

**T.C.
MİMAR SİNAN GÜZEL SANATLAR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**GÜN IŞIĞI İLE AYDINLATMANIN TEMEL İLKELERİ VE
GELİŞMİŞ GÜN IŞIĞI AYDINLATMA SİSTEMLERİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Mimar Hülya OKUTAN**

**Anabilim Dalı: Mimarlık
Programı: Yapı Fiziği ve Malzeme**

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Kemal ÇORAPÇIOĞLU

HAZİRAN 2008

ÖNSÖZ

Bu tezin oluşmasını sağlayan Sayın Prof. Kemal Çorapçioğlu'na ve Yapı Fiziği ve Malzeme Kürsüsü'ne, desteğini her an hissettiğim sevgili eşim Ceren Okutan'a ve varlığıyla beni güçlü kılan biricik kızım Ece Okutan'a teşekkürlerimi sunuyorum.

05.2008

Hülya OKUTAN

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	v
ŞEKİL LİSTESİ.....	vi
SEMBOL LİSTESİ.....	ix
KISALTMALAR LİSTESİ.....	x
ÖZET.....	xi
SUMMARY.....	xiii
1. BÖLÜM: GİRİŞ.....	1
2. BÖLÜM: GÜN IŞIĞI.....	3
2.1. Güneş ve Gün ışığı.....	3
2.2. Güneşin Hareketi.....	5
2.3. Güneş Açıları.....	8
2.3.1. Zenit Açısı.....	8
2.3.2. Güneş Azimut Açısı.....	8
2.3.3. Güneş Yükseklik Açısı.....	9
2.3.4. Denklinasyon Açısı.....	9
2.3.5. Saat Açısı.....	10
2.3.6. Gün Uzunluğu.....	10
2.3.7. Güneş Sabiti.....	10
2.4. Gün ışığının Yapısı.....	11
2.5. Işık ve Ölçülmesi.....	13
2.6. Gün ışığı Kullanabilirliği.....	16
2.7. Türkiye ve Güneşlenme Potansiyeli.....	17
3. BÖLÜM: BİNA VE GÜN IŞIĞI.....	19
3.1. Bina Tasarımı ve Gün ışığı.....	20
3.1.1. Çevresel Etkenler.....	20
3.1.2. Yapısal Etkenler.....	26
3.2. Işık Kaynağı Olarak Gök ve Gök Modelleri.....	31
3.3. Gün Işığı Çarpanı.....	33
3.4. Yenileme ve Restorasyon.....	36
3.5. Isısal Konfor.....	37
3.6. Gün Işığı ve Enerji.....	37
4. BÖLÜM: İNSAN VE GÜN IŞIĞI.....	40
4.1. Görsel Konfor.....	40
4.1.1. Aydınlatma.....	44
4.1.2. Işık yayılımı.....	46

4.1.3. Parlaklık	47
4.2. Görsel İstekler	47
4.2.1. Manzara.....	48
4.2.2. Çekicilik	48
4.2.3. Algılanan Parlaklık	49
4.2.4. Renk	50
4.3. Gün Işığı ve Sağlık.....	53
5. BÖLÜM: GELİŞMİŞ GÜN IŞIĞI İLE AYDINLATMA SİSTEMLERİ.....	54
5.1. Gelişmiş Gün Işığı İle Aydınlatma Sistemlerinin İşlevleri.....	54
5.2. Gelişmiş Gün Işığı İle Aydınlatma Sistemlerinin Sınıflandırılması	56
5.3. Gün Işığını Yönlendiren Sistemler.....	58
5.3.1. Işık Rafları.....	58
5.3.2. Anidolik Sistemler	60
5.3.3. Prizmatik Paneller	63
5.3.4. Lazer Kesim Paneller	66
5.3.5. Holografik optik Elemanlar.....	68
5.4. Gün Işığını Taşıyan Sistemler.....	70
5.4.1. Işık Kılavuzları.....	73
5.4.2. Gün Işığı Tübü	75
5.4.3. Fiber Optik ile Gün Işığı	77
6. BÖLÜM: GÜN IŞIĞI ÖLÇÜM VE TASARIM ARAÇLARI.....	81
6.1. Basit Araçlar	82
6.2. Bilgisayar temelli Araçlar	83
6.2.1. Radiosity Metodu.....	85
6.2.2. Işın İzleme Metodu	86
6.2.3. Karma Yazılım Ortamı.....	88
6.2.4. Basit Bilgisayar Tabanlı Hesaplama Araçları	89
6.3. Fiziki modeller	90
6.3.1. Ölçekli Modellemeler	90
6.3.2. Gökyüzü Simülatörleri	92
6.3.3. Tam Donanımlı Test Odaları	94
7. BÖLÜM: SONUÇLAR.....	96
KAYNAKLAR	97
EKLER	100
ÖZGEÇMİŞ.....	117

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa No
Çizelge 2.1. Çeşitli gök durumları için toplam ışınım miktarı ve yaygın ışınım oranları.....	4
Çizelge 2.2. Aylara göre 1 Ocaktan itibaren sayılan gün sayısı.....	10
Çizelge 2.3. Renk ısı değeri.	12
Çizelge 2.4. Türkiye'nin toplam güneş enerjisi potansiyelinin aylara göre dağılımı	17
Çizelge 2.5. Türkiye'nin yıllık toplam güneş enerjisi potansiyelinin bölgelere göre dağılımı	18
Çizelge 3.1. Gün ışığı ve bina ilişkisi.	20
Çizelge 3.2. Farklı üç pencere yüksekliği için gün ışığı çarpanı değerleri	29
Çizelge 3.3. Mekanlarda olması gereken ortalama ve min gün ışığı çarpanı (DF) değerleri	35
Çizelge 4.1. Renk ve dalgaboyu ilişkisi.	50
Çizelge 5.1. Gün ışığı tübü için yansıtma katsayısının önemi	75
Çizelge 5.2. Gün ışığı tübü boru çapı ve performans özellikleri ilişkisi.....	76
Çizelge 5.3. Dış mekanda 98.000 lux güneş ışığı olduğunda fiber kablo ile taşımadaki performans özellikleri.....	80
Çizelge 6.1. Gün ışığı ile ilgili çalışmalarda kullanılan bilgisayar programlarının karşılaştırılması	83
Çizelge 7.1. Yayınık gün ışığını gölgeleme amaçlı kullanan sistemler	100
Çizelge 7.2. Direk gün ışığını gölgeleme amaçlı kullanan sistemler	101
Çizelge 7.3. Dağınık gün ışığını gölgeleme amacı olmadan yönlendiren sistemler.	102
Çizelge 7.4. Direk gün ışığını gölgeleme amacı olmadan yönlendiren sistemler ve dağıtıcı sistemler	103
Çizelge 7.5. Gölgeleme amacı olmadan ışık taşıyıcı sistemler	104
Çizelge 7.6. Yüzeylerin yansıtma katsayıları.....	105
Çizelge 7.7. Cam kaplama için ışık geçirimi ve yansıtılması	107
Çizelge 7.8. Farklı camlı sistemlerin gölgeleme performansları	108

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 2.1 : Dünyaya eğik açıyla gelen güneş ışınları, dik açıyla gelenlere oranla daha fazla yansıma ve soğurmaya uğraması	3
Şekil 2.2 : Dünyanın kendi eksenini ve güneş yörüngesindeki hareketi	5
Şekil 2.3 : Kuzey yarımküre için güneşin mevsimsel hareketi	6
Şekil 2.4 : Silindirik güneş yolu diyagramı	6
Şekil 2.5 : Stereographic güneş yolu diyagramı çizim yöntemi	7
Şekil 2.6 : İstanbul için güneş eğrisi	7
Şekil 2.7 : Güneş açıları	8
Şekil 2.8 : Denklinasyon açısı	9
Şekil 2.9 : Denklinasyon açısının aylara göre değişimi	9
Şekil 2.10 : Elektromanyetik tayf	11
Şekil 2.11 : İstanbul Türkiye 04.Mayıs 2008 için aydınlanma süresi. Güneş doğuş ve batış arasındaki aydınlanma süresi grafiği	16
Şekil 3.1 : Geleneksel Türk mimarisinde dar sokaklar ve binaların gölge oluşturması	21
Şekil 3.2 : Türkiye güneşlenme haritası	22
Şekil 3.3 : Sınırlayıcı olarak yüksek yapılar	24
Şekil 3.4 : Gün ışığına ulaşmanın prensibi	25
Şekil 3.5 : Güneş ışınlarının geliş yönüne göre yükseklik olarak bina formu	26
Şekil 3.6 : Güneş ışınlarının geliş yönüne göre bina yerleşimi (doğu batı, kuzey güney yerleşimi ve avlulu yerleşim)	27
Şekil 3.7 : Pencere üzerinde yapılan basit gölgeleme sistemleri	28
Şekil 3.8 : Farklı seviyelerde bulunan pencere açıklıklarının ışık dağılımlarının karşılaştırılması	28
Şekil 3.9 : Işığın bir yüzeye veya malzemenin katmanına geldiği zaman yansıma, geçirim ve soğurma meydana gelmesi	30
Şekil 3.10 : CIE gök modelleri	31
Şekil 3.11 : Gök Modellerinin yükseliş açısı ve gök aydınlanmasına göre karşılaştırılması	32
Şekil 3.12 : CIE açık hava ve kapalı hava gök modellerinden örnekler	32

Şekil 3.13	: Gün ışığı çarpanını oluşturan unsurların gösterimi.....	34
Şekil 3.14	: Farklı gün ışığı çarpanı miktarlarının aynı oda şartlarında bilgisayar modellemesi ile gösterilmesi.....	34
Şekil 3.15	: Pencere yerleşimlerinin değişimine göre gün ışığı çarpanı (DF) değerinin nin değişmesi.....	35
Şekil 3.16	: Ortalama gün ışığı çarpanı (DFort) ile pencere boyutlarının ilişkisi.....	36
Şekil 3.17	: Elektrik enerjisi tüketiminin dağılımı (ABD).....	38
Şekil 4.1	: Gözün Yapısı ve Görme.....	47
Şekil 4.2	: Renk Çemberi.....	51
Şekil 5.1	: Ash Creek Intermediate Okul, aydınlatma laboratuvarı ışık rafı uygulaması.....	58
Şekil 5.2	: Işık rafı uygulamasının mevsime göre yönünü değiştirerek uygulaması.....	59
Şekil 5.3	: Anidolik sistemin yapısı.....	60
Şekil 5.4	: Anidolik tavan uygulamasının çizimsel gösterimi ve uygulama fotoğrafı.....	61
Şekil 5.5	: Anidolik uygulama yapılmış test odasından fotoğraflar.....	62
Şekil 5.6	: Anidolik petek sisteminin yapısı.....	63
Şekil 5.7	: Prizmatik panelin ışığı yönlendirmesini gösteren fotoğraf.....	64
Şekil 5.8	: Prizmatik panel yapısı içinde farklı açılarla gelen ışınları farklı yöne yönlendirmesini gösteren şematik çizim.....	64
Şekil 5.9	: Prizmatik panelle uygulanmış gölgeleme sistemi.....	65
Şekil 5.10	: Prizmatik panellerin, direk güneş ışınları ve yaygın gün ışığıyla birlikte hareketli ve sabit olarak güneş kontrol amacıyla kullanımları.....	65
Şekil 5.11	: Lazer kesim panelin örnek fotoğrafı.....	66
Şekil 5.12	: Okul Brisbane, Australia, lazer kesim panelle örnek uygulama.....	66
Şekil 5.13	: Lazer kesim panelin açısı ile kırılma açısı ve güneşten gelen ışının arasındaki ilişkiyi göstermektedir.....	67
Şekil 5.14	: Lazer kesim panellerin farklı açılarda yerleştirilerek ışığı farklı yönlendirebilmesi.....	67
Şekil 5.15	: Çatı kısmında kullanılan lazer kesim panellerin dik gelen ışınları geri gönderip yatay gelen (akşam saatlerinde ve sabah ilk saatlerde) ışınları içeriye alması.....	68
Şekil 5.16	: HOE sistemleri ile dik gelen ışınların odanın derinlerine yönlendirilmesi.....	68
Şekil 5.17	: Holografik optik elemanın Southampton Üniversitesinde test edilmesi sağ tarafta kurulan test düzeneği gözüküyor. Sol kısımda iç mekanda kırılan ışınlar gösteriliyor.....	69

Şekil 5.18	: Yusuf Ziya Paşa Köşkü (Perili Köşk) Borusan Holding Yönetim Binası heliostat uygulaması -İstanbul.	70
Şekil 5.19	: Barstow, California yakınları (Sun Flower) güneş kulesi.....	71
Şekil 5.20	: Işımının yansıtıcı yüzey veya ışın kırıcı yüzey ile (a) bir noktaya (b) bir doğruya yoğunlaştırılması.	71
Şekil 5.21	: Farklı tipte tasarlanmış yoğunlaştırıcı toplayıcılar: (a) arka plandaki yansıtıcıdan yansıyan ışınları yutan boru tip, (b) eğri yüzeyli yansıtıcıdan yansıyan ışınları yutan boru tip, (c) düzlem yansıtıcı düzlem yutuculu tip, (d) parabolik yoğunlaştırıcı tip, (e) Fresnel yansıtıcı, (f) kuleye yoğunlaştırıcı tip.....	72
Şekil 5.22	: Heliostat uygulaması.....	72
Şekil 5.23	: Işık kılavuzlarına gün ışığını aktaran heliostat sisteminin gösterilmesi.....	73
Şekil 5.24	: Gün ışığının ışık kılavuzları ile taşınması.....	73
Şekil 5.25	: Işık kılavuzu ile taşınan ışığın iç hacimde kullanılması	74
Şekil 5.26	: Gün ışığı tüpü nün kullanım prensibinin şematik gösterimi	75
Şekil 5.27	: Gün ışığı tübü ile iç mekan aydınlatma örnek uygulama.....	75
Şekil 5.28	: Salihlide Hipermarket uygulaması 124 adet gün ışığı tüpü Uygulaması	76
Şekil 5.29	: Adapazarı gün ışığı tübü ile ofis aydınlatması (60x60 kare model)	76
Şekil 5.30	: Fiber optik kablo ile gün ışığı aydınlatmasına örnek.....	77
Şekil 5.31	: Parans solar panel- Parans SP2 Modeli güneş ışınlarını takip eder.	78
Şekil 5.32	: Himewari sistemi güneş toplayıcı (heliostat).....	78
Şekil 5.33	: Soğuk ayna ile görünür ışık ve sıcaklığın ayrıştırılması.	79
Şekil 5.34	: Fiber optik kablonun yapısı ve ışığı uzun mesafe taşıma prensibi.	79
Şekil 5.35	: Fiber optik kablonun kesidi	79
Şekil 5.36	: Fiber optik kablo ile gün ışığı örnek uygulama.	80
Şekil 5.37	: Ege üniversitesi test odası – fiber optik kablo ile örnek uygulama	80
Şekil 6.1	: Cornell kutusu (Cornell Üniversitesi bilgisayarla modelleme).....	86
Şekil 6.2	: Radiance –ışın izleme metodu ile bilgisayar çizimi	87
Şekil 6.3	: Işın izleme metodu ile modellemesi yapılmıştır.	88
Şekil 6.4	: Adeline ile modellemesi yapılmıştır.	88
Şekil 6.5	: Ölçekli modelleme ile gün ışığı ölçümleri.....	91
Şekil 6.6	: Gökyüzü simülatörü (tam daire)..	92
Şekil 6.7	: Gökyüzü simülatörü (belli yönden gelen ışınların performansı için)..	93
Şekil 6.8	: Örnek bir test odası (sağ) iç hacimden görünüş, (sol) dış kısımdan görünüş.	95

SEMBOL LİSTESİ

Q	: Günlük tüm güneş ışıınıımı
t	: Güneşlenme süresi
Q_o	: Atmosfer dışına gelen güneş ışıınıımı
t_o	: Gün uzunluğu
h	: Güneş yüksekliği
z	: zenit açısı
A	: Azimut açısı
d	: Denklinasyon açısı
Sa	: Güneş saati
tg	: Gün uzunluğu
I	: Işık şiddeti
E	: Aydınlık düzeyi
L	: lüminans
S	: Yüzey
R	: Yansıma katsayısı
T	: Geçirimsizlik katsayısı
a	: soğurulan enerjinin gelen enerjiye oranı
ø	: Gözlenen gök parçasının yükseklik açısı
Lz	: Zenit Parıltısı
W	: Her bir pencerenin alanı
A	: Tüm iç mekan alanı
M	: Camın bakım faktörü
n	: Yansıma katsayısı

KISALTMALAR LİSTESİ

DF	: Daylight Factor
CIE	: International Commision of Illumination
ISO	: Daylight Factor
SC	: Sky Component
ERC	: External reflected component
IRC	: Internal reflected component
HVAC	: Daylight Factor
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
UV	: Ultraviole
IEA	: International Energy Agency
HOE	: Holografik Optik eleman
EİE	: Etüd İşleri İdaresi
PC	: Personal Computer
CAD	: Computer Aided Design
3B	: 3 Boyutlu
IR	: Infrared
lx	: lux
DMİ	: Devlet Meteoroloji İşleri

ÖZET

GÜN IŞIĞI İLE AYDINLATMANIN TEMEL İLKELERİ VE GELİŞMİŞ GÜN IŞIĞI AYDINLATMA SİSTEMLERİ

Doğal enerji kaynaklarının tükendiği ve enerjinin etkin kullanımının bir kat daha önem kazandığı günümüzde gün ışığı ile aydınlatma sistemleri kullanıcıya tasarrufun yanı sıra konforu da sunmaktadır. Aydınlatmaya hem konutlarımızda hem de sanayide enerjinin önemli bir kısmı harcanmaktadır. Aydınlatmadan tasarruf, ihtiyacımız olan ışığı kapatarak değil, ihtiyaç olanı doğal yöntemlerle, enerjiyi etkin kullanarak sağlamakla olur.

