enerjinin birincil kaynaklarından biridir ve mimaride kullanılması, yapılı çevremizin sürdürülebilirliğinde kritik bir rol oynar. Hem sergi alanlarında hem de diğer alanlarda yapay aydınlatmanın kullanılması binanın enerji tüketiminin % 20'sini oluşturabileceğinden, gün işığının müze alanlarında dağıtılması yeşil tasarım için önemli bir stratejidir (ARUP, 2020). Sonuç olarak, gün işığının yapay işıkla birlikte kullanılması ve aydınlatma kontrol sistemleri müzelerin enerji verimliliğini önemli  l de artırabilmektedir.

Optimum sürdürülebilir tasarıma ulaşmak için doğal işık açıklıkları mimari tasarımın erken aşamalarında ele alınmalıdır. Gün işığı açıklıklarının türü, boyutu ve yönü, binanın yüksek veya düşük sürdürülebilirliği arasındaki dengeyi belirleyebilir. Yeterli gün işığı için eşit dağıtılmış işık önemlidir; üstten aydınlatma açıklıkları genellikle işığı daha geniş alanlara dağıtılabilir. Ayrıca, açıklıklar için seçilen malzemeler ve camlar, mekanların iç kısmındaki hava sıcaklığını etkileyerek enerji verimliliğinde önemli bir etkiye sahip olabilmektedir (Iordanidou, 2017).

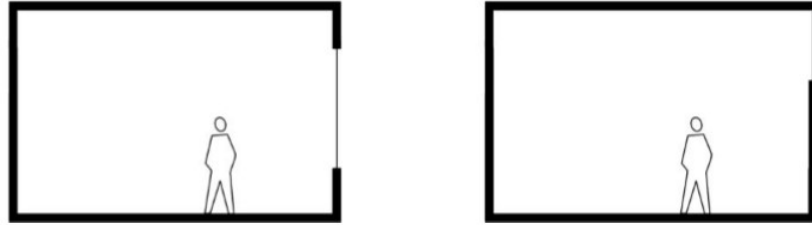
Galeriler için etkili g nişığı tasarımı, gün işığının sürekli değişikliklerine yanıt vermek ve her zaman optimum görüntü koşullarının elde edilmesini sağlamak için yapay aydınlatma

ile entegrasyon gerektirir. Bu planlama, ışık seviyelerinin sergilerin belirli gereksinimlerini karşılaması gereken kalıcı sergiler için galeri tasarımında uygun ve etkilidir. Otomatik kontrol sistemleri, doğal gün ışığı varlığında yapay aydınlatmayı kısabilir veya değiştirebilir. Ayrıca, motorlu güneşlikler ve panjurlar gün boyunca açıklıklardan gün ışığı ve güneş ısı kazanımını optimize edebilmektedir.

#### 4.3.1. Müzelerde Kullanılan Doğal Aydınlatma Yöntemleri

##### 4.3.1.1. Duvar Açıklıkları ile Aydınlatma

İki ana tip duvar açıklığı bulunmaktadır: pencereler ve üst pencere (clestories) (Görsel 11).



**Görsel 11.** Pencere ve üst pencere

Pencereler, ışık, görünüm ve havalandırma sağladıkları için çoğu bina türünde kullanılan en yaygın günışığı elde etme biçimidir. Müzelerde, tarihsel olarak birçok galeride kullanılmışlardır. Bu tipoloji, müze galerilerinde kullanılması belki de en zor olanıdır. Mekâna doğrudan güneş ışığının girmesine neden olabilir veya yüksek kontrastlı alanlar oluşturabilir. Galerilerin içindeki aydınlatma ilkeleri, yeterli gölgeleme ve parlama kontrolü sağlamanın yanı sıra güneş ışığının penetrasyonunu en aza indirmeyi gerektirir. Uygun tasarım ve gölgeleme sistemleri ile doğrudan güneş ışığı kontrol edilebilir veya ortadan kaldırılabilir (Iordanidou, 2017).

Eserlerin doğru olarak yerleştirilmesi de izleyicilere görsel rahatlık sağlamak için kritik önem taşımaktadır. Pencerelerden geçen ışığın yoğunluğu bazı eserleri olumlu yönde vurgulayabilir, ancak hassas parçalar açıklıklara uzak yerler olmalıdır. Gölgeler heykelleri daha dinamik gösterdiğinden heykeller açıklıklara yakın olarak yerleştirilebilir. Resimler için ise açıklıklara bakan pozisyonda yansıma problemleri yaşanabilir ve pencerelere dik açıyla yerleştirilmesi ve eğilerek asılı olması tercih edilmelidir (C. Cuttle, 2007).



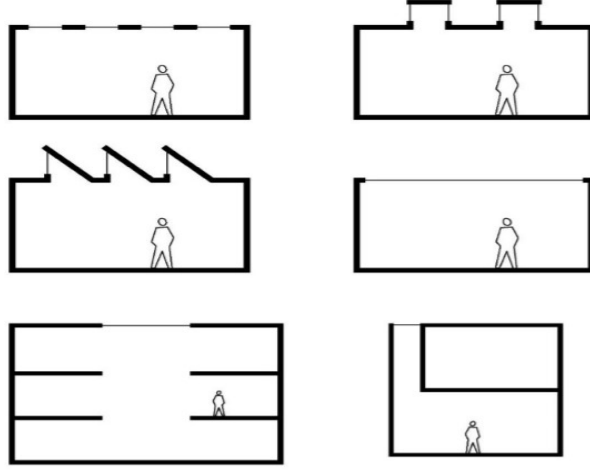
Pencere açıklıkları, bir alanın içine doğal ışığın girmesine izin verir, ancak aynı zamanda dış ortamın bir görünümünü de sağlayabilir. Binanın çevresindeki kentsel ortamların veya doğanın görüntülerini yakalayanmasını hatta bazen bu görünümü sergilenen sanat için bir çerçeve olarak kullanılmasını sağlayabilirler. Pencerelerin farklı boyutu, şekli ve konumu, bir mekanın dış mekanla kurabileceği ilişki üzerinde doğrudan bir etkiye sahiptir. Tüm cam cepheler veya küçük pencereler hem gün ışığını hem de ziyaretçilerin deneyimini farklı şekilde etkiler. Pencerelerin yüzeyi ne kadar büyükse, sağladıkları açıklık o kadar yüksek olur.

Üst pencereler, duvarda daha yükseğe yerleştirilmiş duvar açıklıklarıdır. Göz seviyesinden daha yükseğe yerleştirildikleri için ışığın daha derin nüfuz etmesine izin verir ve parlama olasılığını en aza indirirler. Ancak, göz seviyesinden daha yüksek oldukları için, görüş gökyüzü veya daha yüksek bir çevre ile sınırlıdır. Bu nedenle sağladıkları açıklık hissi pencerelerden daha düşüktür (Iordanidou, 2017).

Her iki tip için de açıklık hissi, hem galerinin boyutlarına (genişlik, yükseklik), hem de açıklıkların boyutları, sayılarına ve yönlerine yakından bağlıdır. Farklı yönlerdeki açıklıkların kombinasyonu, dış ortama daha yüksek bir bağlantı oluşturmaktadır (Matusiak, 2006).

#### **4.3.1.2. Çatı Açıklıkları ile Aydınlatma**

Çatı açıklıkları ile aydınlatma, tek tip aydınlatma elde etmek ve parlama olasılığını azaltmak için kullanılır (Görsel-12). Tavan açıklıkları, mekanın organizasyon planına müdahale etmeden aydınlatma esnekliği sunar ve toplam duvar yüzeyini sergilenmeye hazır bırakır. Duvar açıklıkları ile aydınlatmada olduğu gibi, açıklıkların formu, boyutu, sayısı ve konumu, ışığın mekandaki dağılımını tanımlar. Eşit bir aydınlatma elde etmek için, açıklıklar alan boyunca eşit olarak yayılmalıdır (Iordanidou, 2017).



**Görsel 12.** Farklı Çatı Açıklıkları

Üstten aydınlatmalı açıklıklar, gökyüzüne veya daha yüksek bir çevreye yönelik olası görüşü en aza indirir veya bazen hiç görüş sağlamaz. Şehir veya doğa bağlamına dair bir görüşün yokluğu nedeniyle, dış çevreyle bağlantı sınırlıdır; ancak, her durumda zaman ve hava koşullarının neden olduğu dış koşullardaki değişiklikler hakkında bilgi sağlayabilirler.

Birçok farklı çatı açıklığı vardır ve şeffaf camla birlikte gökyüzünün veya bitişik binaların engelsiz görünümünü sağlayabilir (CIBSE, 1999). Güneş ışığının nüfuz etmesini kontrol etmek ve dışarıyla bağlantılarını sürdürmek için gölgeleme cihazlarıyla birleştirilebilirler. Tüm tavan kullanıldığında hem mekandaki ışığın dağılımını iyileştirir hem de olası görüntüyü maksimize ederek yüksek derecede açıklık yaratır. Çatı aydınlatma açıklıkları difüzör camla kapatıldığında, iç kısımdaki ışığın dağılımı daha düzgün ve sabit olur ve dışarıya doğrudan görüş kesilir. Sonuç olarak, alan daha kapalı veya yalıtılmış hissi vermektedir.

Çatı açıklıkları, müzelerin mimari formlarının tasarımında daha geniş bir özgürlük sağlar, ancak yalnızca binanın üst katları ile sınırlı olabilir. Büyük binalar, iç galerilerinin gün ışığı almasına izin veren atriyum ve ışıklıkların kullanımından yararlanabilir. Atriyumun üstü kapalıysa, şeffaf camlar, açıklık ve konumlandırma boyutlarına bağlı olarak gökyüzünü görmeye izin verebilir. Atriyumun şekli ve genişliği kadar, onu oluşturan katların sayısı da hem ışığın dağılımını hem de dış ortama bağlantısını etkiler. Çatı açıklıkları büyük mimari yapılarda doğrudan görüş sunmasa da, doğal ışık dinamikleriyle dış mekana bağlantı sağlayabilmektedir (Iordanidou, 2017).

Üstten aydınlatma açıklıkları, iç mekanın estetiğini ve görsel deneyimini şekillendirmek için çeşitli şekillerde kullanılabilen dinamik bir tasarım öğesidir. Açıklığı görsel olarak

gizlerken gün ışığı da yönlendirilebilir ve kontrol edilebilir. Doğal ışık sergilenen sanat eseri için dinamik bir sahne oluşturur. Üstten aydınlatmanın bu şekilde kullanılması, iç mekan algısını şekillendirebilir, ancak dış çevre ile herhangi bir görsel bağlantıyı kesmektedir.

#### 4.3.2. Müzenin İşlevine Göre Aydınlatma Kriterleri

Müzeler farklı işlevlere sahip alanlardan oluşmaktadır. Müzelerdeki bu alanların aydınlatılmasının alanın işlevine hizmet edecek şekilde tasarlanması önemlidir. Aşağıdaki Tabla 4'te müzelerdeki farklı alanlar için tavsiye edilen aydınlık düzeyleri gösterilmektedir.