Bu çalışma ile gelişmiş gün ışığı ile aydınlatma sistemlerine bir giriş yapılması amaçlanmıştır. Sistemleri detaylı incelemek yerine, genel olarak gün ışığı kavramı, insan ve bina ile olan ilişkisi üzerinde durulmuş ve gelişmiş gün ışığı sistemleri anlatılarak, gelişmekte olan bu sistemleri daha iyi anlamak ve veri oluşturabilmek amaçlı ölçüm yöntemleri anlatılmıştır.

Araştırmada birinci bölüm giriş kısmıdır ve çalışmanın amacı ve kapsamı belirlenmiştir.

Gün ışığı yapay aydınlatma gibi standart bir ışık değildir. Mevsimlere ve günün saatlerine göre değişkenlik göstermektedir. Bu konuyu daha iyi anlayabilmek amacıyla ikinci bölümde gün ışığı konusu, güneş ve dünya hareketleri, ışığın yapısı ve kullanılabilirliği açıklanmıştır.

Üçüncü bölümde gün ışığı ve bina ilişkisine değinilerek, bina tasarımından önce veya sonra gelişmiş gün ışığı sistemlerinin uygulanmasında dikkat edilecek hususlar açıklanmıştır.

Gün ışığı vücudun ritmini sağlamak ve hayatın kaynağını oluşturmaktadır. Gelişmiş gün ışığı sistemleri sadece aydınlatma ve iklimlendirme maliyetlerinden tasarrufu değil, insan sağlığı ve konforu için doğru mekanları amaçlar. İnsan ve gün ışığı ilişkisi dördüncü bölümde açıklanmıştır.

Gelişmiş, çağdaş veya yenilikçi olarak adlandırılan gün ışığı sistemleri beşinci bölümde açıklanmıştır. Gelişmiş gün ışığı ile aydınlatma sistemleri ışığı yönlendiren ve ışığı taşıyan olmak üzere iki bölüme ayrılarak incelenmiş, dünya ve Türkiye den örneklerle sistemlerin kullanılabilirliği gösterilmek istenmiştir.

Bu sistemlerin gerçekten faydalı olabilmesi için genel kullanım bulması, maliyetlerin düşmesi ve olumlu etkilerinin anlaşılması gerekmektedir. Sistem araştırmaları genellikle üniversiteler vasıtasıyla yapılmaktadır. Verilerin sağlanabilmesi, gerekli karşılaştırmaların yapılabilmesi amacıyla ölçüm yöntemleri önemlidir. Altıncı bölümde bu yöntemler anlatılmış ve sonuç kısmında tüm bu konular değerlendirilmiştir.

SUMMARY

FUNDAMENTAL PRINCIPLES OF DAYLIGHTING AND ADVANCED DAYLIGHTING SYSTEMS

In nowadays condition that the natural energy sources are consumed away and the importance of using the energy effective is increased, though the daylighting systems provide energy saving to the users, it are also represent comfort. Both in our residences and in the industry to the lighting have been consumed important a part of energy. Saving from lighting, can not get with shutting the light that required to us, contrary to can provide with using the required as natural ways and using the energy effective.

In this study has aimed to make an introduction into the advanced daylighting systems. Instead of examining the systems detailed, has dwelled generally on the concept of daylight, its relations with the human and building, and by explaining the advanced daylighting systems; then has explained the measurement methods, here the aim is understanding these systems well and could get data's.

In the study the first chapter is the introduction part in which has determined the goal and the content of the study.

Daylight is not a standard light like artificial lighting. It's changed according to the seasons and the hours of a day. With the aim of understanding this matter more; in the second chapter has explained the matter of daylight, movements of the sun and the world, the structure of light and its usability.

In the third chapter has explained the points to consider during the application of advanced daylight systems both before building design or later, by deal with the relation of daylight and building.

The daylight provides rhythm to the body and constitutes the source of life. Advanced daylight systems is not aimed only saving from lighting and conditioning

costs, it's also targeted true places for human health and comfort. The relation between human and daylight has explained in the fourth chapter.

Called as advanced, contemporary or innovative daylight systems have explained in the fifth chapter. Advanced daylighting systems have examined by separating these into two groups as routed the light and as conveyed the light, with examples from the world and Turkey has wanted to show these systems' usability.

For getting real benefit from these systems are required widening its areas of usage, decreasing its costs, and understanding its positive effects. System researches have been carried out widely by universities. The measurement methods are important tools for the purposes of could provide data's, and could make required comparisons. In the sixth chapter have explained these methods and in the conclusion part all these subjects have evaluated.

1. BÖLÜM : GİRİŞ

Artan enerji sıkıntısı, doğanın yağmalanması, azalan fosil ve enerji kaynakları, çıkan çevresel sorunlar insanları yenilenebilir enerji kaynakları kullanımına yönlendirmektedir. En önemli yenilenebilir enerji kaynağı güneştir.

Dünyada çevre duyarlılığı kapsamında sanayide ve konutlarda yeni standartlar belirlenmektedir. Son dönemde yaygınlaşmaya başlayan bu standartlar, binaları enerjiyi etkin kullanmalarına göre sınıflandırmakta ve sertifikalandırmaktadır. En bilinen sertifika LEED dir. Yeşil bina sertifikası olarak bilinen bu sertifikalarda amaç; inşaatın hafriyat aşamasından başlayarak günlük yaşamın başlamasına kadar devam eden süreçte çevreye karşı duyarlı olan binaların yapılmasıdır. Bu binalarda başlıca dikkat edilen konular yüksek teknoloji, mümkün olduğunca gün ışığından yararlanma, yalıtım ve enerji verimidir. Ayrıca yurtdışında çevreye duyarlı projeler yasalarla korunmakta veya teşvik edilmektedir.

Çevreye duyarlı proje yapmak kapsamında enerji etkin bina tasarımları önem kazanmıştır. Enerji etkin binalar kullanıcının gereksinme duyduğu konfor koşullarından ödün vermeden, binaların enerji tüketen sistemlerinin kuruluş yükünü ve kullanım sürelerini minimize etmeyi amaçlar. Aydınlatma konusunda binada enerji etkinliği aydınlatma için harcanacak olan enerjinin azalmasıyla yani doğal aydınlatmanın doğru kullanımıyla gerçekleşir.

Ülkemizde de enerji verimliliği yasa tasarısı kabul edilmiş ve Kyoto anlaşmasını imzalayacağını bildirerek bu bağlamda önemli bir adım atılmıştır. Kyoto Protokolü, sera etkisi yaratan gazların salınımlarını (emisyon) kısmak üzere sanayileşmiş ülkelere çeşitli hedefler belirleyen uluslararası bir anlaşmadır. Tüm bu çalışmalar sürdürülebilirlik; yani bu günün ihtiyaçlarını karşılarken gelecek nesillerin de yaşam koşullarını ve çevresel değerlerini göz önüne almayı amaçlamaktadır.

Güneş ışığı yüzyıllardır aydınlatmanın temel kaynağıdır. Doğal aydınlatma sağlayıcısı olarak en çok bilinen ve kullanılan yöntem pencerelerdir. Pencerelerden gelen ışıkla

aydınlatma evlerde yeterli olabilmektedir. Ancak sanayide ve çok katlı binalarda, geniş oturma alanlı binalarda gün ışığı pencere bölgesine yakın kısımlarda kalmakta odanın derinliklerine ışık aktarılamadığı için homojen bir aydınlatma sağlanamamakta buda o hacimlerde gündüz saatlerinde yapay aydınlatmanın kullanılmasına sebep olmaktadır. Ayrıca sıcaklık sebebiyle güneş ışığı her mekanda istenmemekte yine depo gibi geniş hacimli alanlarda yapay aydınlatma kullanılmaktadır.

Bu tez kapsamında gün ışığının aydınlatmadaki kullanımını geliştiren, yenilikçi, gelişmiş gün ışığı ile aydınlatma sistemleri anlatılacaktır. Bu sistemlerin daha iyi anlaşılabilmesi ve sistemlerle ilgili temel kavramların, tasarım ölçütlerinin belirlenmesine yardımcı bir kaynak olması amaçlanmıştır.

Gelişmiş gün ışığı sistemlerinin daha iyi anlaşılabilmesi için konu beş ana başlık altında incelenmiştir; gün ışığı, gün ışığı ve bina ilişkisi, gün ışığı ve insan ilişkisi, gelişmiş gün ışığı aydınlatma sistemleri ve sistemlerin ölçülüp değerlendirilmesi.

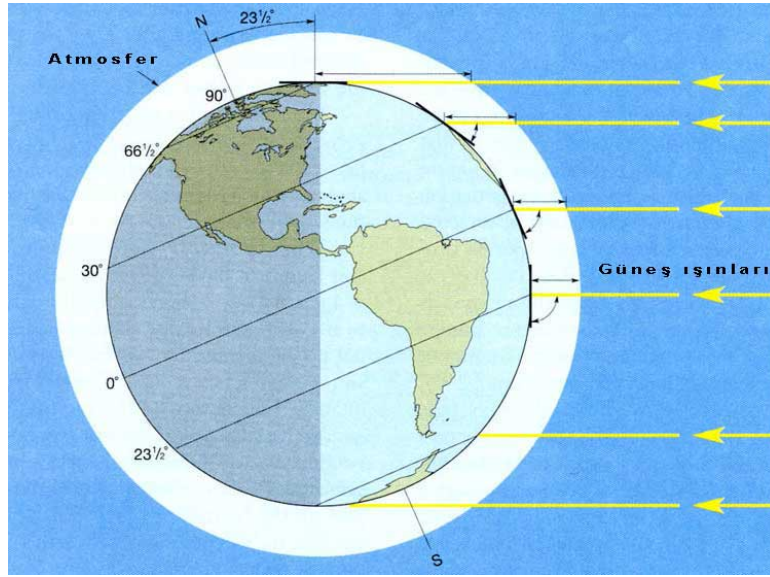
Yöntem olarak gelişmiş gün ışığı sistemlerini detaylı anlatmak yerine, genel olarak değinilip, tasarımcılar ve konu ile ilgili kişiler yapılarında bu sistemleri nasıl ve niçin kullanmalılar sorularının cevapları araştırılmıştır.

2. BÖLÜM: GÜN IŞIĞI

2.1. GÜNEŞ VE GÜN IŞIĞI

Güneş, doğal enerji ve doğal aydınlatma kaynağıdır. Enerjinin son derece önem kazandığı günümüzde gün ışığı ile aydınlanma uygulamaları maliyet tasarrufunun yanı sıra, doğal kaynakların kullanılarak çevreye olumsuz etkilerinin önlenmesi açısından da önemlidir.

Gün ışığı görünür evrensel ışınımdır. Gün ışığı güneş ışığı ve gök ışığı toplamıdır.[1]



Şekil 2.1. Dünyaya eğik açıyla gelen güneş ışınlarının, dik açıyla gelenlere oranla daha fazla yansımaya ve soğurmaya uğraması

Güneşten yeryüzüne gelen ışınım, dolaysız (direk) ve dolaylı (yaygın) olarak iki bileşene ayrılabilir. Direk ışınım adından da anlaşılacağı üzere, doğrudan güneşten gelen ışınımdır. Yaygın ışınım ise, tüm gök küreden gelen belirli bir doğrultusu ve yönü bulunmayan ışınımdır.

Güneş ışınları atmosferin ince tabakasına geldiği zaman dağıtılır.[2]

Güneş ışığının bir kısmı, atmosfer içine girdikten sonra yeryüzüne ulaşmaya kadar, miktarı geçtiği hava kütesine bağlı olarak, atmosferi oluşturan bileşenlerden ozon ve

su buharı tarafından, belirli dalga uzunluklarında seçilmeli olarak yutulur. Hava içerisindeki moleküller, toz ve su buharı tarafından saçılır. Işınımın bu yutulan ve saçılan kısmı yaygın ışınımı oluşturur. [3]

Güneşten yeryüzüne gelen ışınım şiddeti, gün içinde geliş açısına bağlı olarak değişir. Eğik gelen ışınlar daha fazla yansıtacağı için şiddetini yitirir. Öğle vaktinde o gün içindeki en yüksek değerine ulaşır çünkü dik olarak en kısa yolu izleyerek gelmiştir.

Çeşitli gök durumları için toplam ışınım miktarı ve yaygın ışınım oranları Çizelge 2.1 de verilmiştir. [4]

Çizelge 2.1. Çeşitli gök durumları için toplam ışınım miktarı ve yaygın ışınım oranları[4]

	Açık Gök	Puslu Gök (güneş zayıf olarak gözüküyor)	Tam kapalı gök
Toplam Işınım	600....1000 W/m ²	200... 400 W/m ²	50....150 W/ m ²
Yaygın Işınım	%10...%20	%20... %80	%80%100

Yatay bir düzleme gelen aylık ortalama günlük tüm ışınımı Angström denklemi ile ifade edilir. [5]

$$\frac{Q}{Q_0} = a + b \frac{t}{t_0} \quad (1.1)$$

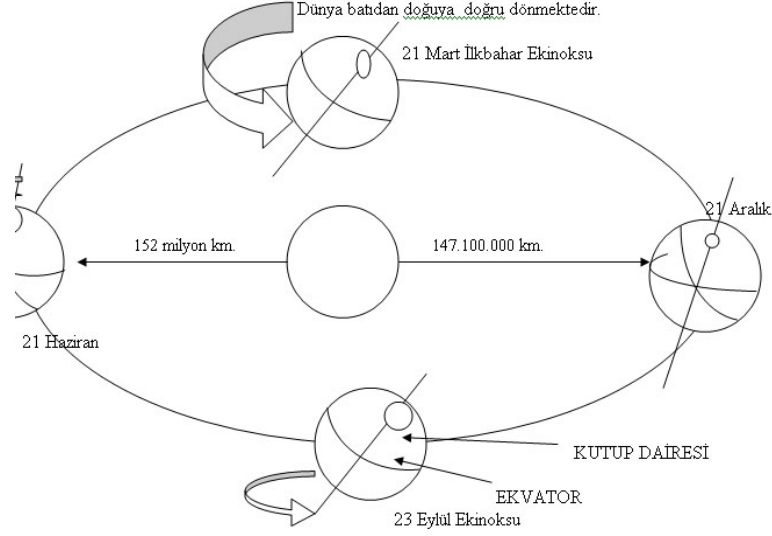
Q= Günlük tüm güneş ışınımı (Mj/m²)

t = güneşlenme süresi

Q₀= Atmosfer dışına gelen güneş ışınımı (Mj/m²)

t₀ = gün uzunluğu

2.2. GÜNEŞİN HAREKETİ

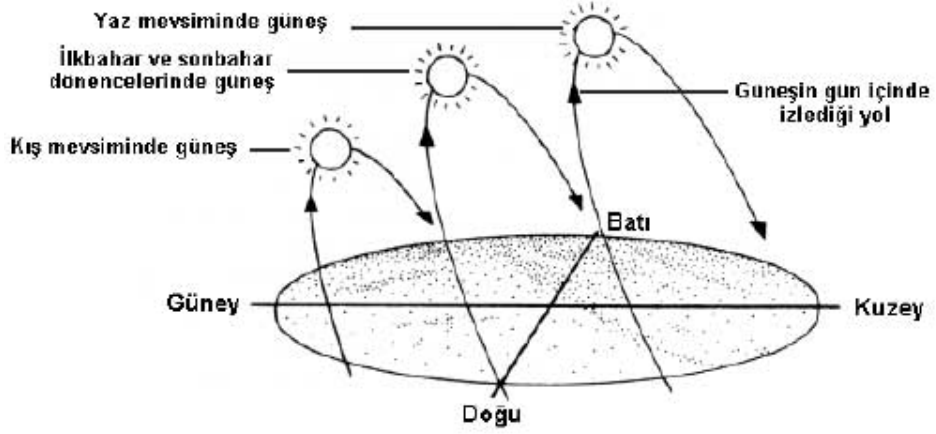


Şekil 2.2. Dünyanın kendi eksenini ve güneş yörüngesindeki hareketi[6]