Müze Mekanları		Aydınlık düzeyleri (luks)
Fuaye ve Dolaşım alanları		100
Resepsiyon ve Mağaza Alanları		300
Işığa Duyarlılığına Göre Sergi Alanları	Duyarsız	$\infty$
	Düşük Derecede Duyarlı	200
	Orta Derecede Duyarlı	50
	Yüksek Derecede Duyarlı	50
	Depo	0

**Tablo 4.** Müzedeki alanlar için tavsiye edilen aydınlık düzeyleri (IESNA, 2000, IESNA RP 30, 1996).

##### 4.3.2.1. Giriş Bölümü

Ziyaretçileri karşılayıp binanın içine çeken bölüm giriştir. Ancak kimi müze ve sergi alanlarında ek olarak sergileme amacıyla özel olarak tasarlanabilir. Alan sanat eserlerini sergilemek için kullanıldığında, eserleri dış etkenlerden, günışığı ve yapay aydınlatmanın zararlı etkilerinden korumak için eserlerin ışık duyarlılıklarına göre gerekli önlemler alınması gerekmektedir.

#### **4.3.2.2. Dolaşım**

Alanlar arasındaki bağlantılar dolaşım alanları sağlanır. Müze olarak kullanılan binaların mimari özellikleri bağlantı tasarımlarının belirlenmesinde önemli rol oynar. Dolaşım aksları, koridorlar, dikey ve yatay bağlantılar, rampalar, merdivenlerin tasarımı büyük önem taşımaktadır. Dolaşım alanlarının tasarımında şeffaflık çekici bir atmosfer yaratmak için önemli bir faktördür.

Farklı seviyelerdeki sergi alanlarını tek bir Merkez etrafında konumlandırılması ve bu alanların dolaşım sistemleri ile birbirine bağlanması yaygın olarak kullanılan bir özelliktir.

#### **4.3.2.3. Yönlendirme**

Müzelerde dolaşım için en önemli faktör yerinde yönlendirme sistemleri gibi görünmektedir. Yönlendirme sergi alanlarının rahatça dolaşılması ve ziyaretçilerin zorlanmadan sergi alanlarını bulmasını sağlar Bu nedenle haritalar ve yön işaretleri gibi yönlendirme araçları müzelerde yön bulma açısından kritik öneme sahiptir (Bitgood S., 1988). Günümüzde kullanılan yenilikçi teknolojiler de ziyaretçilere dolaşım alanlarında yol bulma konusunda rehberlik edebilmektedir.

#### **4.3.2.4. Sergileme**

Sergileme alanları müzelerde en önemli bölümdür. Müzelerin esas işlevlerini yansıtan bu alanlarda çeşitli eserler sergilenir. Mekan kurgusunun önemli olduğu sergileme alanları ana arterdir ve diğer mekanlar bu ana arterlere bağlatılıdır. Müzenin yapısına göre göre sergileme alanları birbine bağlantılı küçük alanlardan ya da geniş açıklıklardan oluşabilirler. Nasıl bir yapıya sahip olursa olsun sergileme alanlarındaki eserlerin aydınlatılmasında öncelikle eserlerin korunmasına dikkat edilmelidir. Bunun için de sergilenen eserlerin doğru bir biçimde tanımlanması önemlidir. Eserler doğru bir biçimde tanımlandıktan sonra ışığa karşı duyarlılıklarına göre sınıflandırılmalı ve aydınlatma buna göre yapılmalıdır. Işığa duyarlılığı yüksek olan eserlerin aydınlatılmasında esere zarar vermeyecek ancak ziyaretçilerin görsel algısını ve serin etkisini bozmayacak şekilde sergileme mekanı ve/veya eserler en az düzeyde aydınlatılmalıdır. Ayrıca eserleri ışığa maruz kalma süresi de dikkat edilmesi gerekmektedir. Yine eserlerin ısı ve nemden korunması eserlerin zarar görmesini engelleyecektir. Doğal aydınlatma kullanılan müzelerde eserleri güneşten gelen ultraviyole ışıklardan korunması için gereken önlemler alınmalıdır. Sergileme alanlarının tasarımı yapılırken tüm bu etmenlerin göz önüne

alınması hem eserlerin korunması hem de ziyaretçilerin tatminin sağlanması için önemlidir.

#### **4.4. Müzelerde Doğru Aydınlatma Kriterleri**

Klasik müzelerde sergileme yüzeyi olarak tüm duvarlar kullanılmaya çalışılmıştır. Bu yüzeyleri homojen biçimde aydınlatmak için çatı açıklıkları veya tavana yakın yüksek pencereler kullanılmaktadır. Gün ışığını göz hizası üzerinde bir seviyeden içeri alan bu düzenleme parlama ve kamaşmayı da azaltmaktadır.

Müzelerde sergilenen eserler için en büyük tehlike yanlış konumlandırma değildir. Eserler yanlış ışık açısı ile konumlandırıldığında ve/veya gereğinden fazla ışığa maruz kaldığında fiziksel ve kimyasal bozulmalara uğrayabilmektedir. Önceki bölümde de belirtildiği gibi eserlerin ışığa duyarlılıkları farklıdır. Işığa çok duyarlı eserler (kumaşlar, halılar, kağıt, ahşap, deri, yağlı boya tablolar vb.) organik nesnelere aittir. Vernikli yağlı boya tablolar, cilalı mobilyalar ışığa orta duyarlı nesnelere aittir. Cam, taş, madeni para, mücevher, vb. inorganik nesnelere ise ışığa en az duyarlıdır. Müzelerdeki sergileme alanlarında sergilenen eserlerin yerleşimi ve aydınlatılması ışığa duyarlılıklarına göre yapılmalı ve zararlı ışınımın doğrudan doğruya önlemleri alınmalıdır. Müze objelerinin önerilen sınıflandırması Tablo 5'te görülmektedir.

Kategori	Açıklama
İşığa duyarsız materyaller	Birçok metal, taş, birçok cam türü, seramik, emaye, birçok mineral türü gibi ışığın etkilemediği kalıcı ve sağlam materyallerdir.
İşığa düşük derecede duyarlı materyaller	Yağlı boya, fresk, boyasız ahşap ve deri, boynuz, kemik, fildişi, lake, plastik gibi ışığın daha az etkilediği dayanıklı malzemelerdir.
İşığa orta derecede duyarlı materyaller	Kostümler, suluboya, pastel boya, dokuma duvar örtüsü, baskı ve çizimler, el yazmaları, minyatürler, duvar boyaları, guaj boya, işlenmiş deri ve birçok tarihi doğal obje, botanik örnekler, kürk, kuş tüyü gibi ışığın kısmi olarak veya orta seviyede etkilediği kalıcı olmayan materyallerdir.
İşığa yüksek derecede duyarlı materyaller	İpek, gazete kağıtları, uçucu içeriği olan renklendiriciler gibi ışığın çok fazla etkilediği materyallerdir.

**Tablo 5.** Müze objelerinin sınıflandırılması (CIE157, 2004).

Müzelerde sergilenen eserlerin ışığa maruz kalma süreleri de dikkat edilmesi gereken konulardandır. Müzedeki eserlerin yıllık ışığa maruz kalma miktarları takvim yılı boyunca sergilendikleri yerdeki kümülatif aydınlık maruziyetine karşılık gelir. Hassas nesnelere ışığa maruziyetlerinin ne kadar olabileceği kesin ve katı yönergelerle belirlenir (CIE 157, 2004). Sınıflandırılmış nesnelere için aydınlatma seviyeleri ve yıllık ışığa maruz kalma değerleri Tablo 6'da verilmiştir.

Malzeme Sınıflandırması	Aydınlık Düzeyi (luks)	Maruz Kalınan Işık Miktarı (luks h/y)
Duyarsız	$\infty$	$\infty$
Düşük Derecede Duyarlı	200	600000
Orta Derecede Duyarlı	50	150000
Yüksek Derecede Duyarlı	50	15000

**Tablo 6.** Tavsiye edilen aydınlık düzeyleri ve ışığa maruz kalma miktarı değerleri (CIE157, 2004).

Bir müze veya sanat galerisi için aydınlatma tasarımı sanat ve bilimin bir sentezidir. Tasarım, projenin ilk adımlarından itibaren düşünülmeli ve ayrıca uluslararası aydınlatma standartları hakkında gerekli tüm bilgileri içermelidir. Binanın aydınlatma tasarımında, yapı elemanlarını tasarlanırken binanın aydınlatma sistemi de dikkate alınmalıdır.

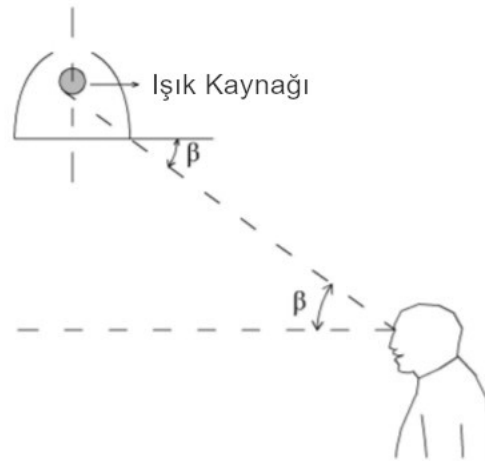
Aydınlatma tasarımı birçok uzmanın görüşü alınarak yapılır. Küratör ve müze eğitmenleri ile yapılan görüşmeler, eserlerin sergilendiğinde nasıl görünmesi gerektiğini, ziyaretçinin sergi boyunca nasıl yönlendirileceğini ve eserin nasıl vurgulanacağını belirlemede yardımcı olacaktır. Müze müdürü ve aydınlatma tasarımcısı arasındaki görüşmeler, nesnelerin ışık hassasiyetine, nesnelerin aydınlatma sınırlarına, maruz kalma süresi sınırlarına veya dalga boylarına odaklanmalıdır (Şener, 2009). Sergi tasarımcısıyla yakın bir çalışma, serginin görünümünü olumlu yönde etkileyecektir (IESNA RP 30, 1996).

#### 4.4.1. Parıltı, Kamaşma ve Yansımanın Kontrolü

Gün ışığı görsel performansı en üst düzeye çıkarabilir, ancak düzgün kontrol edilmezse hem ziyaretçiler hem de galerilerin içindeki çalışanlar için görsel uyum sorunlarına neden olabilir. Ayrıca ziyaretçinin sanat eserlerinden aldığı doyumunu olumsuz etkileyebilir. Görsel performans ve konforu olumsuz etkileyecek durumlar, parıltı, kamaşma, yüksek kontrastlı alanlar, yansımalar ve gölgelerdir. Doğrudan veya dolaylı kamaşma rahatsızlığa, dikkatin

dağılmasına neden olabilir veya görme keskinliğini en aza indirebilir. İnsan gözü, görüş alanındaki en parlak noktaya tepki verir. Aşırı parlaklı farklılıkları, gözün sürekli olarak büyük adaptasyonlar yapmaya çalışmasına ve bu da göz yorgunluğuna neden olabilir. Parlaklıktaki bu değişiklikleri yönetmek için gün ışığı tasarımı, mekanın yeterli aydınlatmasını hedeflemelidir. Ayrıca gölgeler ve yansımalar, sanat eserlerinin algılanmasını değiştirebilir ve dikkat dağılmasına neden olabilir. Uygun gün ışığı kontrol tasarımı ve cihazları gölgeleri en aza indirebilir ve eserleri görüntülemek için en uygun koşulları yaratabilir. Rahatsız edici yansımaları ortadan kaldırmak için düşük yansıtıcılığa sahip iç malzeme ve kaplamalar seçilmelidir.

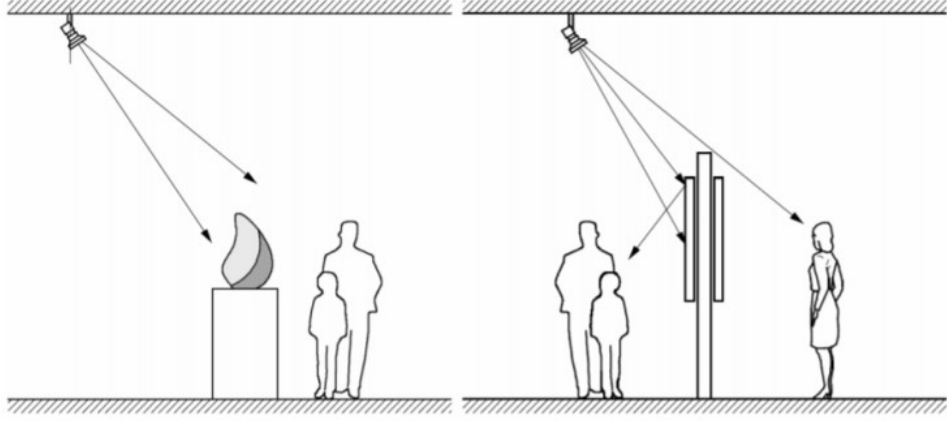
Müzelerin sergi alanlarında kamaşmanın önlenmesi büyük önem taşımaktadır. Bunun için aydınlatma araçlarında örtücü, siperlik ya da yayıcılar kullanılmaktadır. Siperlik engel açısının ( $\beta$ ) aydınlatma araçlarında en az 30 derece olması gerekmektedir (Görsel-13).



**Görsel 13.** Siperlik engel açısı ( $\beta$ )

Sergi alanlarında kamaşmanın önlenmesi için aydınlatma aygıtı ekseninin düşeyle yaptığı açının  $35^\circ$  den büyük olmaması, alçak sergileme panoşarında ise aydınlatma araçlarının gözlemcinin görme alanı içine girmemesi önemlidir (PD CEN/TS 16163, 2014). (Görsel-14).





**Görsel 14.** Sergileme alanlarına kamaşmanın önlenmesine yönelik öneriler

Sergileme alanlarındaki vitrin camları, cam çerçeveli resimler, döşeme yansımaya neden olabilir. Yansıma nedeniyle oluşabilecek görsel rahatsızlık bakılan eser, gözlemci konumu ve ışık kaynağı arasındaki geometrik ilişkilerin düzenlenmesi ile azaltılabilir (Dokuzer Öztürk, 2016). Camekanların aydınlatılmasında, camekanın konumu, tipi ve gözlemci konumunu dikkate almak gerekir. Düşey camekanlar için yansıma bölgesi gözlemcinin vitrine uzaklığına bağlı olarak belirlenmelidir. Camekanın dışından yapılan, aydınlatma aygıtlarının yerleşimi bu bölgenin dışına yapılmalıdır (IESNA, 1996). Yatay camekanlarda ışığın yansımalarını engellemek daha zorlayıcı olabilir. Cam çerçeveli resimlerin aydınlatılmasında da yansıma bölgesi dikkate alınmalıdır.

Cam yüzeylerde antirefekte kaplama kullanmak sergi alanlarında yer alan cam yüzeylerdeki yansımaları önlemek için kullanılabilir. Mat döşeme yüzeyleri, mat cilalı kaplamalar döşeme yüzeyinden kaynaklı yansımanın önüne geçmek için kullanılabilir.

#### **4.4.2. Sergilenen Eserlere Güneş Işığının Etkisi**

Müzelerin temel sorumluluklarından biri, koleksiyonları ve kültürel mirası gelecek için korumaktır. Bu nedenle, teşhir için ideal koşulları sağlamalıdır, çünkü bazı eserlerin doğal ışığa kontrolsüz bir şekilde maruz kalmaları eserlerde potansiyel hasara neden olabilir. Solma, ışık hasarının en bilinen biçimlerinden biridir, ancak ışıktan dolayı eserlerde ciddi fiziksel ve kimyasal hasar meydana gelebilir. Bu tür reaksiyonlar çoğu durumda geri çevrilemez, bu nedenle sergilenen nesnelere için koruyucu önlemler gereklidir.

Eserler üzerindeki en büyük hasar kaynakları ultraviyole ve kızılötesi ışıktır. Ultraviyole ışık fotokimyasal tahribata, kızılötesi ışık ise radyan ısıtma etkisine neden olabilir, bu nedenle ışınları mümkün olduğunca filtrelenmeli ve ortadan kaldırılmalıdır.

Bununla birlikte, görünür ışık da eserlerin bozulmasına neden olabilir. Malzemelerin solmasına, sararmasına, zayıflamasına ve hatta parçalanmasına neden olabilir. Olası ışık hasarını önlemek için sergiler, malzeme türüne ve aydınlatma koşullarına bağlı olarak kategorize edilmelidir. Doğal ışıktan kaynaklanan hasarın miktarı, ışığın yoğunluğuna ve maruz kalma süresine de bağlıdır.

Müzelerdeki tüm organik materyaller ışıkta risk altındadır. Taş, metal, cam ve seramik gibi inorganik malzemeler ışıktan büyük oranda etkilenmez ancak yavaş yavaş değişime uğrayabilir. Işığın en büyük etkisi yüzey bozulmasıdır. Ayrıca malzemelerin renginde de solmaya neden olabilir. Müzelerdeki doğal ve yapay aydınlatma, oksitlenme için bir katalizör görevi görerek pekçok malzemenin bozulmasını hızlandırır, kağıt gibi selüloz liflerinin kırılma seviyesini artırır, kağıdın veya sanat eserinin rengini bozar, soldurur veya karartır, doğal kumaşı aşındırır; sergilenen eserlerin yüzey sıcaklığını artırır (Pavlogeorgatos G., 2003).

Müzeler eserlerin zarar görmesi tamamen önlenemese de belirli önlemler alınarak kontrol altına alınabilir. UV'yi ortadan kaldırmak, aydınlatmayı sınırlandırmak ve maruz kalma süresini kısaltmak en önemli önlemlerdir. Tablo 7'de bazı ışık kaynaklarının bağlı hasar oranları verilmiştir.

Işık Kaynağı	Bağıl Hasar Oranı (%)
Açık Gökyüzü	1,6-1,7
Bulutlu Gökyüzü	0,7
Floresan Lamba (Soğuk)	0,45-0,55
Floresan Lamba (Sıcak)	0,40-0,55
Akkor Telli Lamba	0,14-1,15

**Tablo 7.** Bazı ışık kaynaklarının bağıl hasar oranları

Işık fotokimyasal etki ve radyan ısıtma etkisi nedeniyle sergilenen eserlerde bozulmaya neden olur. Fotokimyasal etki müze eserlerinin yapısına göre farklı şekillerde olabilir. Solmaya, koyulaşmaya ve bazı durumlarda kumaşlarda liflerin yıpranmasına neden olabilir. Fotokimyasal etki seviyesini ışınım, maruz kalma süresi, gelen radyasyonun spektral güç dağılımı, eserin eylem spektrumu belirler (CIE 157, 2004).

Radyan ısıtma, gelen radyan akısının emilimi nedeniyle yüzey sıcaklığının ortam sıcaklığının üzerine çıkması olarak tanımlanabilir. Fotokimyasal eylem ile karşılaştırıldığında daha az ciddi bir hasar kaynağıdır. Aydınlatılmış bir yüzeyin sıcaklığını yükseltme etkisine sahiptir ve bu da kimyasal bir aktiviteye neden olur. Ortam sıcaklığında bir değişiklik olduğunda, malzemeler için boyutsal değişiklikler ve bozulmalar gözlemlenmek mümkündür (CIE 157, 2004).

Müzelerde UV radyasyonunun ortadan kaldırılması da önemli bir durumdur. UV oranı, yapay ışık kaynaklarına göre gün ışığında daha yüksektir, bu nedenle pencereler ve çatı pencereleri üzerine UV emici filtrelerin kurulmasına öncelik verilmelidir (CIE 29.2, 1986). Tablo 8'de bazı ışık kaynaklarının UV içeriği verilmiştir.

Işık Kaynağı	Bağıl Hasar Oranı (%)
Gün Işığı	400-1500
Tungsten Akkor Lamba	70-80
Tungsten Halojen Lamba	40-170
Floresan Lamba	30-100
Metal Halide Lamba	160-700
Led	< 5

**Tablo 8.** Bazı ışık kaynaklarının UV içeriği.

#### 4.4.3. Üç Boyutlu Eserlerin Aydınlatılması

Üç boyutlu eserlerin etkin bir biçimde sergilenebilmesi için boyut ve biçimlerini göz önüne alınarak nasıl bir aydınlatma sistemi kullanılacağına karar verilmez. Gün ışığı üç boyutlu eserlerin en etkinliğinin en iyi algılandığı ışıktır. Ancak gün ışığının gün içerisinde, mevsimlere ve hava durumuna göre farklılıklar göstermesi, zaman zaman yapay aydınlanmadan yararlanılmasını gerektirebilir. Seramik, heykel gibi özgün yüzey özellikleri olan eserlerin formunun ve yüzey özelliklerinin doğru bir biçimde yansıtılması için gölge ve ışığın doğru olarak kullanılmasıyla mümkündür. Işık kadar gölgenin de üç boyutlu eserlerin formunun etkin bir biçimde yansıtılması için büyük bir öneme sahiptir. Üç boyutlu eserlerin sergilenmesinde gölgelerin istenilen etkiyi yaratmasını sağlamak için doğru ışığın seçilmesinin yanında ışığı yönü ve esere uzaklığında doğru olarak ayarlanmasına dikkat etmek gerekir. Aydınlatmanın yönü ve yeri, eserin formunun ve yüzey özelliklerinin yaratacağı algısal etkiyi desteklemede önemlidir. Üç boyutlu eserlerin aydınlatılmasının uygun bir biçimde yapılması bu eserlerin ziyaretçilerin üzerindeki algısal etkinliğini arttıracaktır.

#### **4.4.4. İki Boyutlu Eserlerin Aydınlatılması**

Düşey yüzeylerde sergilenen tablolar, düz yüzeye sahip eserler iki boyutlu eserlerdir. İki boyutlu eserlerin homojen bir biçimde aydınlatılması sağlamak özellikle eserin yüzeyi büyüdükçe zorlaşmaktadır. Ayrıca aydınlatmanın ışığa duyarlı esere zarar vermeyecek şekilde yapılması gerekir. Bu nedenle iki boyutlu eserlerin aydınlatılmasında eserin zarar görmesini önlemek için homojen bir aydınlık oluştururken aydınlık düzeyinin belirlenmiş sınırlar içinde kalması sağlanmalıdır. Hem ışığın eser üzerinde homojen olarak dağılımını sağlamak hem de esere zara vermemek için aydınlatma yapılırken hem eserin boyutları hem de eserin ışığa olan duyarlılığı hesaba katılmalıdır. Örneğin boyutları aynı olsa bile yağlı boya bir tablo ile sulu boya bir tablonun aydınlatılması aynı şekilde olmaya bilir. Sulu boya yağlı boyaya göre ışığa daha fazla duyarlı olduğundan iki tablonun boyutları aynı olmakla birlikte kullanılan aydınlık düzeylerinin aynı olması mümkün değildir. Bu nedenle eserler birbirleri ile benzer özelliklere sahip görünseler bile eserin aydınlatması yapılmadan önce tüm özellikleri dikkate alınmalıdır.