Dünya kendi kuzey güney eksenini etrafındaki dönüşünü 24 saatte, güneş yörüngesindeki dönüşünü ise 1 yılda tamamlar. Dönüş aksı ile 23 derecelik açı yapar. Gözlemcinin güneşi gördüğü yükseklik (azimut açısı), gözlemcinin yerine (enlemine), mevsime (dünyanın yörünge üzerindeki konumuna), günün zamanına (dünyanın kendi ekseninde dönüşü) bağlıdır. (24) [7]

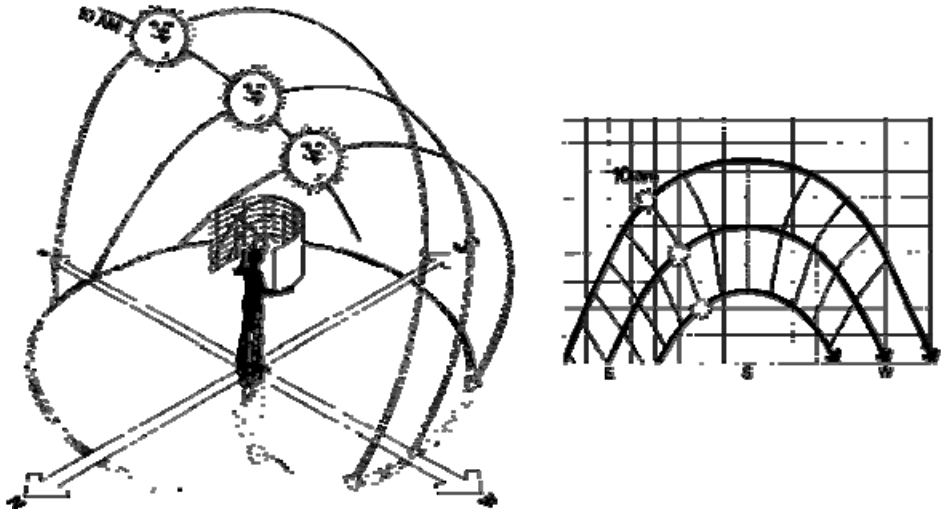
Dünya'nın yörüngesinden geçen ekliptik düzlemi ile Ekvator düzlemi çakışık değildir. Aralarında değişmeyen $23^{\circ} 27'$ lık bir açı vardır. Bu açı nedeniyle güneş ışınlarının dik düştüğü noktalar yıl içinde Ekvator'dan eğiklik açısı kadar kuzeye ve güneye kayar. Böylece güneş ışınları, dönencelere yıl içinde bir defa dönenceler arasına ise iki defa dik düşer. Güneş ışınlarının dik düştüğü noktaların yıl içerisinde değişmesi, dünya üzerindeki diğer herhangi bir noktada da güneş ışınlarının geliş açısının değişmesine neden olur. Böylece herhangi bir noktaya güneş ışınlarının daha dik geldiği dönemlerde sıcaklık değerleri arttığından yaz yaşanır. Güneş ışınlarının en dar açıyla geldiği dönemlerde ise sıcaklık değerleri düştüğünden kış yaşanır. Sonuç olarak güneş ışınlarının dik açıyla geldiği yarım kürede yaz şartları hüküm sürerken, diğer bir yarım kürede güneş ışınlarının gelme açısı küçük olduğundan kış şartları etkilidir.

Güneşten yeryüzüne gelen ışınım şiddeti güneşin yer ile yaptığı açı ile ilişkili olduğundan, herhangi bir anda güneşin hangi konumda olduğunun bilinmesi önemlidir. Güneş, yerdeki bir gözlemciye göre yıl içinde iki eksen üzerinde hareket eder. Şekil 2.3 kuzey yarımküre için güneşin mevsimsel ve günlük hareketlerini göstermektedir. [8]



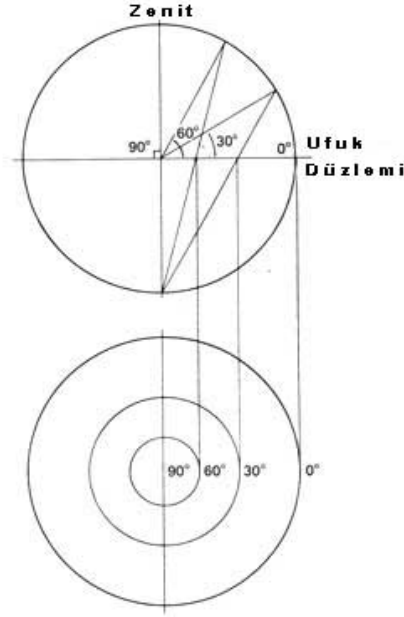
Şekil 2.3. Kuzey yarımküre için güneşin mevsimsel hareketi [9]

Güneşin gökyüzünde izlediği yolu (sun path diyagram) göstermek için çeşitli diyagramlar kullanılmaktadır. Şekil 2.4 Silindirik güneş yolu diyagramının çizim mantığını göstermektedir. Bu diyagramlar kullanılarak binaların gölgeleme etkileri tahmin edilmektedir.



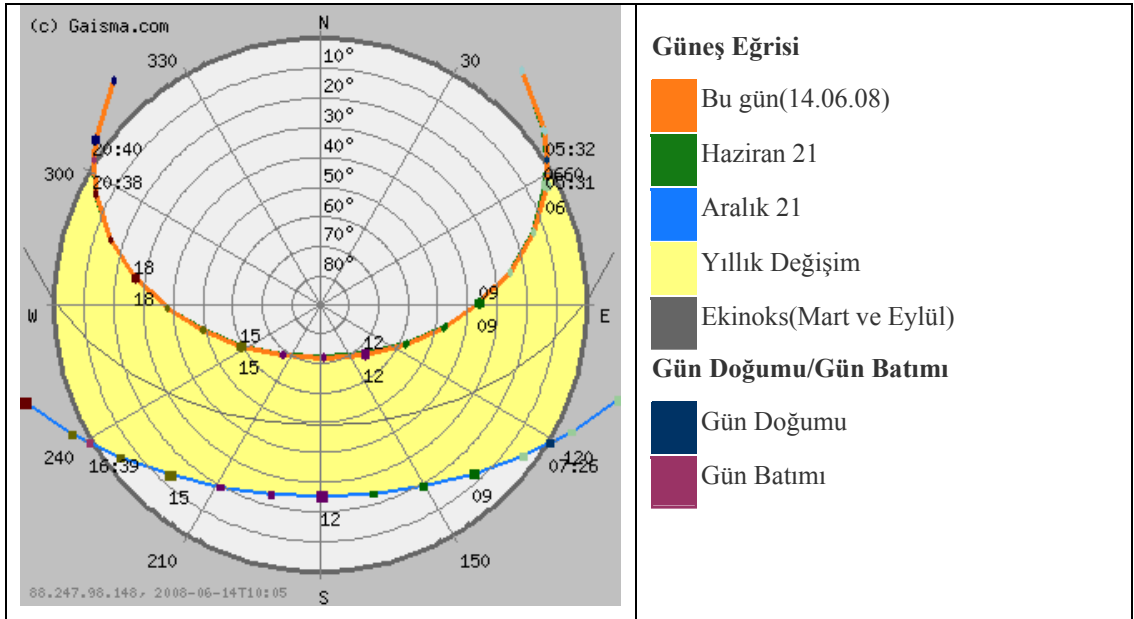
Şekil 2.4. Silindirik güneş yolu diyagramı [10]

Kullanılan diğer bir güneş yolu eğrisi diyagramı da stereographic güneş yoludur.



Şekil 2.5. Stereographic güneş yolu diyagramı çizim yöntemi

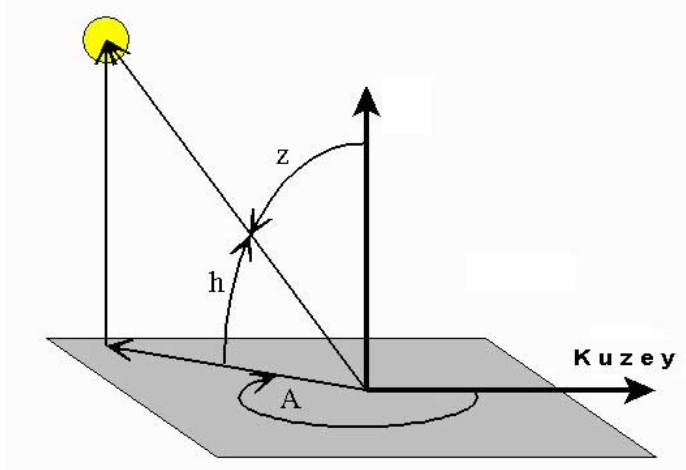
Güneş yolu diyagramı güneşin konumunu yüksekliğine ve azimuta göre belirler. Stereographic güneş yolu diyagramı ile güneşin yüksekliği yatay düzlemde ifade edilir. Ortak merkezli daireler güneş yüksekliğini, ışınal çizgilerde Güneş azimutunu gösterir. Bu grafik ile verilen konum için istenilen saat ve günde güneşin yerini belirlemek kolaydır.



Şekil 2.6. İstanbul için güneş eğrisi (Stereographic sun path) [11]

2.3. GÜNEŞ AÇILARI

Gün ışığı ile aydınlatma hesaplamalarında güneş ışınım miktarının bilinmesi önemlidir. Bunun içinde güneşin konumu ve yeryüzü ile arasındaki ilişkiyi belirlemek gerekir. Güneşin dünya üzerindeki konumu çeşitli açılarla ifade edilmektedir. Bu açılara aşağıda değinilmiştir.



Şekil 2.7. Güneş açıları

h: Güneş yüksekliği Açısı, yatay düzlemden ölçülür	z: Zenit açısı Düşey Düzlemden Ölçülür	A: Azimut açısı Kuzeyden saat yönüne göre ölçülür
--	--	---

2.3.1. Zenit Açısı (z):

Dünya üzerindeki bir gözlemcinin gök küre üzerinde karşılık geldiği konum, gözlemcinin zeniti olarak adlandırılır. Bu nokta, gözlemcinin bulunduğu düzlemin normali ile gök kürenin kesiştiği noktadır. Zenit açısı direkt güneş ısınmı ile yatay düzlem normalinin arasında kalan açıdır. Zenit açısı güneş doğuş ve batışında 90° iken, ışınların dik geldiği durumda 0° dir.

2.3.2. Güneş Azimut Açısı (A)

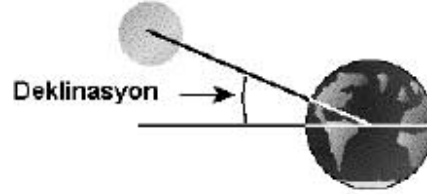
Güneş – dünya doğrultusunun yatay düzlemdeki iz düşümünün kuzey –güney doğrultusu ile yapmış olduğu açıdır. Güneyden doğuya doğru (-), batıya doğru(+) olarak kabul edilir. Yardımcı güneş açıları, esas güneş açıları ile trigonometrik olarak ifade edilebilir.

2.3.3. Güneş Yükseklik Açısı (h):

Yatay düzlemlerle direkt güneş ışınımı arasında kalan açıdır. Güneş yüksekliği, güneşin gözlemcinin ufkundan açısal yüksekliğidir. 0 ila 90 derece arasında bir açıdır. Güneş yüksekliği ile zenit açısı birbirlerini 90 dereceye tamamlarlar. [12]

2.3.4. Denklinasyon Açısı (d):

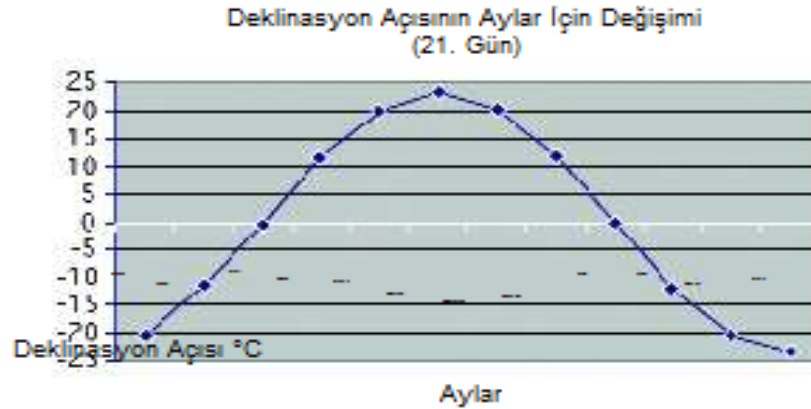
Ekvatorun kuzeyindeki veya güneyindeki güneş ışınlarının güneş öğlesinde açısal uzaklığına denklinasyon açısı denir. Kuzey denklinasyon açısı pozitif işaretlerle gösterilir. Güneş-dünya merkezlerini birleştiren doğrultunun, ekvator düzlemi üzerindeki izdüşümü ile arasındaki açıdır. [13]



Şekil 2.8. Denklinasyon açısı[9]

Denklinasyon açısı aşağıdaki eşitlik ifadesi ile bulunabilir. Burada n, 1 Ocaktan itibaren sayılan gün sayısıdır. Çizelge 2.2 de ayları temsil eden n değerleri verilmiştir. Buradaki i, gün sayısıdır.[14]

$$d = 23,45 \times \sin \frac{360}{365} (n + 284) \quad (1.2)$$



Şekil 2.9. Denklinasyon açısının aylara göre değişimi [14]

Çizelge 2.2. Aylara göre 1 Ocaktan itibaren sayılan gün sayısı [14]

Aylar	n
Ocak	i
Şubat	İ+31
Mart	İ+59
Nisan	İ+90
Mayıs	İ+120
Haziran	İ+151
Temmuz	İ+181
Ağustos	İ+212
Eylül	İ+243
Ekim	İ+273
Kasım	İ+304
Aralık	İ+334

2.3.5. Saat Açısı (Sa):

Güneş ışınlarının bulunduğu boylam ile göz önüne alınan yerin arasındaki açıdır. Saat açısı güneş boylamının göz önüne alınan yerin boylamı ile kesiştiği “güneş öğlesi” nden itibaren önce ise (-) sonra ise (+) olarak alınır. Güneş öğlesinde güneş saati 12’ dir.(21) [5] GS, güneş saati olmak üzere:

$$Sa = 15*(GS - 12) \quad (1.3)$$

2.3.6. Gün Uzunluğu (tg)

Güneşin doğuşu ile batışı arasında geçen süre gün uzunluğudur. Gün uzunluğu, güneşin doğduğu ve battığı andaki saat açıları zenit= 90° alınarak bulunur. [5]

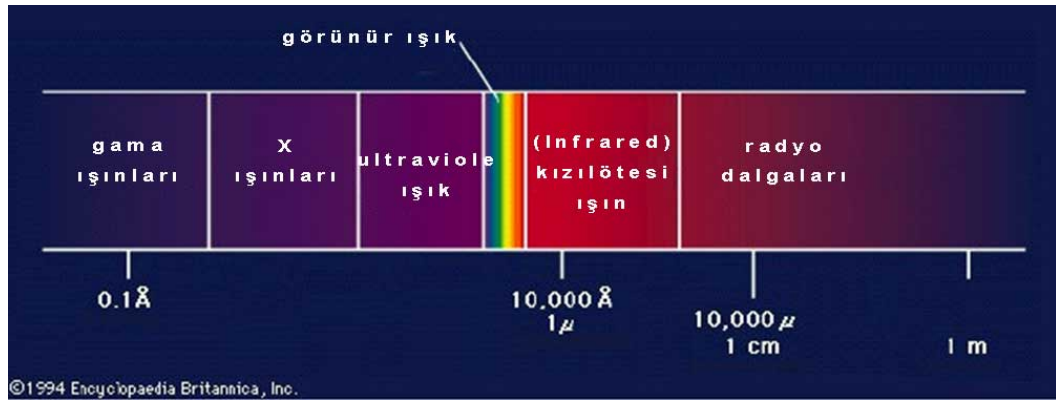
2.3.7. Güneş Sabiti

Ortalama dünya güneş uzaklığında, atmosfer üstünde, birim alana dik olarak, birim saniyede gelen bütün dalga boylarındaki güneş enerjisidir.

2.4. GÜN IŞIĞININ YAPISI

Gün ışığı, güneşten yayılan ve tüm evrene hayat veren ışınımlardır. Işık, insan gözünün algılayabildiği elektromanyetik ışınımlardır. Işık boşlukta saniyede 300.000 km. ile yol alan “foton” adı verilen parçacıklardan oluşur. Elektromanyetik ışınım, elektromanyetik dalgalar biçiminde yayılan enerjidir.

Görülebilir ışık, insan gözü tarafından algılanabilen elektromanyetik tayfin ve dalga boyunun bir parçasıdır. Şekil 2.10 da gösterildiği gibi bir yanında ultra viyole (UV) ve diğer tarafında da kızıl ötesi (IR) yayılımı kuşatır.[15]



Şekil 2.10. Elektromanyetik Tayf [15]

Güneşten yayılan ve bilinen farklı dalga boylarındaki tüm elektromanyetik radyasyonun bütünü *elektromanyetik güneş spektrumu* olarak isimlendirilir. Anılan bu spektrumda, güneş ışınımı dalga boylarına göre sıralanır ve aşağıda verilen temel gruplar ile ifade edilir.