İki boyutlu eserlerin yüzeyinde homojen bir aydınlık düzeyi oluşturulabilmesi için ışıklıkların düşey ekseninde en az 30°, en fazla 45° açı ile konumlandırılması önerilir (IESNA, 1996). . 45° den yüksek açılarda yapılan aydınlatmada izleyinin gölgesinin eserin üzerine düşme sorunu ortaya çıkar.

İki boyutlu eserlerin aydınlatılmasında genellikle tavana monte edilmiş, açısı ayarlanabilen ışıklar kullanılır. Bu basit aydınlatma yöntemi müze ve sanat galerilerin aydınlatılmasında en çok kullanılan yöntemdir. Bu yöntemde dikkat edilmesi gereken cam yüzeylerin aydınlatılmasında tavanda konumlandırılmış ışıkların cam yüzeylerden yansıyarak kamaşmaya yol açmasının önlenmesidir. Kamaşmanın önlenmesi için yüzeyi prüzlü cam kullanmak gerekebilir.

#### **4.4.5. Camekan İçindeki Eserlerin Aydınlatılması**

Camekan içerisinde sergileme hassa eserlerin donma, çapma gibi etkenlerden zarar görmesini engelleyerek ziyaretçilerin eserleri daha yakından görebilmesini sağlayan bir sergileme yöntemidir. Camekanlar akrilik, pleksi, cam gibi malzemelerden oluşur. Camekan vitrinlerde aydınlatma içeriden ya da dışarıdan yapılabilir. Aydınlatmada düşük voltajlı akkor lambalar, ledler, fiber optikler kullanılabilir. Camekanların aydınlatılmasında en sık karşılaşılan problemler yansıma, ısınma ve eserin üzerine gölge düşmesidir. Ziyaretçinin gölgesinin eser üzerine düşmesinin engellenmesi ve yansıma, kamaşma gibi görsel konforu olumsuz olarak etkileyecek sorunların giderilmesi için ışık kaynağının cinsi,

pozisyonu ve açısı dikkate değerlendirilmesi gerekir. Işık kaynağının camekanın dışına yerleştirilmesi camekan içerisinde oluşabilecek ısınmanın engellenmesine yardımcı olur. Ancak dışarıdan yapılan aydınlatmada camekan ısınma içerisindeki ısınmayı tamamen yok etmez, bu sorunun çözümünde uygun reflektör ve ısı filtreleri kullanılabilir (IESNA, 1996). Dışarıdan aydınlatma yapıldığında ışık kaynağının camekandan yüksekte yer alması ve ışığın camekanın üzerine yönlendirilmesi gerekir. Ayrıca kamaşma sorununa karşı ışık kaynağı görüş alanı içerisindeki yansıtı yüzeylerin uzağında konumlanmış olmalıdır.

Camekan içindeki aydınlatmada ısınmaya dikkat etmek çok önemlidir. Camekan içinde yer alan ışık kaynaklarının düşük voltajlı olması gerekir. Son dönemlerde camekan içinde aydınlatmalarda ışık kaynağı olarak ledler tercih edilmektedir. Bunun sebebi bu ışık kaynaklarının düşük voltajlarda kaliteli aydınlatma sağlamalarının yanı sıra daha geç ısınıyor olmalarıdır (IESNA, 1996).

#### **4.5. Cermodern'de Doğal Aydınlatmanın İncelenmesi**

Ankara'da yer alan Cermodern, Kültür ve Turizm Bakanlığı tarafından eski vagon tamirhaneleri ve cer atölyeleri, sanat merkezine dönüştürülerek 2010 yılında sanatseverlere açılmıştır (Görsel-15).

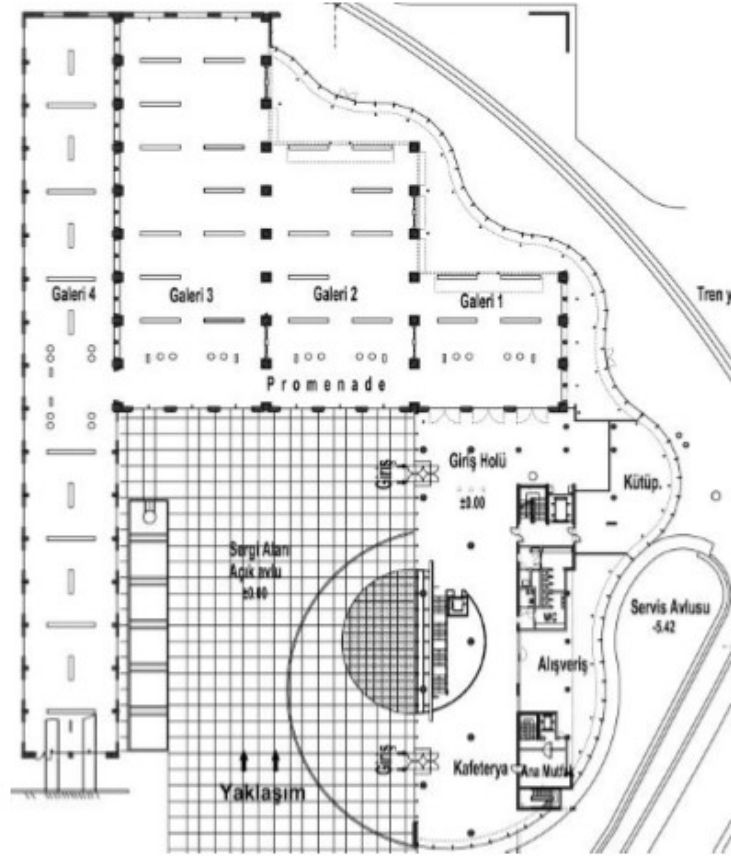


**Görsel 15.** Cermodern

Toplam 11.500 m<sup>2</sup> kapalı alandan oluşan Cermodern'de çeşitli aktivitelerin gerçekleştirildiği mekanlar yer almaktadır (Görsel 14) Sanat merkezinin giriş katında yayın, katalog ve kütüphane bölümü bulunmaktadır. Bu bölümde sahne sanatları, modern sanatlar ve düşünsel alanlarla ilgili başvuru kaynakları yer almaktadır. Müzenin hediyelik eşya mağazası olarak kullanılan alan, kütüphanenin yanında yer almaktadır. Burada ziyaretçiler için özel ürünler satışa sunulmaktadır (Görsel 15).



**Görsel 16.** Cermodern kütüphanesi ve hediyelik eşya bölümü



**Görsel 17.** Cermodern, zemin kat planı, (Uygur Mimarlık, Çizim arşivi).

Müze ziyaretçilerine hizmet veren kafe yapının zemin katında yer almaktadır. Otopark alanı ise yapının girişinde yer almaktadır. Avlu alanı sinema gösterimleri ve açık hava konserleri için kullanılmaktadır.

Giriş katındaki ana salonlarda dönüşümlü olarak Cermodern'nin kendi derlediği sergilerin yanısıra uluslararası galeri ve müzelerle birlikte derlenen çalışmalar sergilenmektedir. Alt katta yer alan fotoğraf galerisinde fotoğraf sergileri yapılmaktadır.

Cermodern'in alt katında yer alan atölyelerde yılın belirli zamanlarında farklı etkinlikler düzenlenmektedir. Sanatçı atölyeleri olarak adlandırılan bu mekanların aydınlatılmasında doğal aydınlatma kullanılmaktadır. Bu mekanlardaki doğal aydınlatma mekanın arka taraflarında yer alan kuranglez işlevindeki ışık kuyuları ile yapılmaktadır. Işık kuyuları güneş ışığının mekanın iç taraflarına doğru aktarılmasını sağlamaktadır.



**Görsel 18.** Cermodern, Işık Kuyusu (Url-4)

Yapının alt katında yer alan salon da konser, bilimsel toplantı ve konferans gibi farklı amaçlar için kullanılabilir.

Cermodern'in ana sergi mekanında, yapının arkasında yer alan cam "duvar" gün ışığının sergi mekanına yandan girmesini sağlamaktadır. Güneş ışınlarının iç mekana kontrollü olarak girişi için güneş kırıcılar kullanılmıştır (Görsel 19). Mekana giren güneş ışığı miktarını arttırması yanal pencereler ve çatıdaki açıklıklar ile sağlanmıştır. Mekanın çatısındaki açıklık mekanın lineerliğini vurgulayan fiziksel bir eleman niteliği taşımaktadır. Bu düzenleme, yapının malzemesi ve mimari özelliklerini ortaya çıkaran tatmin edici bir aydınlatma sağlamaktadır.





**Görsel 19.** Güneş Kırıcı Elemanlar

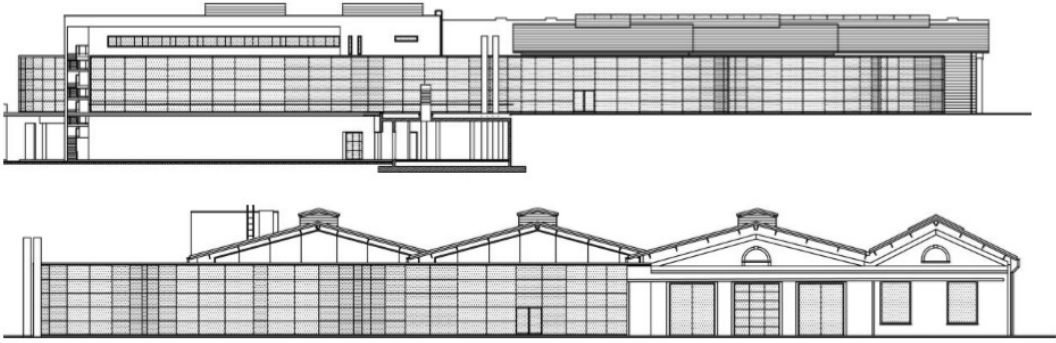
İlk olarak endüstri yapısı olarak tasarlanmış, sonrasında çağdaş sanat merkezine çevrilmiş bir yapıda ışığın zararlı etkilerinden eserleri korumak ve ziyaretçilerin görsel konforunu sağlamak için gün ışığının işlevsel kullanımının yeniden düzenlenmesi gerekebilmektedir.

Cer Atölyeleri'nin dönüştürülmesi ve sonrasında tasarlanmış olan ek binadan oluşan Cermodern'nin doğal ışığı mekanın içine almak için tasarlanmış olan açıklıkları; yapıların formlarını belirlenmesinin yanı sıra ziyaretçilere görsel zenginlik sunmaktadır. Ancak ilk olarak bir endüstri yapısı tasarlanmış binanın geniş pencere ve çatı açıklıklarına sahip olması, bir kültür-sanat merkezine dönüştürülürken aydınlatmasıyla ilgili bazı sorunlar ortaya çıkabilmektedir. Atölyelerin içerisinde sergilenen eserlerin, ışığı zararlı etkileri nedeniyle hasar görmesinin engellenmesi gerekmektedir.

Cermodern, sadece sergileme mekânlarıyla sınırlanmamış, pekçok işlevde kullanılabilecek bir kurguda düzenlenmiştir. Atölyelerden dönüştürülmüş galeriler, farklı sergileme biçimlerine olanak sağlayacak şekilde taşarlanmıştır. Sonradan modern tarzda inşa edilmiş Ek Bina ise tiyatro oyunları, söyleşiler, film gösterimleri gibi farklı amaçlar için de kullanılmaktadır.

Cermodern'in doğal aydınlatma sistemi, yeniden işlevlendirilirken hem cer atölyeleri mimarisi yapısı temel alınmış hem de sergilenen eserlerin korunması için gerekli önlemler göz önünde bulundurulmuştur.

Cermodern'nin ek binasında yer alan cam cephe, yapının batı cephesinden başlayıp güneydoğusuna kadar devam eder ve Galeri 3'ün duvarıyla birleşir. Bu cephe, binanın önemli karakteristik özelliğini oluşturur (Görsel 20, Görsel 21).



**Görsel 20.** Cermodern, cephe görünüşleri, (Uygur Mimarlık, Çizim arşivi).



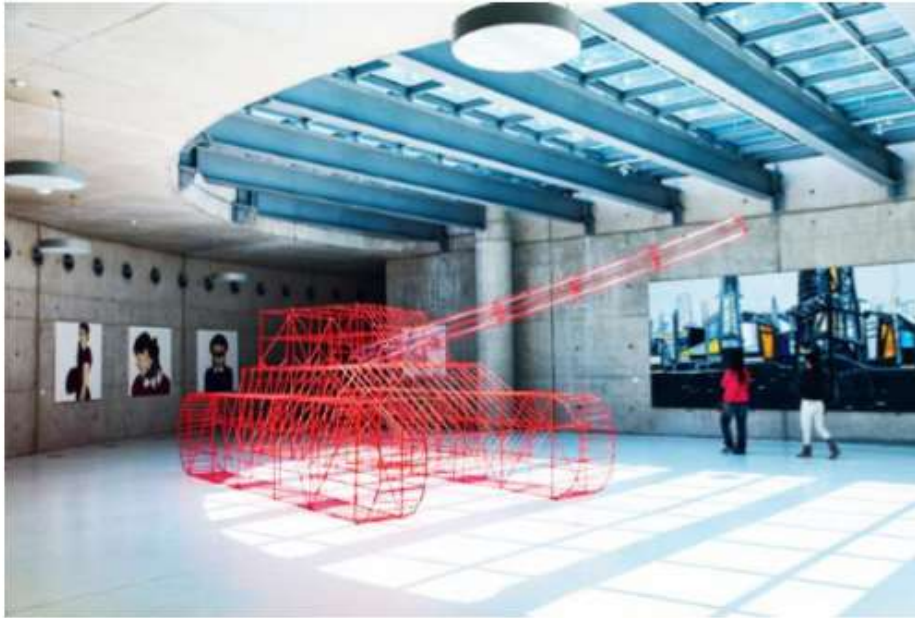
**Görsel 21.** Ek binanı cam cephesi ve galeriler

Binanın cam cephesi açık gök koşullarında güneş neredeyse tüm açılarıyla direkt olarak girdiğinden cam cephenin tasarımında güneş kırıcı elemanlar kullanılmıştır. Cam cephe sarmal bir yapıya sahiptir ve tüm cephe boyunca güneş kırıcı elemanlar yer almaktadır. Ancak güneş kırıcıların, ön tarafta yer alan sergi mekânına direkt ve indirekt gelen güneş ışığı ile günışığını kontrol etmede yetersiz kaldığından cam cephe ile galerilerin sergi alanları arasına demir konstrüksiyon üzerine kaplanmış olan alçı panel duvarlar eklenmiştir (Görsel 22).



**Görsel 22.** Alçı Panel Duvarlar

Ek binanın doğal aydınlatma sistemi, bodrum katında da farklı mimarî elemanlar kullanılarak tasarlanmıştır. Brüt betonu açıkta, oval biçimdeki sıvasız geçici sergi alanının tavanının bir kısmı camla kaplanmıştır (Görsel 23). Cam tavan açıklığı, 35 cm taşıyıcı çelik profillerle taşınmakta ve ayrıca yapının açık avlusunda zeminin 130 m<sup>2</sup>lik kısmını oluşturmaktadır. Bu sayede, sergi alanının tavanı ile avlunun zemini birleştirilmiştir (Görsel 23).



**Görsel 23.** Geçici sergi alanının cam tavanı



**Görsel 24.** Avlunun cam yüzeyi

1892 yılında inşa edilmiş yapının atölyelerdeki açıklıklar olduğu gibi korunmuştur. Atölyelerin göz hizasından yukarıda yer alan küçük pencereleri ve çatı açıklıkları eski işlevlerini devam ettirmiş. Ancak hangar kapıları pencere olarak kullanılarak işlev değişikliğine uğramıştır. Hangar da dahil olmak üzere tüm atölye binalarında, havalandırma, elektrik tesisatı açıkta bırakılmıştır. Mekanların aydınlatılmasında çatı pencereleri kullanılmıştır. Üç atölye binasının yığma cepheleri orijinal haliyle korunmuş ve gerektiğinde benzer malzemelerle güçlendirilmiştir. Göz seviyesinin üzerindeki küçük pencereler de eskisi gibi muhafaza edilmiştir (Sezer, 2013)..

Cernmodern galerilerinin doğal aydınlatması; geniş pencereler, çatı açıklıkları, göz hizasının üzerinde konumlandırılmış pencereler, diğer tepe açıklıkları, ışık kuyuları ile sağlanmıştır. Konumları nedeniyle galeriler, günün büyük bir bölümünde açık gök koşullarına maruz kalabilmektedir.

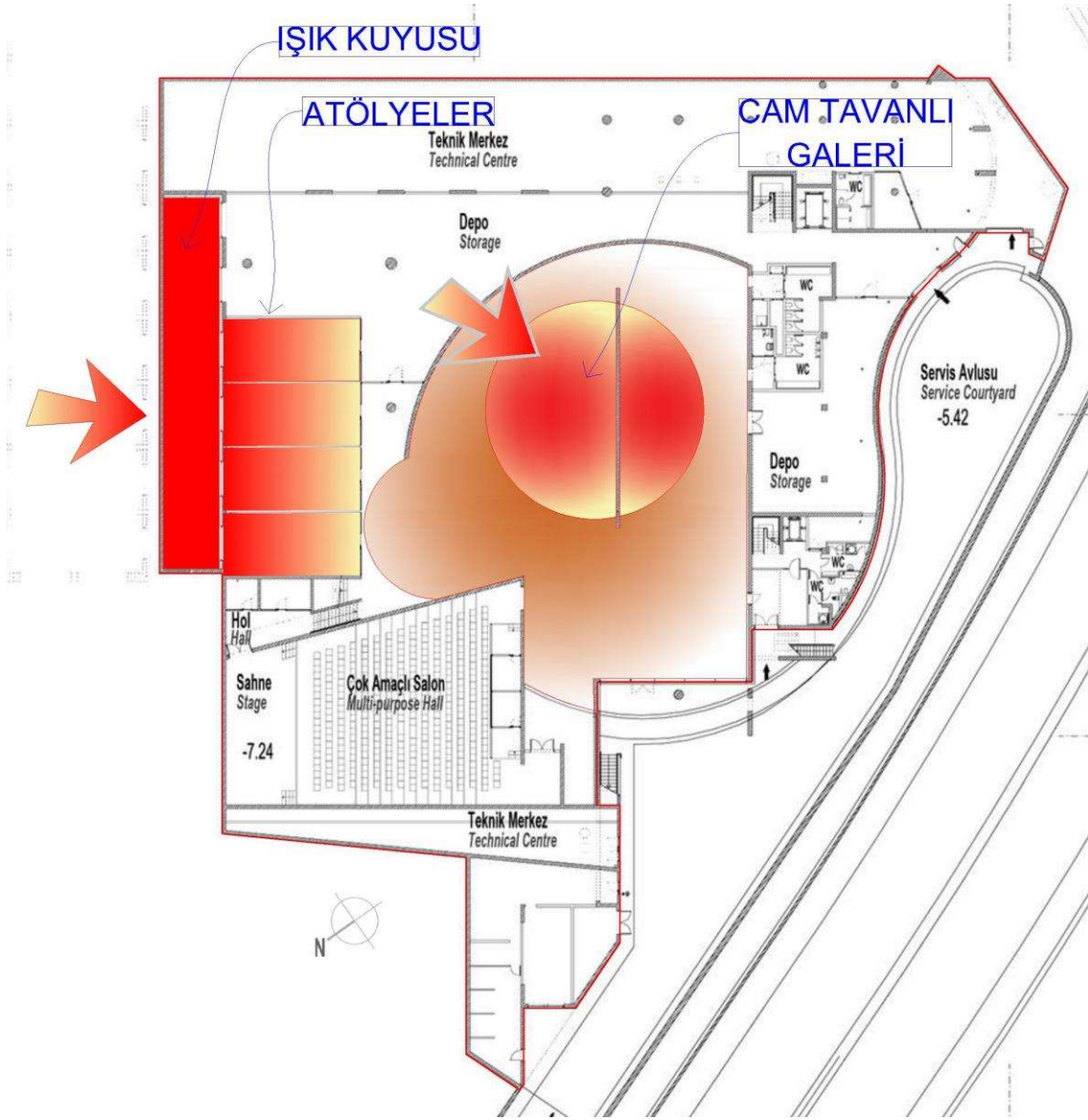
307 m<sup>2</sup>lik sergileme alanıyla Galeri 1, tavanına iki çelik makasın arasına bir çatı ışıklığına sahiptir. Sergi alanında pencerelerin hemen önüne yerleştirilen arka planı siyah renkteki sergi ünitesi alana direkt olarak giren güneş ışığını engellemek için kullanılmıştır.