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

Işık göze etki eden özel bir enerji şekli olup dalga ve foton şeklinde yayıldığı kabul edilir. Dalga teorisine göre ışık, elektromanyetik ışınlama (radyasyon) enerjisinin gözle görülebilir bir şeklidir. Elektromanyetik dalga, yayılma doğrultusuna dik bir düzlemde ani değerleri periyodik olarak değişen biri diğerine dik ve oranları sabit olan iki vektörden oluşur. [16]

- Işık, belli bir yayılma hızına,
- Frekansa ve
- Dalga-boyuna sahiptir. [2]

İnsanoğlu bu elektromanyetik dalgalardan sadece dalga boyu 380nm ile 780nm arasında değişen ve renk olarak tanımlanan kısmını görebilmektedir.

Bir cisim üzerine düşen ışığın, enerji taşıyan ve “foton” denilen tanecikler kümesi olduğu kabul edilir. Bu fotonlar hedefe çarpan mermiler gibi olup, maddeyi etkiler. Geri dönerse doğrudan doğruya yansıma meydana gelir.[2] Madde içerisinde yapıya karışıp soğuması, sıcaklığın yükselmesi ve ışıma yoluyla enerji yayımına yol açar.

Yayılm teorisinde, sıcak cisimlerden her doğrultuda, büyük hızlı taneciklerin yayıldığı kabul edilir. Çeşitli girişimlerden sonra, ışığın tarifi dalga teorisiyle yapılmıştır. Bu teoride ışığın dalga şeklinde yayıldığı düşünülür. Buna göre ışımın tarifini yapacak olursak;

Işım; Enerji kaynağından çıkan bu parçacık birimlerinin oluşturduğu demetteki lineer doğrultuya denir. Işımınlar fotonların yörüngeleri olarak da düşünülebilir.

Dalga Boyu; Bir enerji dalgasının tepeleri arasındaki mesafedir. Dalga boylarımın herbiri metrenin milyonda biri kadardır. [16]

Güneş ışığı 6000K’dir fakat atmosferdeki faktörler bunun özellikle alt frekanstaki dalga boylarını emerek yüksek dalga boylarını bırakır böylece mavi komponentlerin açığa çıkmasına neden olur, güneş ışımının geçtiği atmosferik kalınlık arttıkça küçük dalga boyları olan kırmızılık emilerek (yatık ışık), mavi eğilimi de artar. Çizelge 2.3 de ışık kaynakları ve karşılık geldikleri renk ısıları gösterilmiştir.

Çizelge 2.3. Renk ısı değeri

Renk Isısı	Tipik Kaynağı
1000K	Mum, Gaz lambası
2000K	Çok erken gündeğümü; Düşük etkili Tungsten Lambalar
2500K	Normal ev ampulleri
3000K	Stüdyo ışıkları, Projektörler
4000K	Renksiz Flaş ampulleri
5000K	Tipik gün ışığı
6000K	Bulutsuz havada güneş
7000K	Hafif kapalı gökyüzü

8000K	Kapalı gökyüzü
9000K	Bulutsuz güneşli havada, açık alanda gölge
10,000K	Çok kapalı gökyüzü
11,000K	Güneşsiz koyu mavi gökyüzü
20,000K	Dağlarda Çok açık havada açık gölgeli alan
22,000K	Güneş tam doğmadan/batmadan 1-2 dakika önceki renk

2.5. IŞIK VE ÖLÇÜLMESİ

İnsanoğlu ışık kaynaklarını gözü vasıtasıyla algılar. Işık insan gözüyle algılanabilen dalga boylarındaki elektromanyetik ışınım olup, bir yüzeye düşen ışık miktarına ise aydınlatma (illuminance) denmektedir. Aydınlatma birimi lükstür. Lüks metrekare başına lümandır. Lümen insan gözünün spektral duyarlılığına karşı saniyede yayılan belli bir enerji miktarı olarak tanımlanabilir. Aydınlanma ise (Luminance) yüzeyden yansıyan ışık miktarını gösterir. [1] [7]

Işıkla ilgili konuları daha iyi anlayabilmek için, ışık miktarı, ışık gücü, ışık akısı, ışık şiddeti, aydınlık düzeyi ve parıltı gibi kavramlara açıklık getirmek gerekir.

Işık miktarı belirli bir etki süresi için bir kaynaktan çıkan toplam ışık akısı olarak tanımlanabilir. Işık miktarı Q ile gösterilir ve birimi lümen-saniye veya lümen-saattir.

$$1 \text{ Lümen_saat} = 1 \text{ Lmh}$$

$$dQ = \Phi(t) \cdot dt \quad (1.4)$$

$$Q = \int \Phi(t) \cdot dt \quad (1.5)$$

Yukarıdaki formül dizisinden anlaşılacağı gibi, bir ışık kaynağının yayımladığı ışık miktarı, ışık akısına ve bu akının etki süresi ile alakalıdır.

Eğer ışık akısı zamanla değişmiyorsa bu ifade

$$Q = \Phi \cdot t \text{ şeklini alacaktır.} \quad (1.6)$$

Işık akısı Q harfi ile gösterilmekte olup, birimi lümandır (lm). Işık akısı, bir ışık kaynağı tarafından saniyede yayılan toplam ışık miktarını ifade eder. Işık akısı; insan

gözünün duyarlılığına karşı bir ışık kaynağı tarafından saniyede yayılan enerji miktarıdır.

Gözün duyarlılığı dalga boyuyla değişir. Işık gücü dalga boyuyla ilgilidir. [16]

Işık şiddeti “I” ile gösterilir. Birimi “kandela” dır (cd).[1] Işık şiddeti, saniyede yayılan ışığın belli bir yönde yoğunlaşmasıdır. Noktasal bir ışık kaynağının herhangi bir α doğrultusundaki ışık şiddeti, bu doğrultuyu içine alan bir $\Delta\Omega$ uzay açısından çıkan $\Delta\Phi$ ışık akısının, $\Delta\Omega$ uzay açısına bölümü olarak tanımlanır.

$$I_{\alpha} = \lim_{\Delta\Omega \rightarrow 0} \frac{\Delta\Phi}{\Delta\Omega} = \frac{d\Phi}{d\Omega} \quad (1.7)$$

1 lümenlik ışık akısının bir steradyan’lık uzay açısından çıkması durumunda ışık şiddeti;

$$\frac{1\text{lm}}{1\text{str}} = 1\text{cd} \text{ olarak elde edilir.} \quad (1.8)$$

Eğer ortamın yutması yoksa ortalama ışık değeri:

$$I_{ort} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta\Omega} \text{ şeklinde olacaktır.} \quad (1.9)$$

Aydınlık düzeyi “E” harfi ile sembolize edilmekte olup birimi lüx tür (lx). Aydınlık düzeyi, bir yüzeyin birim alanına düşen ışık veya ışık akısı miktarıdır.

$$\text{Lüx (lx)} = \text{lm/m}^2 \quad (1.10)$$

Parıltı (lüminans ya da ışıklılık) ise “L” harfi ile gösterilir. Birimi cd/m^2 dir. Parıltı, belirli bir yönde yüzey birim alanına düşen aydınlanma şiddetidir. Yüzeyin kendisi ışık yayabilir veya başka kaynaklardan yayılan ışığı yansıtabilir. Aynı aydınlık düzeyine sahip fakat değişik yansıtma özellikleri olan yüzeylerin değişik parıltıları vardır.

Işık yayan bir yüzeyin herhangi bir x noktasının bu yüzeyin normali ile α açısı yapan doğrultudaki parıltısı, x noktasını içine alan ΔS yüzey elemanının bu doğrultuda doğurduğu ΔI_{α} ışık şiddetinin, ΔS ’in bu doğrultuya dik düzlemdeki ΔS_n görünen alanına limitidir. Bunu ifade edecek olursak:

$$L_{\alpha} = \lim_{\Delta S_n \rightarrow 0} \frac{\Delta I_{\alpha}}{\Delta S_n} = \frac{dI_{\alpha}}{dS_n} \quad (1.11)$$

dir. S yüzeyinin her noktasında parlaltı değeri aynı ise, bu ifade; $L_{\alpha} = \frac{I_{\alpha}}{S_n}$ şeklini alır.

Aydınlık şiddetinin birimi nit'tir. Nit, nesnelerin parlaklığını temsil etmek için uygun olmasına karşın ışık kaynakları için stilb birimi kullanılır.

$$L = \frac{I}{S} = \frac{1cd}{1m^2} = 1nit \quad \frac{cd}{cm^2} = 1stilb \quad (1.12)$$

Birim yüzeye düşen toplam ışık akısı o yüzeyin aydınlık şiddeti olarak tanımlanır. Bir yüzeyin aydınlık şiddeti lüxmetre denilen cihazla ölçülür.

$$E = \lim_{\Delta S \rightarrow 0} \frac{\Delta \Phi}{\Delta S} = \frac{d\Phi}{dS} \quad (1.13)$$

Aydınlık şiddetinin S yüzeyinin her noktasında aynı ise;

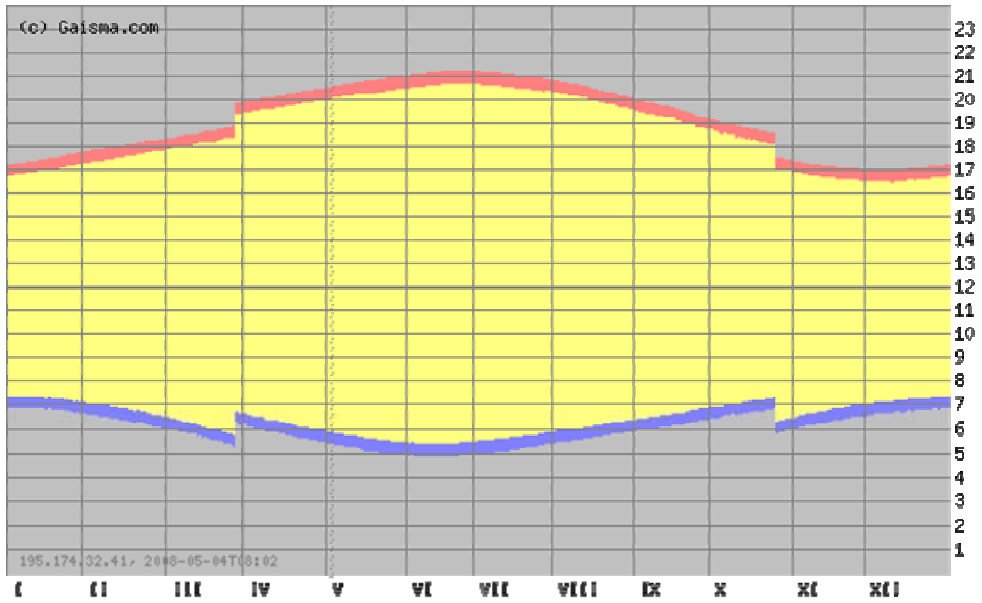
$$E = \frac{\Phi}{S} \text{ ifadesi bize aydınlık seviyesini verecektir.} \quad (1.14)$$

$\Phi =$ lümen, $S = m^2$ olarak alınırsa $E =$ lümen/ m^2 ifadesinden Lx birimi ortaya çıkar.

Formül incelendiğinde, yüzeyi sabit kabul edersek, aydınlık şiddetinin yüzeye gelen ışık akısı yoğunluğuyla doğru orantılı olduğu görülecektir. Noktasal bir ışık kaynağının muhtelif doğrultulardaki ışık şiddetlerinin uç noktalarının oluşturduğu yüzeye ise ışık dağılım yüzeyi veya polar fotometrik yüzey denir. Bir ışık kaynağının ışık dağılım yüzeyi, gerek kaynağın ışık dağılımının incelenmesi, gerekse kaynakların konumlandırılması konusunda yararlanılabilen bir özelliktir. Işık kaynaklarının armatürlerle birlikte kullanılması durumunda ışık dağılım eğrileri, armatürün geometrik yapısına bağlı olarak değişimler gösterir. [2]

2.6. GÜN IŞIĞI KULLANABİLİRLİĞİ

Tüm gün ışığı stratejileri ışığı güneşten, binalardan ve yerden alır. Gün ışığı stratejileri bina alanının enlemiyle, binayı saran koşullar (mesela engellerin varlığı) tarafından belirlenen doğal ışığın varlığına dayanır. Gün ışığı stratejileri iklimlerden de etkilenir; bu yüzden mevsimlerin özellikleri, egemen iklim koşulları, özellikle çevre ısı ve ışığı gün ışığı tasarısında temel adımlardır. Yapım alanında, iklim ve gün ışığı kullanılabilirliğinin incelenmesi bina cephesinin çalışma koşullarını anlamada kilit bir noktadır. Bina için, gün ışığı tasarımı çözümü tüm bu çalışma koşullarına hitap eder.(1)



Sekil 2.11. İstanbul Türkiye 04.Mayıs 2008 için aydınlanma süresi. Güneş doğuş ve batış arasındaki aydınlanma süresi grafiği [11]

Gün ışığı kullanılabilirliği büyük ölçüde hem enleme hem de binanın yönlenimine bağlıdır; her yönlenim farklı bir tasarımı odağı gerektirecektir. Mimari alanda yapılan incelemeler ve eski başarılı gün ışığı tasarımları, iklim ve bina tasarımı arasındaki ilişkiyi anlamak için iyi bir yoldur.[1]

2.7. TÜRKİYE VE GÜNEŞLENME POTANSİYELİ

Ülkemiz, coğrafi konumu nedeniyle sahip olduğu güneşlenme süreleri açısından birçok ülkeye göre şanslı durumdadır. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünde (DMİ) mevcut bulunan 1966-1982 yıllarında ölçülen güneşlenme süresi ve ısıtım şiddeti verilerinden yararlanarak EİE (Etüd İşleri İdaresi) tarafından yapılan çalışmaya göre Türkiye'nin ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2640 saat (günlük toplam 7,2 saat), ortalama toplam ısıtım şiddeti 1.311 kWh/m²-yıl (günlük toplam 3,6 kWh/m²) olduğu tespit edilmiştir. Türkiye, 110 gün gibi yüksek bir güneş enerjisi potansiyeline sahiptir. Çizelge 2.4 'te Türkiye güneş enerji potansiyeli ve güneşlenme süresi değerleri aylara göre dağılımı verilmiştir.

Çizelge 2.4. Türkiye'nin toplam güneş enerjisi potansiyelinin aylara göre dağılımı [17]

Aylar	Aylık Toplam Güneş Enerjisi (kcal/cm ² -ay)	(kWh/m ² -ay)	Güneşlenme Süresi (saat/ay)
Ocak	4,45	51,75	103,0
Şubat	5,44	63,27	115,0
Mart	8,31	96,65	165,0
Nisan	10,51	122,23	197,0
Mayıs	13,23	153,86	273,0
Haziran	14,51	168,75	325,0
Temmuz	15,08	175,38	365,0
Ağustos	13,62	158,40	343,0
Eylül	10,60	123,28	280,0
Ekim	7,73	89,90	214,0
Kasım	5,23	60,82	157,0
Aralık	4,03	46,87	103,0
Toplam	112,74	1311,00	2640
Ortalama	308,0 kcal/cm²-gün	3,6 kWh/m²-gün	7,2 saat/gün

Ancak, bu değerlerin, Türkiye'nin gerçek potansiyelinden daha az olduğu, daha sonra yapılan çalışmalar ile anlaşılmıştır. 1992 yılından bu yana EİE ve DMİ, güneş enerjisi değerlerinin daha sağlıklı olarak ölçülmesi amacıyla enerji amaçlı güneş enerjisi ölçümleri almaktadırlar. Devam etmekte olan ölçüm çalışmalarının sonucunda, Türkiye güneş enerjisi potansiyelinin eski değerlerden %20-25 daha fazla çıkması beklenmektedir.

Türkiye'nin en fazla güneş enerjisi alan bölgesi Güneydoğu Anadolu Bölgesi olup, bunu Akdeniz Bölgesi izlemektedir. Çizelge 2.5 te Türkiye güneş enerjisi potansiyeli ve güneşlenme süresi değerlerinin bölgelere göre dağılımı verilmiştir.

Çizelge 2.5. Türkiye'nin yıllık toplam güneş enerjisi potansiyelinin bölgelere göre dağılımı [17]

Bölge	Toplam ortalama güneş enerjisi	En çok güneş enerjisi (Haziran)	En Az güneş enerjisi (Aralık)	Ortalama güneşlenme süresi	En çok güneşlenme süresi (Haziran)	En az güneşlenme süresi (Aralık)
	kWh/m ² - yıl	kWh/m ²	kWh/m ²	saat/yıl	saat	saat
Güneydoğu Anadolu	1.460	1.980	729	2.993	407	126
Akdeniz	1.390	1.869	476	2.956	360	101
Doğu Anadolu	1.365	1.863	431	2.664	371	96
İç Anadolu	1.314	1.855	412	2.628	381	98
Ege	1.304	1.723	420	2.738	373	165
Marmara	1.168	1.529	345	2.409	351	87
Karadeniz	1.120	1.315	409	1.971	273	82

3. BÖLÜM: BİNA ve GÜN IŞIĞI

Gün ışığı yapı içine alındığında yalnız görmeyi değil, mekanın ve mekanı sınırlayan yapı elemanlarının algılanmasını da sağlar.