Galeri 2 ve Galeri 3'de kullanılan doğal aydınlatma benzerlik göstermektedir Galeriler, hangar binasının ortasında yer aldıklarından sadece ön ve arka pencere açıklıklarına

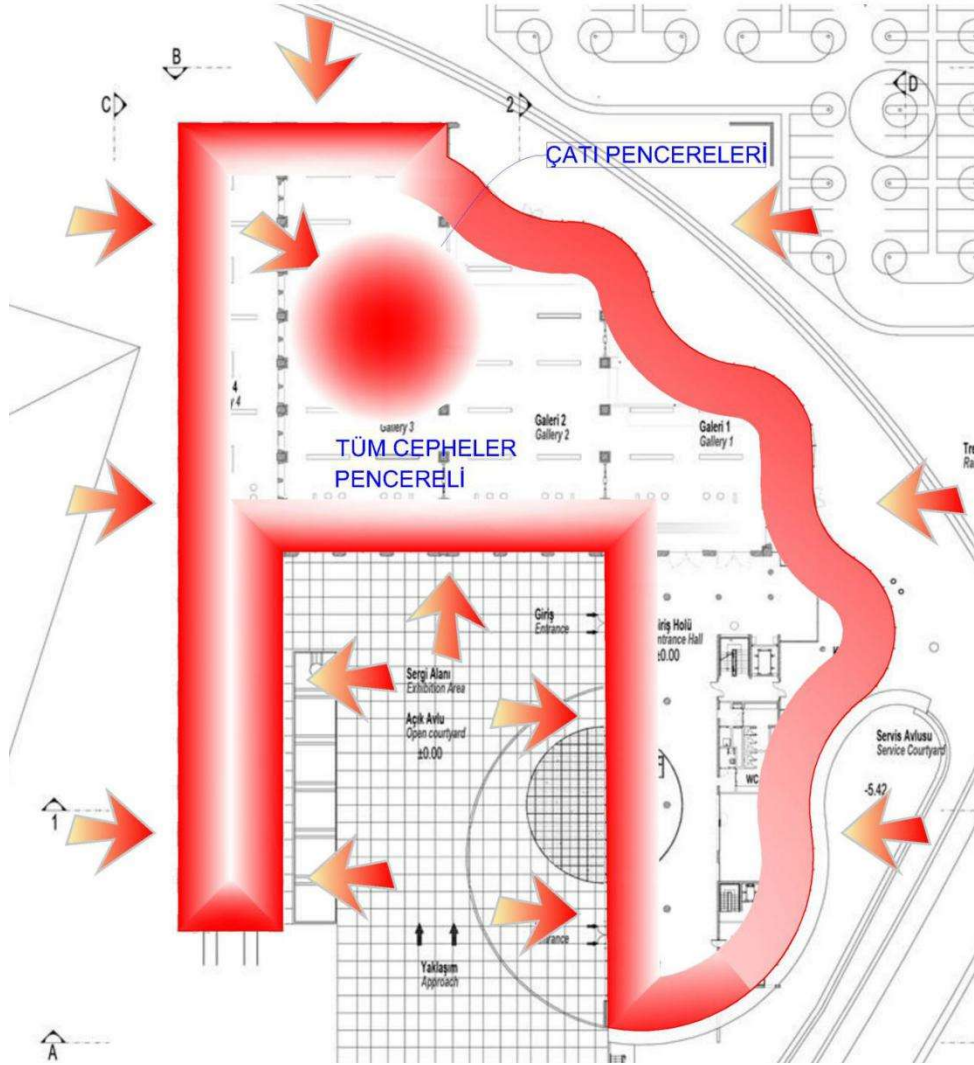
sahiptir. Her iki galerinin yan taraflarındaki kolonlardan diğer galerilere bağlantısı vardır. Yaklaşık 603.7 m<sup>2</sup>lik bir sergi alanına sahip Galeri 2'nin 78.5 m<sup>2</sup> cam tepe açıklığı gün ışığının içeriye girmesini sağlamaktadır. Ancak açık gök koşullarında çatı açıklığından (özellikle güney ve güney batı yönünden) giren gün ışığının sergilenen eserler üzerindeki zararlı etkilerini engellemek ve görsel konforu sağlamak için galerinin çatı açıklığında gün ışığını engelleyen örtüler kullanılmıştır. Değişen sergilerin gerçekleştiği galerideki yüksek pencelere direkt gün ışığının girmesini engelleyen yarı saydam perdeler eklenerek kamaşmanın engellenmesinin yanı sıra ferah bir sergi alanı yaratılması sağlanmıştır. Yine pencelerede bulunan siyah perdeler, daha karanlık atmosfer gerektiren durumlarda kapatılarak istenen etkinin sağlanması için kullanılmaktadır. 897.6 m<sup>2</sup>lik sergi alanına sahip Galeri 3'ün mimarî yapısı ve doğal aydınlatma sistemi Galeri 2'ye benzemektedir. Daha büyük sergileme alanına sahip Galeri 3'ün cam kapılı çatı açıklığı da her iki galeriden daha büyüktür (Sezer, 2013).

Genel mimarî yapısı diğer galerilerden farklı olan Galeri 4'ün ön ve arka cephesinde yüksekliği 4.44 m olan ana giriş kapılarının dışında, yan cephelerinde toplam 34 adet pencere bulunmaktadır. Galeri 4'ün çatı açıklıkları; iki betonarme kolon arasına yerleştirilmiş pencerelerin hizasında, çatının çelik konstrüksiyonu arasına yerleştirilmiştir. Galeri 4 geniş ve derin bir hacme sahiptir. Galerideki güney yönündeki çatı ve pencere açıklıklarından mekâna giren güneş ışığı keskin gölge ve ışık etkileri yaratmaktadır Diğer üç galerideki boylu boyunca uzanan çatı açıklıklarından farklı olarak, Galeri 4'teki çatı açıklıkları çatıyı dik kesen pencere şeklindedirler. Cephesi metal sac kaplı olan Galeri 4'ün pencere ve çatı açıklıklarından içeriye giren direkt güneş ışığını engellemek için perde, örtü gibi malzemeler kullanılmıştır. Özellikle çatı açıklıkları ve sağ cephedeki pencereleri siyah bir örtü ile kapatılarak, sergilenen eserlere direkt gelen ışığın engellenmesi amaçlanmıştır.





**Görsel 25.** Cermodern Altzemin Katta Gün Işığı Alan Kısımlar



**Görsel 26.** Cermodern Zemin Katta Gün Işığı Alan Kısımlar



DOĞAL AYDINLATMA YÖNTEMİ	CERMODERN
Pencere	VAR
Çatı Açıklığı	VAR
Işık Kuyusu	VAR
Güneş Kırıcı Cephe	VAR
Aktif Sistemler	YOK

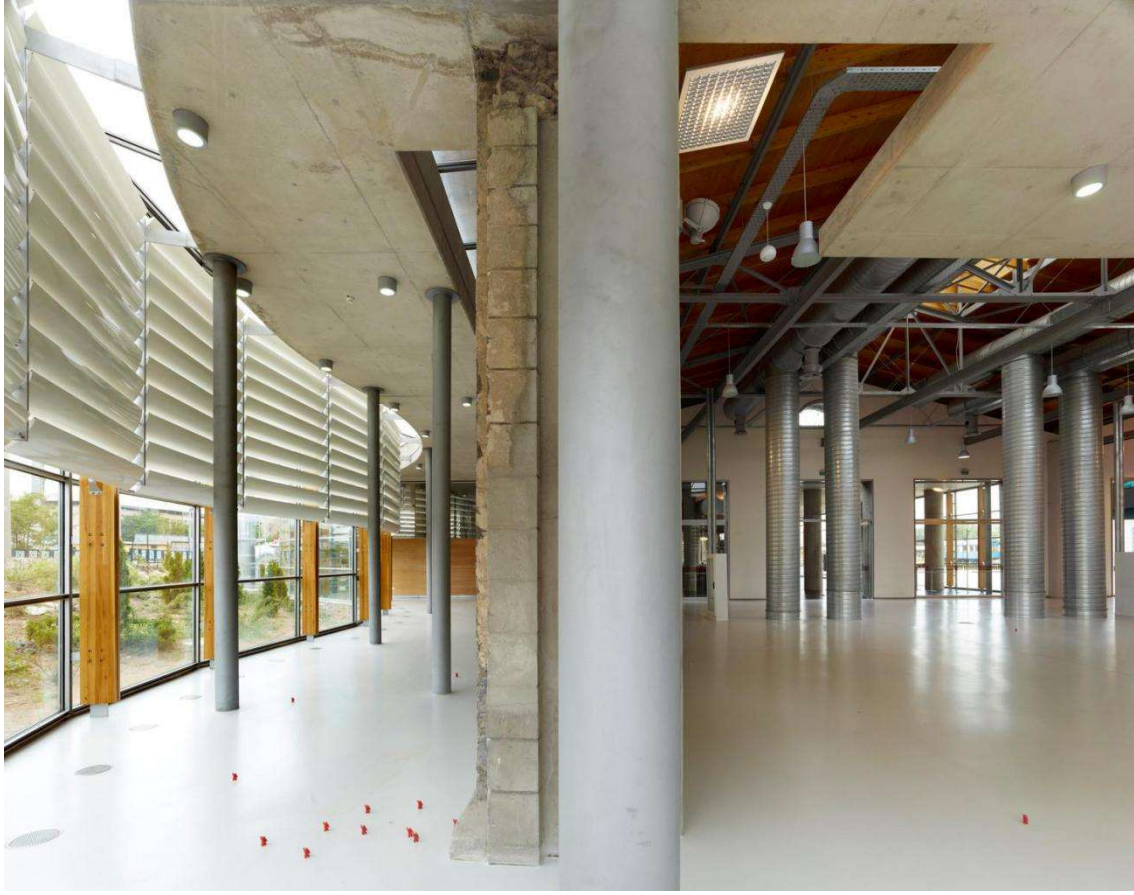
**Tablo 9.** Cermodern'de Doğal Aydınlatma Yöntemleri

#### **4.6. Cermodern'de Malzeme, Doku ve Lokasyon**

Cermodern'in endüstriyel geçmişine bağlı kalınarak çatını metal konstrüksiyonu korunmuştur. Tavandaki bir çok tesisat açıkta bırakılmıştır. Duvarlar çoğunlukla yansıma özelliği az olan brüt beton olarak bırakılmıştır. Müzede bulunan sergiye göre yerleri değiştirilebilen alçıpan hareketli duvarlar, tavana ulaşmayacak şekilde kısa düzenlenmiştir. Bu duvarlar sergiye göre farklı renklerde boyayarak kullanılabilir.

Tavana ulaşmayan bölücü duvarlar mekanın bütünlük ve akıcılığını sağlamaktadır. Zeminde kullanılan epoksi kaplama çok açık renk olması nedeniyle bazı bölümlerde parlamaya sebep olmaktadır. Bunun yanında kesintisiz zemin görüntüsü mekanın akıcılığına destek olmaktadır.

İç avlusu kuzey yönünde olan binaların tüm cepheleri büyük pencerelerle çevrilidir. Etrafında güneş ışığını engelleyecek bir bina bulunmayan müzenin bazı cepheleri güneş kırıcı sistemlerle, bazı cepheleri ışık geçirmeyen perdelerle aşırı ışıklanmadan korunmaktadır.



**Görsel 27.** Cermodern, Güneş Kırıcı.

## SONUÇ

### Doğal Aydınlatma Yöntemlerine İlişkin Sonuçlar

Işık, mimari ve iç tasarımın en önemli tasarım öğelerinden biridir. Mimari mekana giren doğal ışık, mekânı algılama ve anlama şeklimizi etkiler. Bir mekânı algılama şeklimiz ve onunla ilgili duygularımız, ışığın mekana giriş şekli ile yakından bağlantılıdır. Mekana doğrudan giren parlak ve yoğun bir ışık, gölge ile güçlü kontrastlar yaratarak alana canlı ve dinamik bir ifade getirirken, yansıma yoluyla giren dolaylı bir ışık, alanı zayıf kontrastlarla oldukça rahat ve yumuşak hale getirir.

Çatı açıklıkları nitelikli gün ışığı sağlar ve gündüz saatlerinde yapay aydınlatmanın yerini alarak hem aydınlanma hem de ısınma enerji maliyetlerinin düşmesine yardımcı olur. Soğuk iklimlerdeki yaşam alanlarında ısı kaybına neden olabilir, bu nedenle dikkatli tasarımları gerekir. Sıcak iklimlerde ise binaya giren güneş radyasyonunu azaltmak için çatı açıklıklarında güneş kontrollü camlar veya panjurlar kullanılır.

Işık rafları, pencere bölmesinin yakınına yatay veya hafif eğimle, içeriden veya dışarıdan yerleştirilebilen yansıtıcı yüzeyden yapılan raflardır. Işık raflarının mimari tasarım üzerinde önemli bir etkisi olabilir. Bu nedenle, birincil hedeflerini, yani ışık dağılımı, parlama koruması ve gölgelendirmeyi yerine getirebilmeleri için, ışık raflarının tasarımı ve uygulaması, mimari tasarımın ilk aşamalarında kapsamlı bir şekilde analiz edilmelidir.

Prizmatik paneller, bir tarafta düz bir yüzey ve diğer tarafta bir dizi şeffaf akrilik prizmaya sahip panellerdir. Prizmatik paneller, sadece gün ışığının odanın iç kısmına yönlendirilmesini sağlamakla kalmayıp aynı zamanda gölgeleme sistemi olarak da işlev görebilir.

Lazer kesim paneller gelen ışığı yeniden yönlendirme özelliğine sahiptir. Ayrıca, panellerin optik özellikleri, iç mekanları parlama ve aşırı ısınmadan korur. Konfigürasyonu sayesinde lazer kesim paneller, yaz aylarında gelen ışıklardan maksimum korumayı, kış aylarında yüksek bir aydınlatma seviyesini sağlayan değişken bir dinamik yapıya sahiptir.

Gün ışığı aydınlatma sistemlerine uygulanan Holografik Optik Elemanlar (HOE'ler), holografik filmden oluşan ışık yönlendirme sistemleridir. HOE'ler doğal ışığı bir iç mekanın tavanına yönlendirerek gelişmiş gün ışığı sağlamaktır. Bu doğal ışık, kullanıcılar için konforu artırır ve yapay aydınlatma gereksinimlerini azaltır.

Işık tüpü, gün ışığını binalar içinde gün ışığının ulaşamadığı derin alanlara yönlendirmek için tasarlanmış bir sistemdir. Gün ışığı çatı seviyesinde bir kubbe ile toplanır ve daha sonra iç mekana iletilir. Işık tüpü, parlamayı azaltmada ve iç mekanın gün ışığı dengesinin sağlanmasında etkili olabilir. Sahip olduğu bir diğer avantaj da çok katlı binalarda kullanılabilmesidir.

Anidolik tavan sistemleri, gökyüzünden yayınık ışığı toplar ve iç mekanın daha az aydınlatılmış kısmına iletir. Bu sistemlerin kullanımındaki birincil amaç, bulutlu gökyüzü koşullarında iç mekanlarda yeterli gün ışığı sağlamaktır.

Anidolik  atı açıklıkları, doğrudan güneş ışığının geçişine izin vermeden gökyüzünden yayınık ışığın toplanmasını sağlar. Bu sistemler, binaların çatılarına ve kuzeye (kuzey yarımküre) bakacak şekilde yerleştirilir ve bu sayede binaların içinde doğrudan parlama ve aşırı ısınma oluşumunu engeller.

Anidolik güneş panelleri, içi boş yansıtıcı bileşenlere sahip bir ızgaradan oluşur. Binaların cephesinde kullanıldığında, bu sistem cam ünitesinin tamamı boyunca sabit bir panel olarak veya cam ünitesinin hemen üstüne yerleştirilebilir.

## **Müzelerde Doğal Aydınlatma Kullanımına İlişkin Sonuçlar**

Müze aydınlatmasında en önemli kriter, eserlerin doğru bir biçimde algılanmasını sağlamaktır. 18. yüzyılda kurulmaya başlayan ilk modern müzelerin temel işlevi sadece eserleri sergilemektir. Bu edenle bu dönemlerde müze binaları, tüm duvarları eserleri sergilemek için kullanılan, dikdörtgen planlı, üst ışıklandırmaya sahip mekanlardı. Ancak 20. yüzyılın başlarında müze programlarına eğitici işlevlerin de dahil edilmesiyle müze mekanları ve aydınlatma tasarımlarında önemli değişiklikler yaşandı.

Müze binalarında görsel görevler büyük önem taşır. İç mekana gün ışığı girişine izin verilirken, gün ışığından kaynaklanabilecek görsel problemler kontrol edilmelidir.

Kamaşma gibi görsel performansı ve görsel konforu etkileyecek sorunlara dikkat etmek önemlidir.

İki boyutlu eserlerin aydınlatılmasında genellikle tavana monte edilmiş, açısı ayarlanabilen ışıklar kullanılır. Üç boyutlu eserlerin etkinliğinin en iyi algılandığı ışık ise gün ışığıdır. Ancak gün ışığının gün içerisinde, mevsimlere ve hava durumuna göre farklılıklar göstermesi, zaman zaman yapay aydınlanmadan yararlanılmasını gerektirebilir.

Pencereler ışık, görünüm ve havalandırma sağladıkları için çoğu bina türünde kullanılan en yaygın günışığı biçimidir. Bu tipoloji, müze galerilerinde kullanılması belki de en zor olanıdır. Mekâna doğrudan güneş ışığının girmesine neden olabilir veya yüksek kontrastlı alanlar oluşturabilir. Uygun tasarım ve gölgeleme sistemleri ile doğrudan güneş ışığı kontrol edilebilir veya ortadan kaldırılabilir.

Çatı açıklıkları ile aydınlatma, tek tip aydınlatma elde etmek ve parlama olasılığını azaltmak için kullanılır. Mekanın organizasyon planına müdahale etmeden aydınlatma esnekliği sunar ve toplam duvar yüzeyini sergilenmeye hazır bırakır. Eşit bir aydınlatma elde etmek için, açıklıklar alan boyunca eşit olarak yayılmalıdır. Açıklığı görsel olarak gizlerken gün ışığı da yönlendirilebilir ve kontrol edilebilir.

Gün ışığı görsel performansı en üst düzeye çıkarabilir, ancak düzgün kontrol edilmezse hem ziyaretçiler hem de galerilerin içindeki çalışanlar için görsel uyum sorunlarına neden olabilir. Ayrıca ziyaretçinin sanat eserlerinden aldığı doyumunu olumsuz etkileyebilir. Aydınlatma tasarımı birçok uzmanın görüşü alınarak yapılmalıdır. Müzelerin temel sorumluluklarından birisi de, koleksiyonları ve kültürel mirası gelecek nesiller için korumaktır.

Müzelerde sergilenen eserler için en büyük tehlikelerden birisi yanlış konumlandırma değildir. Eserler yanlış ışık açısı ile konumlandırıldığında veya gereğinden fazla ışığa maruz kaldığında fiziksel ve kimyasal bozulmalara uğrayabilmektedir. Bu tür reaksiyonlar çoğu durumda geri çevrilemez. Bu nedenle, sergilenen nesnelere için koruyucu önlemler alınması gereklidir. UV'yi ortadan kaldırmak, aydınlatmayı sınırlandırmak ve maruz kalma süresini kısaltmak en önemli önlemlerdir.

Gün ışığının yıpratıcı etkilerinden dolayı uzun yıllar müzelerde kullanılmasından kaçınılmıştır. Ancak günümüzde bu etkileri azaltacak yöntemler kullanılarak, artık bir

sosyalleşme alanı haline gelen müzelerde kullanılması hem doğal bir atmosfer oluşturmak hem de enerjiyi doğru kullanmak adına çok önemlidir. Enerji verimliliğinin her alanda çok dikkatlice planlanması gereken günümüzde, kültürel, tarihsel, eğitici ve sanatsal açılarından oldukça önemli olan müzelerde doğanın kaynaklarını cimrilikle kullanmak sürdürülebilirliği sağlamak için bir gerekliliktir.

## KAYNAKLAR

- Aboulnaga, M. (2003). *Advanced Daylighting & Lighting Technology For Sustainable Architecture Design* , Submitted as part the promotion requirements for the title of professor in Architecture & Sustainable Design , Department Of Architecture , College Of Engineering , Cairo University , pp. 2-32.
- Abubakr, B. S.; Patrick J.A.B.; Jentsch, M.F. (2008). Potential of emerging glazing technologies for highly glazed buildings in hot arid climates. *Energy and Buildings*, 40, 2008, pp. 720–731.
- Al-Maiyah, S., and Elkadi, H. (2015). "Turkish D-light: accentuating heritage values with daylight," University of Salford, Manchester.
- Altun A, Ugur-Altun B. (2007). Melatonin: therapeutic and clinical utilization. *Int J Clin Pract*; 61(5):835-845.
- Anthierens C, Leclercq M, Bideaux E and Flambard L. (2012). *A smart sensor to evaluate visual comfort of daylight into buildings*. Lyon: Taylor and Francis.
- Aries, M., Aarts, M., and Hoof, J. (2015). "Daylight and health: A review of the evidence and consequences for the built environment," *Lighting Research and Technology*, vol. 47, pp. 6-27.
- ARNESEN, H. 2002. *Performance of Daylighting Systems for Sidelighted Spaces at High Latitudes*. PhD Thesis, Norwegian University of Science and Technology.
- Arnkil, H., Fridell Anter, K. & Klarén, U. (2012). *Colour and Light: Concepts and confusions*, Helsinki, Finland, Aalto University publication series.
- ARUP, (2020). *Rethinking lighting in museums and galleries*, Erişim 20.07.2020.[http://publications.arup.com/publications/r/rethinking\\_lighting\\_museums\\_galleries](http://publications.arup.com/publications/r/rethinking_lighting_museums_galleries).
- Baker, N. ve Steemers, N. (2002). *Daylight Design of Buildings*, London
- Bitgood S. (1988). Problems in visitor orientation and circulation. In *Visitor Studies: Theory, Research, and Practice*, S. Bitgood, J. Roper, and A. Benefield, Jacksonville, AL: Center for Social Design, pp.155-170.
- Boyce, P., Hunter, C., and Howlett, O. (2003) "The Benefits of Daylight through Windows," *Lighting Research Center Rensselaer Polytechnic Institute*, New York, 2003.
- Boyce, P.R. (2003). *Human Factors in Lighting*, London: Taylor & Francis.
- Bullough, J., Brons, J., Qi, R., & Rea, M. (2008). Predicting discomfort glare from outdoor lighting installations. *Lighting Research & Technology*, 40(3), 225–242.