Yüzyıllardır gün ışığı, ışık kullanımının tek kaynağıydı. Gün ışığını binanın içine dağıtacak kadar geniş aralıklar yaratma amacı mimariye hükmetmişti. Etkili suni ışık kaynakları ve ışığı tam alan bina cepheleri tasarımcıları, geçmişin bu sınırlılıklarından kurtardı. Gelişmiş gün ışığı sistemleri ve kontrol stratejileri, kullanıcı dostu ve az enerji tüketen yapı alanları, gün ışığı sağlamada ileriye atılan diğer bir adımdır. Bu sistemler, bir yapının tüm mimari stratejisiyle ve tasarı süreciyle bütünleştirilmelidir. [1]

Kullanıcıların fizyolojik ve psikolojik konforunun sağlanmasının yanı sıra enerji tüketiminin azaltılması açılarından hacimlerin gün ışığı ile aydınlatılmasında ana hedefler aşağıdaki gibidir:

- gün ışığının etkin kullanımı,
- olabildiğince düzgün bir aydınlığın sağlanması,
- direkt güneş ışınlarından korunarak kamaşma kontrolü sağlanması,
- dış çevre ile görsel ilişki kurulması,
- dış aydınlık düzeyinin gün içindeki niceliksel ve niteliksel farklılıklarının hissedilmesi,
- iklim kontrolü ve gürültü kontrolü gibi diğer fiziksel çevresel konularla uyumlu bir tasarımın gerçekleştirilmesi,
- yapma aydınlatma, ısıtma ve soğutma yüklerinin azaltılması

olarak sıralanabilmektedir. Bu hedefler, bulunulan iklim bölgesinin özellikleri, binanın işlevi ve kullanım saatleri gibi değişkenlere bağlı olarak farklı önceliklere sahip olabilirler. [18]

Işık stratejileri ve mimari tasarı stratejileri birbirinden ayrılamaz. Gün ışığı hem enerji kullanımını azaltarak suni ışığın yerini alır, hem de ısıtma-soğutma işlevini

etkiler. Bu yüzden gün ışığı projesi çeşitli uzmanların ve uzmanlıkların gereksinimleri ve bakış açılarını bütünlemeyi içerir. Gün ışığı tasarımı bina yerinin seçimiyle başlar ve içinde oturulmaya başlanana dek devam eder. [1]

3.1. BİNA TASARIMI VE GÜN IŞIĞI

Bina tasarımı yapılırken gün ışığı stratejileri de belirlenmelidir. Bina şeması oluşturulurken gün ışığı binanın şekli, oranları gibi temel kararları etkiler. Tasarım aşamasında 2 farklı durum vardır. Bunu çevresel ve yapısal diye ikiye ayırabiliriz.

Binanın gün ışığı aydınlatma kararlarını etkileyen çevresel etkenler; tasarım aşamasında değiştiremeyeceğimiz, coğrafi konum, bulunan enlem, sıcaklık etkileri, diğer binalara olan mesafe ve diğer sınırlayıcılarıdır. Yapısal etkenleri ise binanın dış kabuğu, odaların oranları, pencere ve çatı açıklıklarındaki tasarım kararları ve iç mekanda kullanılan malzemeler gibi bina ile ilgili etkenlerdir.

Gün ışığı ve bina ilişkisi aşağıda belirtildiği gibi iki başlık altında incelenecektir.

Çizelge 3.1.Gün ışığı ve bina ilişkisi

<i>Çevresel Etkenler</i>	<i>Yapısal Etkenler</i>
a)Coğrafi konum (iklimsel şartlar)	a)Yerleşim ve form
b) Gün ışığı alma süresi (güneşlenme)	b) Bina açıklıkları (pencereler, çatı açıklıkları vb.)
c) Sınırlayıcılar	c) Fonksiyon
	d) İç ortam yansıtıcıları

3.1.1. Çevresel Etkenler

Binanın gün ışığı ile aydınlatılmasındaki çevresel etkiler eğer yapı en baştan tasarlanıyorsa, tasarımı ve mimari kararları yönlendiren bir önemdedir. Çevresel etkileri aşağıdaki başlıklar altında inceleyebiliriz.

Çevresel etkenleri

- Coğrafi konum
- Gün ışığı alma süresi
- Sınırlayıcılar, olarak üç bölümde inceleyebiliriz.

a) Coğrafi Konum :

Tasarımın yapılacağı iklim koşullarını, çevre verilerini tasarım verisi olarak gören bir yaklaşımla yapılan tasarımlar, dünyada tüketilen enerjinin yarısından fazlasının yapılarda tüketildiği de göz önüne alındığında, mevcut enerji sorunun çözümüne yönelik önemli bir adımdır. Bu şartlar gözetilmeden inşa edilecek bir yapıda, daha sonra konfor düzeyini sağlayacak aydınlatma, havalandırma, ısıtma ve soğutma işlemleri için tüketilecek enerji miktarı artacaktır. [19]

Ülkemiz farklı iklim bölgelerini coğrafyasında bulundurur. Buda bölgelerde farklı tasarım planlarını meydana getirir.



Şekil 3.1. Geleneksel Türk mimarisinde dar sokaklar ve binaların gölge oluşturması

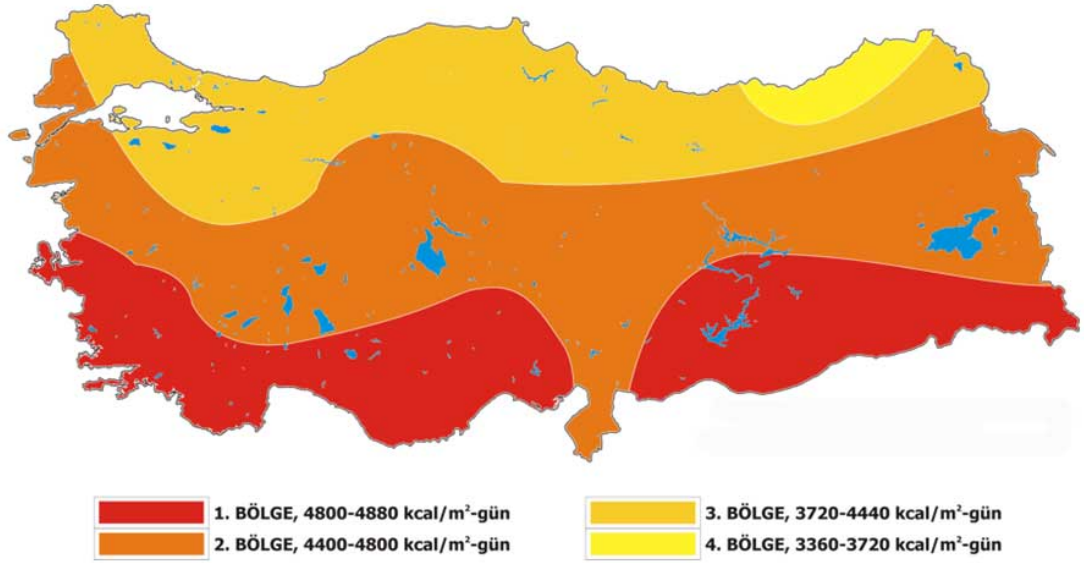
Yaz mevsiminin sıcak ve kuru, kış mevsiminin ise soğuk, nem oranının düşük, yaz-kış, gece gündüz sıcaklıklarının çok olduğu sıcak-kuru iklimlerde güneşin etkilerinden korunması için yerleşmeler birbirine yakın, içicidir. Ortak kullanılan duvarlar, güneşin geldiği yüzey alanını azaltmaktadır. Yüksek duvarlı dar sokaklar vasıtasıyla yapılar birbirini gölgelemektedir. [20]

Soğuk iklimlerde etkin olan rüzgara karşı korunaklı, çevre alanlara göre daha sıcak olan kuytu alanlar, güneye bakan yamaçlar tercih edilir. Rüzgarlardan korunmayı sağlayacak, birbirine yakın, ısı kayıplarını azaltıcı içice geçmeli, kademeli iç mekanlar, mümkün olduğunca güneşten yararlanılan yapılar, bu iklim için uygundur.

Ilıman iklim bölgelerinde kış mevsiminde güneş ışınlarının duvar ve çatı tarafından iç mekana aktarılması sağlanırken, yaz mevsiminde güneş ışınlarından korunma ve yapıların gölgelenmesi istenmektedir. [20]

b) Gün ışığı alma süresi

Yüksek enlemler belirgin yaz ve kış koşullarına sahiptir; gün ışığı seviyesinin mevsimsel değişimi alçak enlemlerde daha az görülür. Kışları gün ışığı seviyesinin düşük olduğu yüksek enlemlerde, tasarımcılar genellikle gün ışığının bina içine girmesini en yüksek seviyeye çıkarmayı hedefler. Gün ışığının, açık havadan bina içine yönlendirilmesi bu enlemlerde uygun bir stratejidir. Tersine, yıl boyunca gün ışığı seviyesinin yüksek olduğu tropikal bölgelerde tasarı odağı, binaya giren gün ışığını sınırlayarak aşırı ısınmayı engelleme üzerinedir. Özellikle zirve yakınlarındaki bölgelerde, gökyüzünün üst kısımlarının engellenmesi ve yerden yansıyan dolaylı ışığın ya da gökyüzünün alt kısımlarından gelen gün ışığının alımı tropikal bölgelerde kullanışlı stratejilerdir. [1]



Şekil 3.2. Türkiye güneşlenme haritası [21]

Kapalı hava stratejileri

Gün ışığı stratejileri, dik güneş ışınlarının olmadığı kapalı havalarda, etraftaki ışınları iç alanlara dağıtmak amacıyla tasarlanmıştır. Bu durumda, pencereler ve tepe pencereleri, kapalı hava koşullarında gün ışığını bina içine getirmek için uygulanmıştır. Bu yüzden pencereler, geniş ve yüksek olarak duvarda yer alacaktır.

Güneşli hava koşullarında bu geniş pencereler aşırı ısıya ve ışığa yol açar. Bu yüzden gölgeleme ve ışık koruma sağlayan sistemler bu stratejinin vazgeçilmez parçalarıdır. Tasarı stratejisine dayanarak, hem dağınık ışınları hem de dik güneş ışınlarını yayan çeşitli gölgeleme sistemleri bu durumda kullanılabilir. Kapalı hava koşullarında gün ışığı seviyesinin azalmasını önlemek için taşınabilir sistemlere başvurulur.

Bazı yeni gün ışığı sistemleri, kapalı hava koşullarında gün ışığı nüfuzunu arttırmak için tasarlanmıştır. Anadolik sistemler veya ışık rafları gibi bazı sistemler gün ışığını belli ölçüde kontrol edebilir. Yansıtma eşikleri gibi basit mimari özelliklerin uygulaması Gün ışığı nüfuzunu arttırmak için başka bir yoldur. Ama pencere tasarımının kendisi, kapalı hava şartlarında bu tip stratejilerin performansında ana etmendir.[1]

Açık hava stratejileri

Kapalı hava gün ışığı stratejilerinin aksine, açık hava iklimlerinde baskın olan ışığı dağıtma stratejisi dik ışınlara odaklıdır. Bu yüzden dik ışınları gölgeleme bu stratejinin bir parçasıdır. Açık hava koşulları için pencereler, kapalı hava koşullarında olduğu gibi büyük ebatlarda olmak zorunda değildir. Işık dağıtımı odaklı gölgeleme sistemleri bu durumda kullanılabilir.[1]

Dik gün ışığı

Dik ve dik olmayan ışınlar için stratejiler farklıdır. Dik ışınlar o kadar parlaktır ki geniş bir iç ortamı yeterince aydınlatabilirler. Eğer gün ışığı derecesi yüksekse, ışın aydınlatma (beam lighting) stratejisi uygulanabilir. Çünkü güneş ışınları paralel bir kaynak olduğundan kolayca yönlendirilir ve tünelize edilebilirler. Dik ışınları yönlendirici optik sistemler ve ışık hareketi sağlayan sistemler, bu durumlarda uygundur. Aydınlatma amaçlı tasarlanmış pencereler genelde manzara sağlamaz. Bu yüzden bu pencereler diğer manzara pencereleriyle birleştirilmelidir. Işın aydınlatması, küçük pencereler gerektirdiğinden kapalı hava koşullarına uygun başka stratejiler de kabul edilebilir.[1]

c) Sınırlayıcılar

Binaların çevresini saran doğal veya yapay engeller, binaların güneş ışığı alamama, gölgede kalma gibi etkilerle bina tasarımında belirleyicidir. Şehir planlamalarıyla

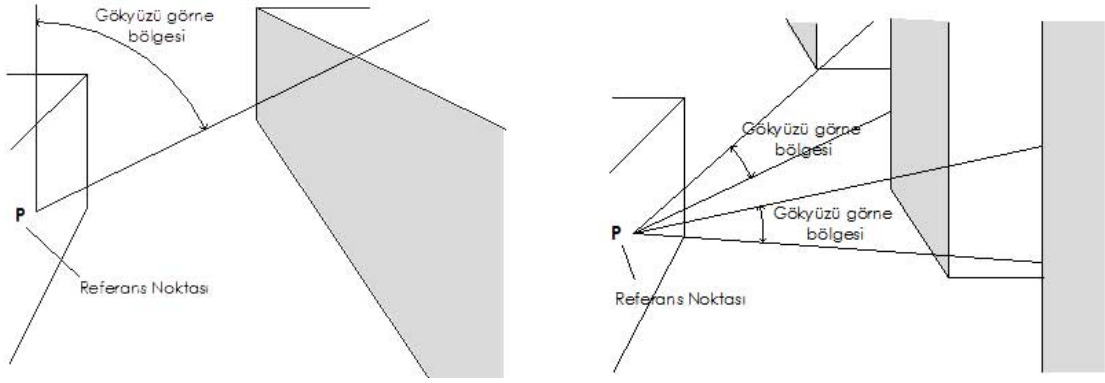
binaların güneşlenme hakları düzenlenmektedir. Ancak günümüzde şehir merkezlerinde toprak alanlarının yüksek rant olması sebebiyle geniş alanlı yüksek kütleler şeklinde yapılan binalar, yüksek binalara rağmen dar olan sokaklar iç hacimlere gün ışığının yeterli miktarda ulaşmasını engellemektedir.



Şekil 3.3. Sınırlayıcı olarak yüksek yapılar

Bir inşaat alanında gökyüzü genellikle binalar ve bitkilerce sarılarak engellenmiştir. Bir inşaat alanında kısıtlamaları inceleme bina cephesinin potansiyel ışığı hakkında bilgi verir. Birçok durumda binaların kendine has kısıtlamaları vardır. Bina tasarım ve kısıtlama çalışmaları birbiriyle bağlantılıdır. Bu kısıtlamalar tasarımcıya binayı şekillendirmesinde ve gün ışığı kullanılabilirliğine göre yer ayırmasında yardımcı olacak bilgiler sağlar.[1]

Daha geniş bir iç hacme gün ışığını alabilmek için yeterli miktarda gökyüzünü gören pencereler açmak gerekir. Gökyüzünü görebilmek için sınırlayıcıların üzerinden veya aralarından ulaşılabilir.(Şekil 3.4)[2]



Şekil 3.4. Gün ışığına ulaşmanın prensibi [2]

Bina gruplarının üzerinde kurulacağı yer parçasının eğimi, yönü, örtüsü ve çevredeki doğal engeller de binaların gün ışığından yararlanma olanaklarını etkilemektedir. Binaların konumlandırılmaları aşamasında bu değişkenlere ilişkin değerlerinin de göz önüne alınması gerekmektedir. Bu değerler binaların gün ışığı açısından birbirlerine engel oluşturmaları konusunda etkilidir. Engel oluşturan binaların dış yüzeylerinin ışık yansıtma çarpanları da bu yüzeylerden yansıyarak hacimlere giren gün ışığı miktarında etkili olmaktadır. Direk güneş ışığının binanın yönüne bağlı olarak bina cephesini etkilemesi ve pencereler yoluyla hacimlere girmesi ise yörenin enlemine, gün ve saatlere bağlı ayrıntılı analizler sonucunda belirlenebilmektedir. Hacimlerde doğal aydınlatma sisteminin görsel koşullarını sağlayabilecek bir biçimde tasarlanabilmesi için bu analizlerin yapılması zorunludur. [22]

Kısıtlamaları analiz etmede birçok yöntem ve araç kullanılabilir. Temel yaklaşımlar:
 *Seçilen alanın çalışma düzleminde “gökyüzü görmeme çizgisi” odaklı yaklaşımlar. (Gökyüzü görmeme çizgisi, no-sky line, çalışma düzlemini gökyüzünü gören ve görmeyen olarak ikiye ayıran noktalardır)

*Bina alanının sunumu üzerinde güneş rotasını ya da gün ışığı kullanımını yansıtarak tek bir bakış açısından kısıtlamaları incelemek.

*Gün ışığı miktarını, belli yerler için radyasyonu, alandaki yönelimleri hesaplamak

*Güneş belli pozisyonlardayken cepheye veya yere düşen gölgeleri belirlemek: Bu yaklaşım alandaki gün ışığı kullanımına dair genel bir bakış acısı verir.[1]

Kısıtlanmış cepheler için, gün ışığı yönlendirme sistemleri iç bölgelere ışık dağılımını artırır. Cam prizmalar yıllardır bu amaç için kullanılmaktadır. Günümüzde holografik unsurlar, anidolik unsurlar, lazer kesim paneller gibi değişik sistemler kullanılabilir. [1]

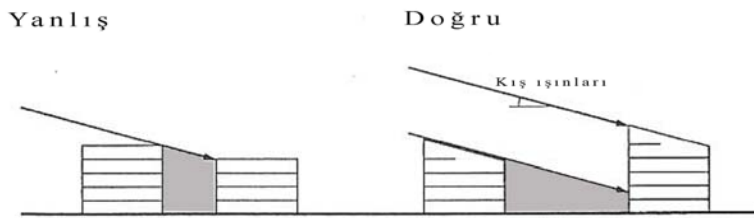
3.1.2. Yapısal Etkenler

Bina ile ilgili tasarımda değiştirebildiğimiz veya yenileyebildiğimiz etkenleri yapısal etkenler konusu altında inceleyebiliriz. Yapısal etkenler; Binanın genel yerleşim kararları (yönlenmesi, formu, yükseklikler), binanın cephesiyle ilgili, görselliği de etkileyen kararlar (pencere yerleşimi ve boyutları, gölgeleyiciler, geniş açıklıklar), bina içindeki tasarım, renk ve kullanım amaçlarından oluşur.

a) Yerleşim ve form

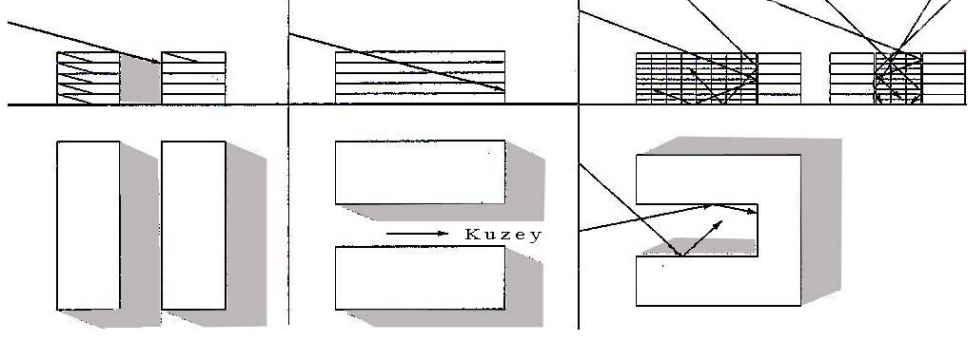
Binaların tüm tasarımı şeması bütün bina alanlarında gün ışığı stratejisini ve gün ışığı potansiyelini belirler. Bu yüzden performans parametreleri, ilk tasarımı evresi süresince kontrol edilmelidir. Alanın içine gün ışığı dağılımı konusundaki yanlış varsayımlar düşük gün ışığı performansı ile sonuçlanacaktır.[1]

İlk tasarımı evresi süresince, gün ışığı tasarımcısının amacı, belirlenmiş performansın tasarımı iskeleti içinde başarılı olabileceğinden emin olmaktır. Aralıklarla ilgili oranlar kontrol edilmelidir. Eğer gün ışığı stratejisinin performansı, belli gün ışığı sistemlerinin performansına bağlı ise bu sistemler tahmin yönteminin içine dahil edilmelidir. Grafikselle yöntemler, fiziksel ya da bilgisayar modelleriyle birlikte gün ışığı simülasyonları, tasarımı sürecinin bu aşamasında uygulanabilir. Bu metodların çoğu tasarımın termal hareketini yeterince hesaplamaz, termal strateji ve gün ışığı stratejisi ayrılmaz biçimde ilişkili olsalar bile; bu yüzden, bir gün ışığı stratejisi termal hesaplamaları içermelidir.[1]



Şekil. 3.5. Güneş ışınlarının geliş yönüne göre yükseklik olarak bina formu[7]

Binalar caddenin kuzey tarafında yüksek güney tarafında alçak olmalı. Çatı şekli kış aylarında gelen düşük açılı ışınları alabilecek şekilde olmalı



Şekil. 3.6. Güneş ışınlarının geliş yönüne göre bina yerleşimi (Doğu-batı, kuzey-güney yerleşimi ve avlulu yerleşim)[7]

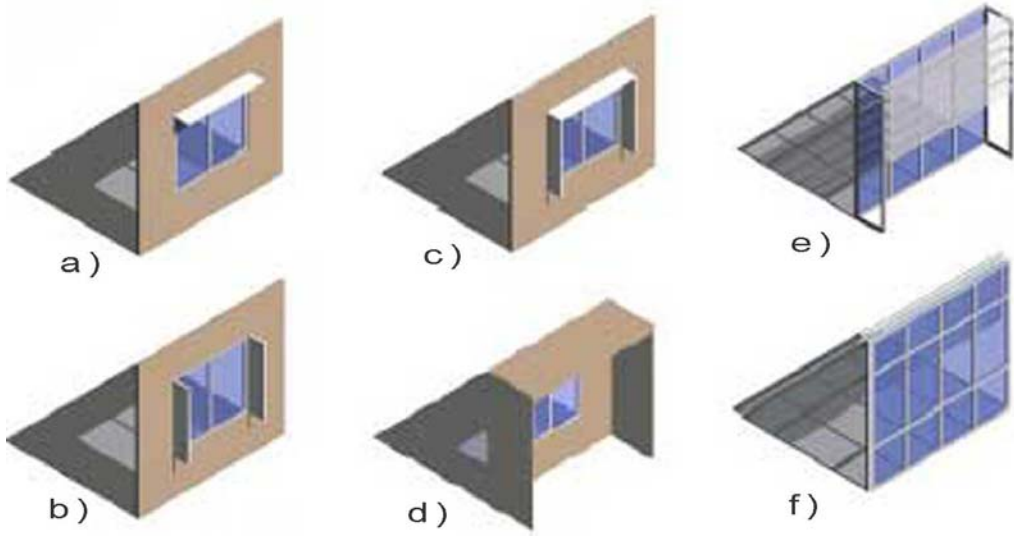
Gün ışığı planlamasında ilk adımlardan biri, bir projenin tüm taban alanlarının listesini çıkarmak ve bu alanların gereksinimlerini belirlemektir. Elde edilen ışık seviyesi ve görsel çevrede sağlanan kontrol derecesi en önemli ölçütler arasındadır. [1]

b) Bina Açıklıkları

Pencereler: Pencereler, düşey veya düşeye yakın eğimli, bina dış duvarlarında yer alan ve çalışma düzleminde istenen aydınlık düzeyini sağlamayı amaçlayan gün ışığı açıklıkları olarak tanımlanabilmektedir. Pencereler her iklim bölgesi için uygun olup, tasarımın ilk aşamalarında ele alınmalıdır. [18]

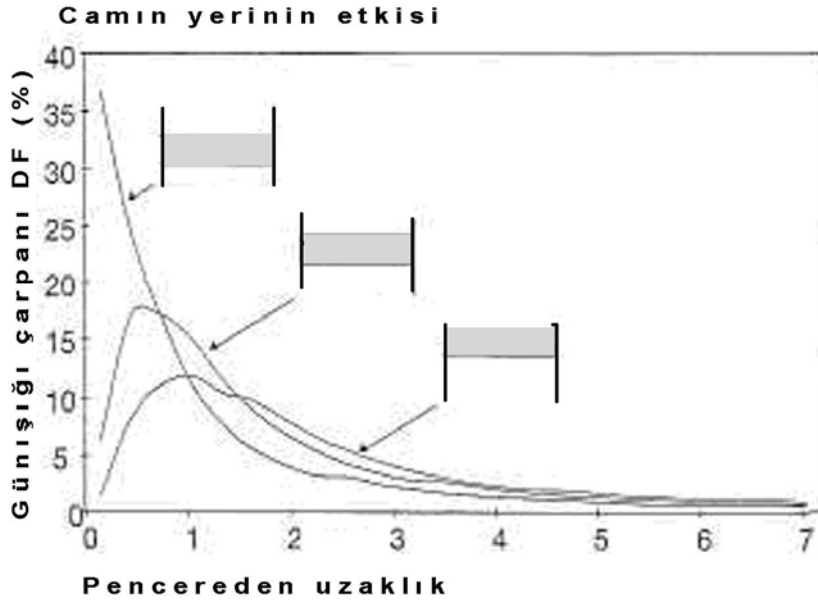
Dış sistemler daha çok gölgeleme için uygundur, iç sistemler ise güneş kazancı için cam çukurlarına ya da çift camlara yerleştirilmiş sistemlerdir ve yazın ışığı dağıtıcı kışınsa toplayıcı olarak hizmet eden gelişmiş bir havalandırma stratejisi olarak kabul edilir.

Dış cephe aygıtları pahalıdır çünkü tüm hava koşullarına direnecek şekilde yapılandırılmalıdırlar. Hareketli dış sistemler muhafaza gerektirir ve sık sık tozlanırlar. İç sistemler daha düşük maliyetlidir, fakat sadece gölgeleme etkisiyle sınırlıdırlar.



Sekil 3.7. Pencere üzerinde yapılan basit gölgeleme sistemleri [23]

- a) Yatay çıkıntı güney cepheyi yazın gelen dik ışıklardan korur.
- b) Yatay kanatçık pencere cephesini doğu ve batıdan gelen düşük açılı güneş ışıklarından korur.
- c) Yatay çıkıntı ve düşey kanatçıklar sıcak iklimlerde birlikte kullanılabilir.
- d) Pencere yüzeyinin bina yüzeyinden içeriye doğru çekildiği uygulamalar pencereler için iyi bir gölgeleyicidir.
- e) Sabit veya hareketli yatay panjurlar kanatçıklar gibi gölgeleme sağlar.
- f) İç kısımda kullanılan gölgeleme elemanları (stor, perde) içeridekilerin isteğine göre kontrol edilebilir.[23]



Şekil 3.8. Farklı seviyelerde bulunan pencere açıklıklarının ışık dağılımlarının karşılaştırılması [2]

Çizelge 3.2. Farklı üç pencere yüksekliği için gün ışığı çarpanı değerleri [2]

PencereYeri	Min. DF	Max. DF	Oran	Ortalama
Alçak	0.5	37	74	4.9
Orta	0.6	17	28	4.4
Yüksek	0.75	12	16	3.9

Tepe ışıklıkları:

Yönlendirilmiş tepe ışıklandırma sadece binanın üst katında kullanılabilir. Alt katlarda olanlar sadece iç ışıklandırma sistemleri tarafından tepe ışıklandırma ile bağlantılandırılabilir. Tepe pencereleri ışığı gökyüzünün en parlak bölgelerinden alır, bu yüzden gün ışığı alımında en güçlü kaynaktır. Ancak kullanıcılara manzara sağlamadıklarından, tepe ışığına bağlı ışıklandırma stratejileri manzaranın gerekli olmadığı ortamlarla sınırlıdır. Tepe ışıklandırması dik ışınları kullandığı için gölgeleme aşırı ısınmadan kaçınmak için gereklidir. Tepe pencerelerinin boyutu, ışıklandırma, ısı performansı ve gölgeleme gereksinimlerine karşılık verebilmesi için dikkatle değerlendirilmelidir. Çeşitli tepe ışığı gölgeleme stratejileri ve sistemleri mevcuttur. Tepe pencereleri, bina içini dik ışınlardan korumak için ışın dağıtıcı camlarla yapılandırılır. Ancak ışın dağıtıcı camlar gölgeleme sağlamaz ve dik ışınlar vurduğunda çok parlak olur. Genellikle tepe ışıklandırma kavramı, yüksek enlemlerde özellikle kapalı havalarda kullanılır. Ama güneşli ve sıcak iklimlerde gelişmiş gün ışığı yönlendirimi gölgeleme sistemleri (lazer kesim paneller, holografik optik unsurlar gibi) tepe ışığının etkisini azaltabilir. [1]

c) Fonksiyon

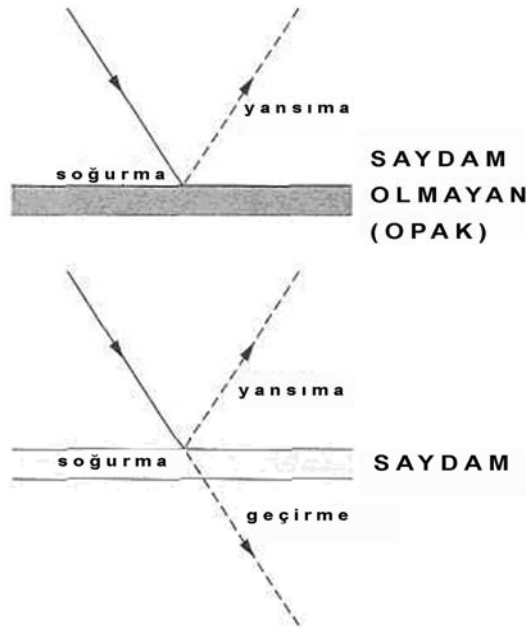
Bir binanın kullanım amacı formunu, tasarım kararlarını ve dolayısıyla gün ışığı alma kararlarını etkiler. Aynı geometri içinde olup da farklı kullanım amaçları olan binaların aydınlanma ihtiyaç ve istekleri de farklıdır.

Bina alanının farklı organizasyonları farklı ihtiyaçlara göre gelişir. Bir hücresel tasarımın ve bir açık plan tasarımın farklı gün ışığı stratejisi isteyeceği açıkça görülür. Standart bir pencere derin olmayan bir ofise gün ışığı dağıtmaya elverişlidir. Fakat derin odalara gün ışığı getirmek daha karmaşık tasarı stratejileri gerektirir. [1]

d) İç ortam yansıtıcılar

Gün ışığı yönlendirimi stratejisi genellikle gün ışığını oda tavanına yönlendirir. Bu yüzden tavanın yansıtıcı özellikleri dağılacak ışığı etkiler. Tavanın iç yüzeyi ortama derin ışık yansıtır ama parlamaya neden olabilir. Tavanın dış yüzeyi yansıtılan gün ışığını odadaki belli bir alana çevirmek için şekillendirilebilir. Bu yüzeyler suni ışıklar için de bir yansıtıcı olarak görev yapabilir. Duvarların, yerlerin ve mobilyaların yansıtıcı etkisi de ortamın yarattığı etki üzerinde büyük öneme sahiptir.[1]

İç mekandaki malzemelerin gelen ışığı yansıtması, malzemenin yansıtma katsayısı ile ilgilidir. Gelen ışık yüzeye yansır ve burada ışık çarptığı malzemenin özelliğine göre yansır, soğurulur veya geçer.



Şekil 3.9. Işığın bir yüzeye veya malzemenin katmanına geldiği zaman yansımaya, geçirim ve soğurma meydana gelmesi [2]

Işık yüzeye geldiği zaman üç farklı durum oluşabilir (Şekil 3.9);

Işık yansır; yansıyan enerjinin, gelen enerjiye oranı yansıtma katsayısıdır, R.

Işık geçebilir; geçen enerjinin, gelen enerjiye olan oranı geçirimsizlik katsayısı, T

İki durumda da enerji soğurulur; soğurulan enerjinin, gelen enerjiye oranı, a ile anılacaktır.

Yansıtma düşünüldüğünde, kusursuz siyah 0, kusursuz beyaz 1, ve diğer tüm yüzeylerde arasında yer alacaktır. Işık geçirmez, saydam olmayan (opak)

materyallerin ışık geçirimsizliği 0 olduğundan soğurma ve yansıtma için aşağıdaki ifade geçerlidir. [2]

$$R=(1-a) \quad (1.20)$$

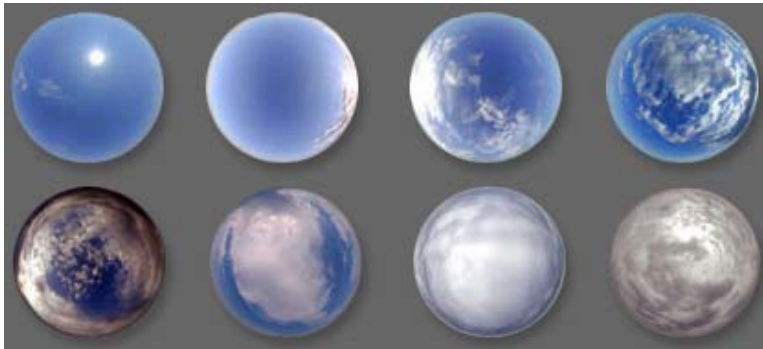
Saydam malzeme katmanında gelen enerji, yansıyan, geçen ve soğurulana eşittir.

$$R= (1-a-T) \quad (1.21)$$

Tavan ve duvarlar dış ortamdan gelen gün ışığını yansıtan en önemli kısımlardır. Bu kısımlar açık renkte olmalıdır ki üzerlerine gelen ışığı iyi bir şekilde yansıtsınlar. Malzemelerin yansıtma katsayılarına ait bazı örnekler Çizelge 7.6 da verilmiştir.