- Bullough, J., ve Sweater-Hickcox, K. (2012). "Interactions among light source luminance, illuminance and size on discomfort glare," SAE Int. J. Passenger Cars Mech. Syst. 5(1), 199–202.
- CIBSE. (1999). Daylighting and window design. Lighting Guide LG10:1999, London: The Chartered Institution of Building Services Engineers.
- CIE 157. (2004). Control of Damage to Museum Objects by Optical Radiation
- CIE. (1986) CIE 15.2- 1986, Colorimetry.
- CIE. (2001). Lighting of Indoor Workplaces, Standard 008/E-2001, CIE CentralBureau,Vienna,Austria
- Claudia Moscoso Paredes (2016). (Thesis for the Degree of Philosophiae Doctor) Daylighting and Architectural Quality. Norwegian University of Science and Technology.
- Coles, J. & House, N. (2007). The Fundamentals of Interior Architecture. Switzerland: AVA Publishing SA.
- Cuttle, C. (2007). Light for Art's Sake. Lighting for Artworks and Museum Displays, Butterworth-Heinemann.
- Czeisler CA, Allan JS, Strogatz SH, et al. (1986). Bright light resets the human circadian pacemaker independent of the timing of the sleep-wake cycle. Science, 233(4764):667-671.
- D. Garside, D., Curran, K., Korenberg, C., MacDonald, L., Teunissen K., and Robson, S. (2017). "How is museum lighting selected? An insight into current practice in UK museums," Journal of the Institute of Conservation, vol. 40, pp. 3-14.
- De Looze, M.P., Kuijt-Evers, L.F.M., ve Van Dieën, J. (2003). Sitting comfort and discomfort and the relationship with objective measures. Ergonomics, (46): p. 10.
- Dionísio, S., Santos, P. (2009). Advanced Daylighting Systems: Comparative Study of Prismatic Panels, Laser-Cut Panels and Channel Panels. Erişim: 11.06.2020 <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/395139483932/Resumo-alargado-aluno-53255.pdf>.
- Dokuzer Öztürk, L., (2016). Müze ve Eski Yapı Aydınlatması Dersi Ders Notları, YTÜ, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, İstanbul.
- Egan, M. D., & Olgay, V. (2002). Architectural lighting. New York, NY: McGrawHill.
- Erdemir, Gökçe (2014). Müze ve Sergi Mekanlarında Aydınlatma Prensiplerinin Örnek Uygulamalar üzerinden Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi



- Erhardt, L. (1985). *Views on the Visual Environment*. Illuminating Engineering Society of North America, New York, pp.50.
- Gill, S.S. (2006). *A study of the characteristics of natural light in selected buildings designed by Le Corbusier, Luis I. Kahn and Tadao Ando*. Texas A&M University.
- Greub S., Greub T. (2007). *Museums in the 21st Century-Concepts, Projects, Buildings*, Prestel Verlag, Munich.
- IEA 2000. *Daylight in Buildings. A source book on daylighting systems and components.*: IEA, Solar Heating and Cooling Programme, Task 21.
- IES. (1994). *The Lighting Design Process*, DG-7-94
- IESNA RP 30. (1996). *Museum And Art Gallery Lighting: A Recommended Practice*.
- Illuminating Engineering Society of North America (IESNA), (1996). *Museum and Art Gallery Lighting: A Recommended Practice*, IESNA Committee on Museum and Art Gallery Lighting, RP-30-96, New York, USA.
- International Energy Agency Energy Conservation in Buildings and Community Systems Programme. (2000). *Daylight in Buildings, A Source Book on Daylighting Systems and Components, A Report of IEA SHC Task 21/ ECBCS Annex 29*.
- Jordanidou, C. (2017). *Daylight openings in art museum galleries: A link between art and the outdoor environment*. Kth Royal Institute Of Technology, School of Architecture and the Built Environment, Stockholm.
- Koller M, Härma M, Laitinen JT, Kundi M, Piegl B, Haider M. (1994). Different patterns of light exposure in relation to melatonin and cortisol rhythms and sleep of night workers. *J Pineal Res.*
- Lam, W. M. C. (1977). *Perception and Lighting as Formgivers for Architecture*, McGraw-Hill Book Company, New York.
- Lawson, N.D. (2003) *Light and Human Response*. University of Cincinnati
- Lee, H., Jeon, G., Seo, J., & Kim, Y. (2017). Daylighting performance improvement of a light-shelf using diffused reflection. *Indoor and Built Environment*, 26(5), 717–726. <https://doi.org/10.1177/1420326X16631144>
- Lewy AJ, Wehr TA, Goodwin FK, Newsome DA, Markey SP. (1980). Light suppresses melatonin secretion in humans. *Science (New York, N.Y.)*.
- Licht.de. (2000). *Good Lighting for Museums Galleries and Exhibitions*. 16 Temmuz 2016.
- Manav, B., & Yener, C. (1999). Effects of different lighting arrangements on space perception. *Architectural Science Review*, 42(1), 43-47.

- Martinez-Gracia, A., Arauzo, I., Uche, J. (2019). Solar energy availability. Solar hydrogen production: Processes, systems and technologies içinde (ss. 113-149). London, United Kingdom Academic Press.
- Matusiak, B. (2006). "The Impact of Window Form on the Size Impression of the Room— Full-Scale Studies," *Architectural Science Review*, vol. 49, pp. 43-51.
- McCamy, C. S. (1992). Correlated color temperature as an explicit function of chromaticity coordinates. *Color Research & Application*, 17(2), 142-144.
- McGlinchey, C. (1994). "Color and Light in the Museum Environment," *The Metropolitan Museum of Art* , pp. 44-52.
- Meerbeek, B.W., van Loenen, E.J., te Kulve, M., and Aarts, M. (2012). User Experience of Automated Blinds in Offices. *Proceedings of Experiencing Light*.
- Meiss, V. (1991). *Elements of Architecture: From Form to Place*. Routledge.
- Millet, M. S. (1996). *Light Revealing Architecture*, Van Nostrand Reinhold, New York.
- Molajoli, B. (1963). Müze Mimarisi. Müzelerin Teşkilatlanması Pratik Öğütler UNESCO içinde (153-195). Ankara: ICOM Türkiye Milli Komitesi Yayınları.
- NAIR, M. G., RAMAMURTHY, K. & AR, G. 2014. Classification of indoor daylight enhancement systems. *Lighting Research and Technology*, 46, 245-267.
- Naseri, O. (2014) "Reconsideration of Opening Design in the Integration of Natural Light into Interior Space," Eastern Mediterranean University, Gazimağusa, North Cyprus.
- Oksel, Y. (2013). *Sergi Mekanlarında Aydınlatma Biçimlerinin Kullanıcı Algısı Üzerindeki Etkileri*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı, Bina Bilgisi Programı, İzmir.
- Okutan, H. (2008). *Gün Işığı İle Aydınlatmanın Temel İlkeleri Ve Gelişmiş Gün Işığı Aydınlatma Sistemleri*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul
- Özmen, P. (2010). 20. Yüzyıl Başlarından 1980'lere Kadar Uzanan Süreçte Modern Mimarlıkta Doğal Işık Kullanımının İrdelenmesi .(Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi) Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Bölümü, Bina Bilgisi Anabilim Dalı. İzmir.
- Pavlogeorgatos, G. (2003). *Environmental Parameters in Museums, Building and Environment* Vol 38, pp:1457– 1462.

- PD CEN/TS 16163, (2014). Conservation of Cultural Heritage- Guidelines and Procedures for Choosing Appropriate Lighting for Indoor Exhibitions.
- Rea, M. S. (2000). The IESNA lighting handbook. New York, NY: Illuminating Engineering Society of North America.
- Riggs, J. Rosemary Materials and Components of Interior Architecture. 8th Edition. s.15
- Robbins, C. L. (1986). DAYLIGHTING Design and Analysis. New York: Van Nostrand Reinhold Company
- Rosenhahn, E. and Lampen, M., (2004). "New Investigation of the Subjective Glare Effect of Projection Type Headlamps," SAE Technical Paper 2004-01-1281.
- Samani, S. A. (2011). The Influence of light on student's learning performance in learning environments: A knowledge internalization perspective. World Academy of Science, Engineering and Technology, 81.
- Serra, R. (1998).Chapter 6- daylighting. In Renewable and Sustainable Energy Reviews (2ed. Vol. 1998, pp.115-155). Elsevier Science.
- Sezer, S. (2013). Endüstri Yapılarının Yeniden İşlevlendirilme Sürecinde Aydınlatma Tasarımı: Ankara Cer Modern Örneği, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Programı, İstanbul.
- Shamsul, B. M. T., Sia, C. C., Ng, Y. G., & Karmegan, K. (2013). Effects of light's colour temperatures on visual comfort level, task performances, and alertness among students. American Journal of Public Health Research, 1(7), 159-165.
- SIAI (Skylight Industry Association Inc.). (2009). Design considerations for the performance of skylights tubular skylights and roof windows. Erişim: 16.08.220. [https://www.siai.com.au/files/Code\\_Of\\_Practice.pdf](https://www.siai.com.au/files/Code_Of_Practice.pdf)
- Sorcar, P.C. (1987). Architectural Lighting Design for Commercial Interiors. John Wiley and Sons, New York, pp.272.
- Smith, G.B., Earp, A., Stevens, J., Swift, P., Mccredie, G., Franklin, J., 2000. Materials Properties For Advanced Daylighting In Buildings. World Renewable Energy Congress VI (WREC2000).
- Şener, F. (2009). Lighting In Museum Buildings And Investigation Of A Case Study (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Technical University, Department of Architecture, Environmental Control and Building Technology Programme, İstanbul.

- Trashani, B. (2016). New Daylight Technologies For Sustainable Design Case Study - Mother Tereza Hospital In Tirana. Epoka University, The Faculty Of Architecture And Engineering, Tirana.
- Tregenza, P., ve Wilson, M. (2013). Daylighting: Architecture and Lighting Design. Routledge.
- URL-1 [t.ly/0OFL](https://t.ly/0OFL) (Erişim Tarihi: 06.08.2020)
- URL-2 [t.ly/paus](https://t.ly/paus) (Erişim Tarihi: 13.07.2020)
- URL-3 [t.ly/AjKQ](https://t.ly/AjKQ) (Erişim Tarihi: 03.09.2020)
- URL-4 [t.ly/7yCa](https://t.ly/7yCa) (Erişim Tarihi: 21.6.2020)
- Van Bommel, W. J. M., & Van den Beld, G. J. (2004). Lighting for work: a review of visual and biological effects. *Lighting Research and Technology*, 36(4), 255-266.
- Vaughn, C. (2008) *light: in response to time*. University of Cincinnati.
- Williams E.D. 2007. *Sustainable Design ,Ecology – Architecture and Planing*. John Wiley&sons, Newjersey, USA,
- Xue, P., Mak, C.M., Cheung, H.D. (2014). The effects of daylighting and human behavior on luminous comfort in residential buildings: a questionnaire survey. *Building And Environment*, Vol:81, Page:51–59.
- Yürekli, F. (1977). Çevre Görsel Değerlendirmesine İlişkin Bir Yöntem Araştırması. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Zemmouri, N. & Schiller, M. E. (2004). Effect of sun controls on building's interior lighting and thermal environment in hot arid region. Informally published manuscript, School of Architecture, University of southern California, Loa Angeles, Available from *Rev. Energ. Ren.*(Vol.7(1)45-52.
- Zhang, L., Helander, M. G., & Drury, C. G. (1996). Identifying factors of comfort and discomfort in sitting. *Human Factors*, 38(3), 377–389.