3.2. IŞIK KAYNAĞI OLARAK GÖK VE GÖK MODELLERİ

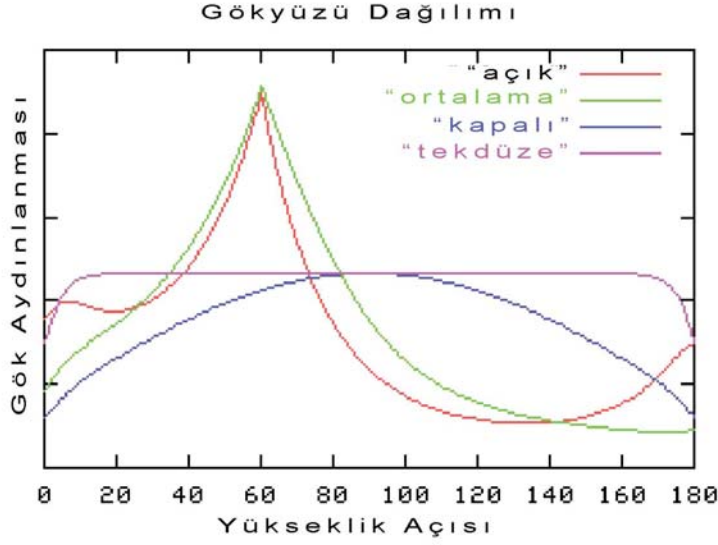
Gökyüzündeki aydınlanma mevsim şartlarına, güneşin konumuna ve günün saatine göre değişmektedir. Gökyüzündeki hava koşulları tanımlamaların daha belirgin olması için bazı standartlarla anılmaktadır. CIE (International Commission of Illumination) Gök modellerinin tanımlarını yapmıştır; CIE Açık ve kapalı gök koşulları ayrıca ISO tarafından da onaylıdır (ISO 15469:2004 (E) / CIE S 011/E:2003). [24]



- *Açık hava gök modeli (CIE Clear sky)
- *Ortalama gök Modeli (CIE Intermediate Sky)
- *Tekdüze gök modeli (CIE Uniform Sky)
- *Kapalı hava gök modeli (CIE Overcast sky)

Şekil 3.10. CIE gök modelleri

Atmosferi geçen güneş ışığının bir bölümü, toz, su buharı ve atmosferdeki diğer parçacıklar tarafından saçılır. Bu saçılmanın bulutlarda etkileşimi sonucu, gök parıltısı oluşur. Bulutların güneşi kaplama oranına bağlı olarak, gök parıltısı dağılımı oldukça hızlı ve büyük oranda değişebilir. [25]



Sekil 3.11. Gök Modellerinin yükseliş açısı ve gök aydınlanmasına göre karşılaştırılması [26]



CIE kapalı Hava Gök Modeli



CIE Açık Hava Gök Modeli

Şekil 3.12. CIE açık hava ve kapalı hava gök modellerinden örnekler

Açık Hava Gök Modeli

Yeryüzündeki ölçümlerde 30 000 lux (kış)- 100 000 lux (yaz) arasındadır. (L) göğün parlaklığı dağılımı güneşin gök kubbedeki yerine bağlı olarak değişir.

Ortalama Gök Modeli

Gökyüzü açık gökte olduğu kadar aydınlık değildir ve aydınlanmadaki değişiklikler açık gökteki kadar keskin değildir.

Kapalı Hava Gök Modeli

Gökyüzünün bulutlarla kapalı olduğu durumdur.

Yeryüzündeki ölçümlerde 7000 lux (kış)- 20 000 lux (yaz) arasındadır.

L gözlenen gök parçasının parıltısı, Lz zenith parıltısı, θ gözlenen gök parçasının yükseklik açısıdır.

$$L_{\theta} = L_z (1 + 2 \sin \theta) / 3 \quad (1.15)$$

Tekdüze Gök Modeli

Gök parıltısı sabit kabul edilmektedir. Kurak ve güneşli iklim bölgelerinde, güneşin yakın çevresi dışında kalan mavi gök parçası olarak kabul edilebilir.

3.3. GÜN IŞIĞI ÇARPANI (DAYLIGHT FACTOR)

Gün ışığı çarpanı (belirlenen bir noktada iç aydınlatmanın değeri ile ortalama hava şartlarında dış aydınlatma değerinin birbirine oranı) genellikle bir odada yeterli düzeyde gün ışığı olup olmadığını değerlendirmek için kullanılır. Gün ışığı çarpanı (DF) değerleri, oda içindeki değişen gün ışığı algılamalarının değerini gösterir. Ortalama %5 oranında veya daha fazla bir DF iç mekanın tatmin edici derecede aydınlık görünmesini sağlamaktadır.[27]

Gün ışığı çarpanı (DF) iç mekan aydınlık seviyesinin, dış mekan aydınlık seviyesine olan oranıdır. Mekanlardaki aydınlık seviyesini arttırmak için yapılan ölçüm ve incelemelerde DF esas alınmaktadır.

$$DF[\%] = \text{İç Mekan Aydınlik Seviyesi} / \text{Dış Mekan Aydınlik Seviyesi} \cdot 100 [\%] \quad (1.16)$$

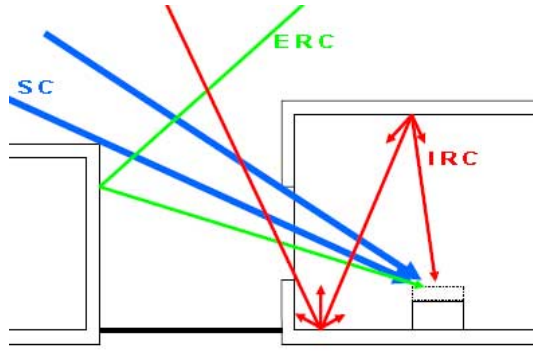
Ölçümler CIE kapalı gök koşulları altında yapılmalıdır.

Kapalı gök modelinde dış mekandaki gün ışığı seviyesi değişkendir (2000 lux-50 000 lux). İç mekandaki gün ışığından bahsederken bunu dış mekandaki gün ışığı seviyesi değişikliğinden bağımsız kılan oran gün ışığı çarpanıdır.

Gün ışığı çarpanı

$$DF = SC + ERC + IRC \quad [28] \quad \text{olarak ifade edilir.} \quad (1.17)$$

Şekil 3.13 üzerinde gün ışığı çarpanını oluşturan ışınlar gösterilmiştir.



SC (Sky Component) Gök unsuru
 ERC (External reflected component)
 Dış yansımaya unsuru
 IRC (Internal reflected component)
 İç yansımaya unsuru.

Şekil 3.13. Gün ışığı çarpanını oluşturan unsurların gösterimi

Gün ışığı çarpanı gökten gelen, dış alandan yansiyarak gelen ve iç kısımda yansiyarak gelen gün ışığı toplam miktarıdır.

$DF = \% 5$



$DF = \% 2$



Şekil 3.14. Farklı gün ışığı çarpanı miktarlarının aynı oda şartlarında bilgisayar modellemesi ile gösterilmesi

Pencere ile aydınlatılan odalarda, pencereye yakın olan kısımlarda DF yüksektir ve oda içlerine doğru ise değeri düşmektedir. Gelişmiş gün ışığı aydınlatma sistemlerinden bazıları (örneğin ışık rafları) bu pencere bölgesindeki DF değerini düşürüp, oda derinlerindeki artırarak daha homojen bir aydınlatma elde edilmesini amaçlar.

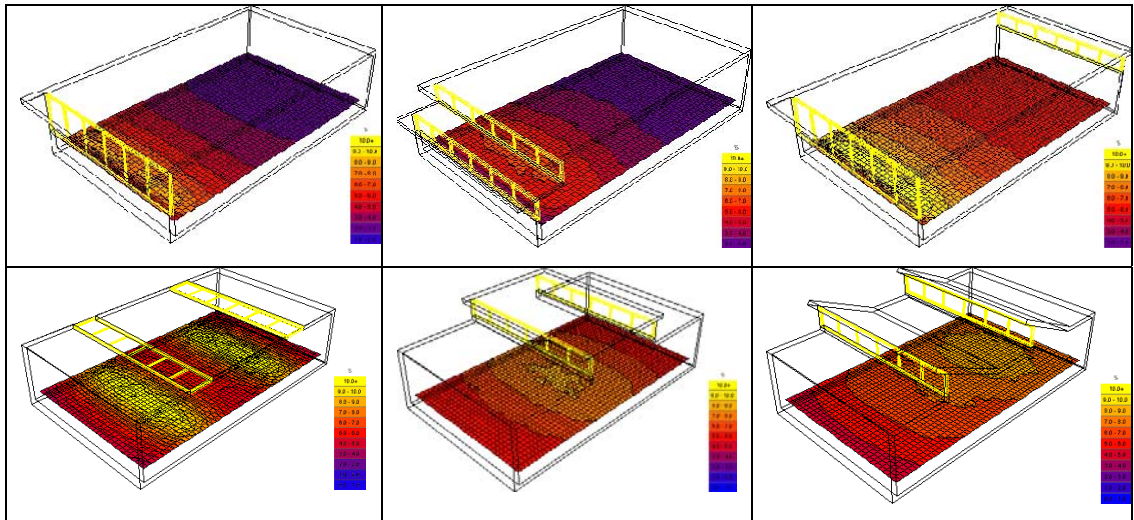
DF %2 den düşük olduğu durumlarda mekanda yeterli gün ışığı aydınlatma sağlanamamakta ve yapay aydınlatmanın geniş bir zaman diliminde kullanılması gerekmektedir.

Çizelge 3.3. Mekanlarda olması gereken ortalama ve min gün ışığı çarpanı (DF) değerleri [2]

<u>Bina Tipi</u>	<u>Mekan</u>	<u>Ortalama DF (%)</u>	<u>Minimum DF (%)</u>
Havaalanı Binası	Bekleme kısmı	2	0,6
	Dolaşım alanı	2	0,6
Ofis	Genel ofis	3	1,0
	Çizim ofisleri	5	2,5
Kütüphane	Raflar	3	1,0
	Okuma alanı	6	1,5
Müze ve sanat galerileri	Genel	5	1
Okul	Sınıf	5	2
	Toplantı odası	1	0,3
Ev	Odalar	1,5	0,5
	Mutfak	2	0,6

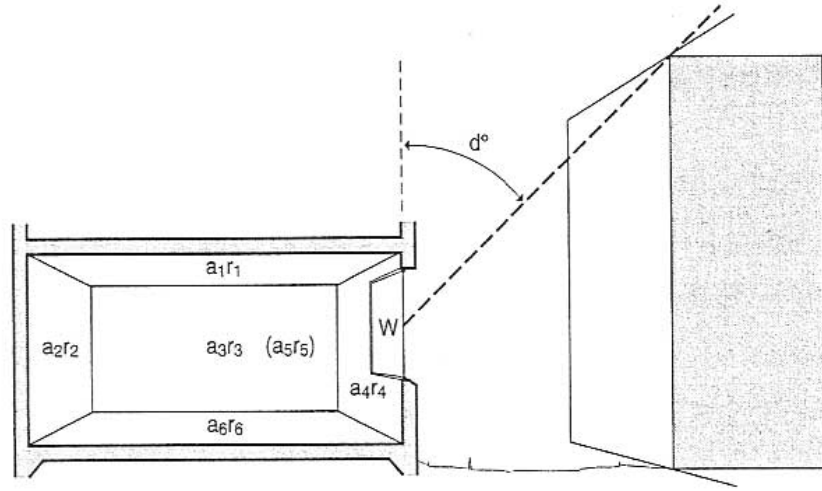
Gün ışığı çarpanı çeşitli bilgisayar programları ile simüle edilerek tasarımcıya yardımcı olmaktadır.

Aşağıdaki şekil3.15 de farklı pencere tiplerine göre yapılan DF karşılaştırmaları bilgisayar yardımı ile simüle edilmiştir.



Şekil 3.15. Pencere yerleşimlerinin değişimine göre gün ışığı çarpanı (DF) değerinin değişmesi

Pencere boyutlarının belirlenmesinde DF ortalama değerinden yararlanılabilir.



Şekil 3.16.Ortalama gün ışığı çarpanı (DFort) ile pencere boyutlarının ilişkisi [2]
a = yüzey alanı r= yüzeyin yansıtması

$$R=(a_1r_1 + a_2r_2...)/ (a_1+a_2...) \text{ olarak alınır.} \quad (1.18)$$

Pencere boyutları ve ortalama gün ışığı çarpanı ile olan ilişkisi aşağıdaki formül ile bulunabilir.

$$W=[DF_{ort} \cdot A \cdot (1-R^2)] / [d \cdot T \cdot M] \quad (1.19)$$

W = Her bir pencerenin alanı (m²)

DF_{ort} = Ortalama gün Işığı çarpanı (%)

A = Tüm İç mekan alanı (m²)

R = Ortalama iç mekan yansıtma katsayısı

d = Pencere merkezinden çizilen gökyüzü görmeme çizgisiyle düşey arasında kalan açı (derece)

T = Camın geçirgenliği

M = Camın bakım faktörü

3.4. YENİLEME VE RESTORASYON

Sanayileşmiş ülkelerin çoğunda, inşaat sektöründeki uygulama aktivitelerinin oranı, geçtiğimiz 20 yıl süresince artmıştır. Günümüzde çok sayıda bina restore ediliyor.

Nedenleri:

- *Zayıf bir yapı içi çevresi (hava kalitesi, görsel çevre)
- *Yüksek enerji tüketimi
- *Zayıf bir onarım durumu
- *Yeni bina yerleşimine duyulan ihtiyaç nedeniyle [1]

Binanın gün ışığı performansını etkileyen bina bileşenleri değiştirilirken, gün ışığı tasarısı yenilemenin önemli bir bileşenidir. Yaygın yenileme özellikleri tüm cephenin ya da pencerelerin değişimini kapsamaktadır; eski projeler genellikle sızıntılı (havayı içeri sızdırmaya müsait) olduğundan ısı kaybının kaynağıdır. Restorasyon hem eski bina bileşenlerini yenileriyle değiştirmek hem de günümüz gerçekleriyle örtüşmesi amacıyla binanın işlevsel konseptini yeniden tanımlamak için iyi bir fırsattır.[1]

Bir binanın gün ışığı stratejisi için doğru ışıklandırmanın seçimi büyük önem taşır. Yeni camın ve yeni gün ışığı sistemlerinin birleşmiş kullanımı, özellikle gölgeleme ışık kontrolü ve ışık yönlendirimi sağlayan yeni güneş sistemlerinin birleşmiş kullanımı, güneş ışığını arttırıp, soğutma işlevini azaltabilir. Yani yeni yüksek verimli lambalar ve gelişmiş kontrol sistemleri kurulduğunda, gün ışığı özellikleri daha etkilidir. Birleştirilmiş gün ışığı ve suni ışık sistemleri, örneğin birleşik bir kontrol stratejisi ya da ev içi ışık raflarının bütünü yeni binalarda olduğu kadar yenilemede de bir tasarı seçeneğidir. Isınma, havalandırma, iklimleme (HVAC) aletlerini, termal ışık sistemleri ve karma ya da doğal havalandırma stratejileriyle değiştirme eğilimindeki artış binanın dış cephe tasarısını da etkileyecektir. [1]

3.5. ISISAL KONFOR

Gün ışığı bir ışımaya olmakla birlikte, sadece aydınlatma vazifesi görmez. Gün ışığı aynı zamanda ısıtıcı özelliğe sahiptir. Gün ışığını daha fazla alan konutların, enerji maliyetlerinin düştüğü ve bu konutlarda ısınma için daha az enerji tüketildiği bir gerçektir. [1]

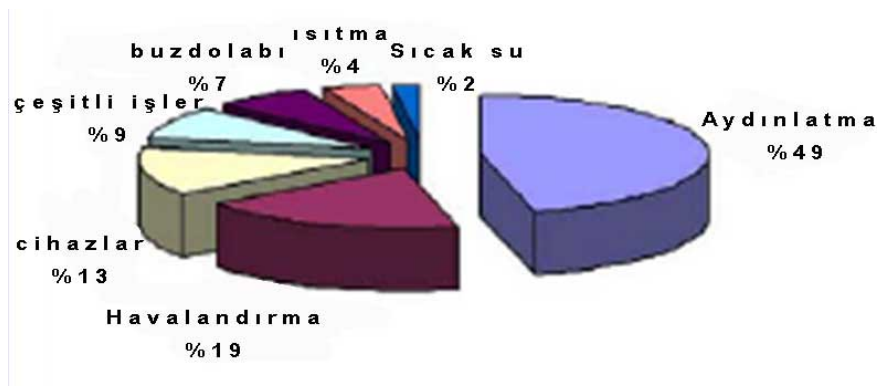
Bu nedenle binalar tasarım aşamasında güneş ışınlarını en fazla alacak şekilde konumlandırılır, böylece güneş ışınlarının ısı özelliklerinden maksimum faydalanılmış olur ve bu binaya ekonomiklik katar. [2][21]

3.6. GÜN IŞIĞI VE ENERJİ

Yeni hazırlanan “Enerji Verimliliği Kanun Tasarısı Taslağı”nda toplam inşaat alanı 20000m² ve üzerinde olan kamu ve ticari binalarda enerji yönetimi uygulamalarını gerçekleştirmek üzere bir enerji yöneticisinin görevlendirilmesi zorunlu

tutulmaktadır. Bu inşaat alanından küçük binalarda da enerjinin verimli ve etkin kullanımının takibi için değişik uygulamalar getirilmektedir [29]

Ticari binaların kendi giderleri içinde elektrik enerjisi faturaları önemli bir paya sahiptir. Genelde elektrik enerjisi ısıtma, soğutma, havalandırma, mahal koşullandırma, sıcak su temini, ofis cihazları, asansör, yürüyen merdiven ve aydınlatma amaçlı tüketilmektedir. Yine Kuzey Amerika Enerji Ajansı'nın 1995 yılı verilerine göre, ticari binalarda tüketilen elektrik enerjisinin %49'u aydınlatma, %19'u havalandırma, %13'ü cihazlar, %9'u çeşitli işler, %7'si buzdolabı, %4'ü ısıtma, %2'si de sıcak su ihtiyacı için kullanılmaktadır [29]



Şekil 3.17. Elektrik enerjisi tüketiminin dağılımı (ABD) [29]

Maalesef, ülkemizde bu tip istatistiksel bilgiler mevcut değildir. Oysaki yürütülmesi amaçlanan tüm enerji yönetimi çalışmalarında doğru hedeflerin belirlenebilmesi için bu bilgilere ihtiyaç vardır. [29]

Gerek fosil kökenli enerji kaynaklarının rezervlerinin sınırlı oluşu, gerekse bunların çevre üzerindeki olumsuz etkileri, özellikle 20. yüzyılın son çeyreğinde alternatif enerji kaynaklarına olan ilgiyi arttırmıştır. Ayrıca, nükleer enerjinin de yapılan olumsuz propagandaların da etkisiyle halkın tepkisini kazanması, hükümetlerin yenilenebilir enerji kaynakları üzerinde çalışmalara daha fazla fon ayırmasını sağlamıştır.[30]

Binalara gün ışığı ne kadar fazla çekilebilirse, o oranda bina enerji tasarruf etmiş olur. Böylece bina ekonomik hale gelir. Gün ışığının insanlara bir maliyeti yoktur.

Oysa yapay aydınlatmada, ışık elde etmek için bir enerji harcanması gerektiğinden bu maliyet olarak insanlara dönmektedir. [2]

Binalar, uzun dönem enerji tüketiminde önemli bir etkiye sahiptirler. Enerji veriminde ve sürdürülebilirlikteki son gelişmeler, binalarda aydınlatma, ısıtma ve soğutma için minimum enerji tüketimi ile optimum gün ışığı kullanımını amaçlayan tasarım stratejilerine yol açmıştır. Açık gök koşullarının egemen olduğu Akdeniz ülkelerinde, gün ışığı, ısıl ve görsel konfor, koşullar arasındaki ilişkilerin belirlenmesinde önemli bir yere sahiptir. Yetersiz aydınlanan mekânlarda yüksek verim ve düşük bakım maliyetlerine sahip gün ışığı aktarım sistemlerinin kullanımı, görsel konforun yanında, aydınlatmadaki elektrik tüketimini doğrudan azaltmaktadır. [31]

Normal şartlarda binaya ve bina mekanlarına gün ışığı ne kadar fazla çekilebilirse, yapay aydınlatma için harcanan enerji miktarı azalmakta, böylece binanın maliyeti düşmektedir. [1]

Işık kaynağı herhangi bir enerjinin ışık akısına dönüştüğü yerdir. Günümüzde aydınlatmada kullanılan ışık kaynaklarının hepsinde elektrik gücü verilir ve radyasyon salınır. Bununla birlikte kaynağa verilen enerjinin tamamı ışıyan enerjiye dönüşmez. Kullanılan teknolojiye bağlı olmakla birlikte kaynağa verilen enerjinin bir kısmı ısı enerjisine dönüşürken diğer bir kısmı da absorpsiyon vb. nedenlerden ötürü kayba uğrar. Bütün bunlardan sonra geriye kalan enerji ışıyan akıya dönüşür. Fakat bu ışıyan akıların sadece 380nm ve 780nm dalga-boyu değerleri arasında yer alan kısmı ışık akısını meydana getirir.

4. BÖLÜM: İNSAN VE GÜN IŞIĞI

4.1. GÖRSEL KONFOR

Aydınlığın nicelik ve nitelik olarak, görsel konforun sağlanmasında kullanılan iki boyutu vardır. Aydınlik düzeyi ve ışığın rengi, ışığın doğrultusu, gölge nitelikleri, ışığın düzgün yayılması gibi etkenler, bu iki boyutun değerlendirilmesinde kullanılan kriterlerdir. Bunlara bağılı olarak, lamba ve aygıtın seçimi ya da tasarımı, hacimdeki konumları, hacimde yüzeyler arasındaki renk ve ışıklılık karşıtlıklarının tekniğine uygun olması gibi konular, mimari tasarım ölçütleri içinde yer almaktadır. Diğer taraftan, görsel konfor ve optimum enerji kullanımı yönünden gün ışığı ve lamba ışığının kombin kullanımı, kullanım evresi bakım-onarım sorunlarının çözümlenmesi ve planlaması, yine tasarım evresinde ele alınmaktadır. [2]

Gün ışığının objelerin gerçek renklerini yansıtma özelliği nedeniyle, bina ve bina mekanlarına gün ışığı ne kadar fazla çekilebilirse, o oranda estetik görünümde elde edilebilmektedir. [2]

Bununla birlikte uygun bir ortam yaratmada en önemli faktör ışığın iyi dengelenmesidir. Yalnızca tek yönden gelen ışık özellikle parlak ise istenmeyen göz kamaşmasına neden olabilir. Bu durumda başka bir yönden gelen aynı miktarda ışıkla dengelenerek, daha yumuşak bir görünüm sağlanabilir. Işığın geldiği yön niteliğini de etkilemektedir. Pencere ve kapılardan gelen gün ışığı çeşitli yollarla önlenebilmektedir. Güneşlik ve perdeler ile kapı ve pencereden gelen gün ışığı engellenerek, ışığın renk ve şiddetini değiştirmek mümkün olabilmektedir. [1]

En iyi şekilde dekore edilmiş bir mekanın iyi ışıklandırma olmadığına yaşanabilirlik potansiyelini kaybettiği bir gerçektir. Işıklandırma, rengin güzelliğini, yapıyı, mobilyaları ve aksesuarları ortaya çıkaran önemli bir dizayn elemanıdır. Ayrıca odadaki aktiviteler için de görsel konfor sağlar.

Aydınlatmanın üç temel tipi vardır. Bunlar; direkt, indirekt ve yarı direkt aydınlatmadır. En iyi ışıklandırma bu üç yöntemin kombinasyonu ile sağlanır. Üçü bir arada kullanıldığında genel aydınlatma yansıtma ile sağlanırken, direkt ışığın oluşturduğu gölgeler de odaya ilginç bir görünüm verir. Böylece göz yorgunluğuna neden olan keskin kontrast oluşmadığı gibi, ev işleri için de yeterli direkt ışık sağlanmış olur. Bu nedenle ışık kaynaklarını seçerken dikkate alınması gereken iki nokta; yansıtılmak istenen duygusal durum ve konforlu bir görüntüdür. [1]

Mekandaki ışığın şiddeti, bakılan objenin parlaklığı ve odadaki renklerle ilintilidir. Örneğin; koyu objelerin görülebilmesi – koyu renklerde olduğu gibi – daha fazla ışıkla sağlanabilir. Bu nedenle, beyaz ya da pastel renkli mekanlar en az ışığa gereksinim duyarlar. [2]

Dağılım ya da ışığın yerleştirilmesi mekanın büyüklüğü ile ilintilidir. Geniş bir mekan eşit olarak dağılmış fazla ışığa gereksinim duyar, böylece istenmeyen ışık kontrastı ve gölgeler önlenmiş olur. Bazı durumlarda kontrast istenirse de yüksek düzeydeki aydınlatma rahatsız edici keskin bir kontrast ortaya çıkarır. Renklerde, yüzeylerde ve objelerde çok az kontrast olması, daha fazla ışığa gereksinim olduğu anlamına gelir. [2]

Gölgelerin ve parlamaların engellenmesinde ışığın yönü önemlidir. Işığın yönü biçimsiz şekilleri düzeltebilir, boşlukta illüzyonlar yaratabilir ve ruh halini olumlu ya da olumsuz etkileyebilir. Örneğin; ışığın indirekt olarak tavandan yansıtılması, görsel illüzyonla tavan yüksekliğini artırır. Tavandan direkt olarak gelen ışık ise tavanın daha alçak görünmesine neden olur. [2]

Yaşanılan alan; yani konut insanoğlunun rahat etmek, huzur duymak istediği özel alanı olup, günümüzde konutlarda çeşitli şekillerde aydınlatma yapılabilmektedir. Aydınlatmada yapılacak ufak bir değişiklik ile mekanların atmosferi değiştirilebilmekte ve konforu artırılabilir. Böylece aydınlatma sadece ışık fonksiyonu görmemekte, içinde yaşayanların hayat tarzlarını da yansıtmaktadır.

Hacmin işlevi hacimde gereksinim duyulan aydınlık düzeyini belirleyen bir faktördür. Mekanlarda doğal aydınlatma düzeni oluşturulurken, gün ışığı aydınlığının niceliğini etkileyen engellere dikkat edilmesi gerekmektedir.

Gün ışığı aydınlığının yeterli düzeyde olmadığı ya da yok denecek kadar az olduğu durumlarda (kış aylarında, günün sabah ve akşam saatlerinde, hacmin pencereden

uzak bölgelerinde) gerekli aydınlık düzeyini sağlayacak bir yapay aydınlatma düzeninde seçilecek ışık kaynağının türünü belirleyen etkenlerden biri de, hacimde oluşturulmak istenen aydınlığın niceliğidir. Bu durumda gerekli aydınlık düzeyi yükseldikçe ve kullanım süresi uzadıkça, enerji tüketimini azaltmak için, kullanım gideri düşük, verimi yüksek ışık kaynakları kullanılmaktadır. Bu nedenle, mekanlarda, örneğin verimli akkor lambalara göre 5-6 kat, ömrü ise 7-8 kat fazla olan flüoresan lambalar yeğlenmektedir. [1]

Yüzeylerin yansıtıkları ışık miktarı (parlaklık) ışık kalitesini oluşturan en büyük etkidir. İyi bir ışık kalitesi elde etmek için daha önceden belirlenmiş olan tasarım ilkelerine uymak gerekmektedir.

İnsanların mekanda objelerin rengini gerçek renklerinde görebilmeleri çok önemlidir. Gün ışığının böyle bir etkisi vardır. Dolayısıyla gün ışığı ne kadar fazla mekanın içine çekilebilirse, objelerin gerçek renklerinde algılanması artacaktır. Rengi beyaz, tayfi düzgün olan gün ışığı, en uygun ışık rengidir. Mekanda yapay aydınlatma kullanmak gerekiyorsa, ışık rengi açısından gün ışığına benzeyen, tayfi düzgün ve renksel geriverimi yüksek lambalar tercih edilmelidir. Böylece, tüm renklerin gerçek renklerinde görünmesi ve küçük renk ayrımlarının ayırt edilmesi sağlanmış olacaktır. [2]

Yayınık ışık alanında, yani aydınlığın sonsuz doğrultudan gelen ışık ile olduğu durumda, görsel algılamaya yardımcı olan gölgeler ortadan kalkar ve üç boyutsal değerlerin özellikleri zor kavranır. Diğer taraftan, gölgelerin sert gölge niteliğinde olması yanlış algılamalara neden olabilir.

Pencereler aracılığı ile hacme giren gün ışığının doğrultusal yapısı ve buna bağlı olarak gün ışığı aydınlığında oluşan gölgelerin niteliği doğal olarak denetlenemez. Bununla birlikte çeşitli düzenlemelerle gün ışığına yön verilebilir ve böylece oluşacak gölgeler de kontrol altına alınmış olur.[1]

Lamba ışığı ile kurulan yapay aydınlatma düzeninde, seçilen ışık kaynağının türü ve hacim içindeki konumu büyük oranda gölge niteliğini belirler. Akkor lamba gibi boyutları küçük noktasal ışık kaynakları, oluşturdukları gölgelerle görsel eylemi güçleştirebilir. İstenmeyen sert gölge niteliğinin oluşmasını önleyebilmek için, flüoresan lamba gibi çizgisel özellik gösteren ışık kaynakları kullanılabilir. [2]

Mekanda düzgün yayılan genel bir aydınlatma yapılması önemlidir. Bu sağlanabilirse mekana görsellik katılmış olur. Kişilerin ilgi ve dikkatlerini bir noktaya yoğunlaştırmaları gereken durumlarda, nokta ışık kaynakları kullanılabilir. Bakılan alanın çevreye göre daha ışıklı, daha sıcak ve doymuş renkli olması durumunda, kişi, kendiliğinden doğal olarak dikkatini bu doğrultuya yöneltebilmekte ve ilgi süresi uzamaktadır.

Yandan pencereli hacimlerde, hacim derinliklerine doğru azalan gün ışığının mekan düzeni üzerindeki dağılımı, düzgün yayılmamış genel aydınlatma niteliği gösterir. [2]

Lamba ışığı ile düzgün yayılmış genel aydınlatma, lamba türü olarak flüoresan lambanın seçilmesi durumunda kolaylıkla elde edilebilir. Hacim içindeki aydınlık dağılımını gün boyunca denetlemek açısından, flüoresan lamba dizilerinin ayrı ayrı yakılabilir olması önem taşır. Çünkü gün ışığı aydınlığının pencereye yakın bölgelerde yeterli nicelikte olduğu koşullarda, yalnızca pencereden uzak bölgelerdeki lamba dizisi yakılarak gerekli aydınlık sağlanabilecek ve en az enerji tüketimi ile mekan düzleminin tümünde yeterli ve düzgün yayılmış bir aydınlık elde edilebilecektir. Akkor lamba gibi noktasal ışık kaynakları ile düzgün yayılmış aydınlık oluşturabilmek için, tavan yüzeyinde çok sayıda lambanın eşit aralıklarla yerleştirilmesi gerekmektedir. [1]

Mekanlar doğal aydınlatma, yapay aydınlatma ve karartma olanakları bir arada düşünülerek tasarlanırlar. Mekanda, göz kamaştırıcı, rahatsız edici gölge düşmeleri, aydınlık farkları olmaması arzulanır.

Mekanda iyi bir aydınlatma için üç şeyin bir arada sağlanmış olması gerekmektedir. Bunlar:

Etkin ve amaca uygun ışık kaynağı,

Etkin ve uygun aydınlatma armatürü,

Aydınlatma tekniğinin esaslarına uygun projelendirme. [2]

4.1.1. Aydınlatma

Aydınlatma (illuminance) bir yüzeye düşen ışık miktarıdır. Birimi lükstür. Metrekare başına düşen lümen lüks diye ifade edilmektedir. Aydınlanma (luminance) ise yüzeyden yansıyan ışık miktarı olup, metrekare başına mum olarak ifade edilmektedir. [1]

Uygun bir aydınlatma için uygun aydınlık kaynağına, yüzey aydınlatmaları arasındaki dengenin gözetilmesine, parlamamanın önlenmesine gerek vardır. Ayrıca ışık kaynağının renklendirme özelliği ve renkler üzerindeki etkisi de değerlendirilmelidir. [2]

Mekanlar çeşitli şekillerde aydınlatılabilmektedir. Örneğin genel aydınlatma ile geniş alanlarda eşit derecede aydınlatma sağlanmaktadır. Tavan aydınlatması buna bir örnektir. Yerel-genel aydınlatmada ise tavan lambalarına ek olarak belirli bölgeler aydınlatılmaktadır. Işığın en önemli fonksiyonlarından birisi aydınlatma fonksiyonudur.

Işık, gözün duyarlı olduğu elektro manyetik titreşimlerin bir parçasıdır. Diğer bir ifade ile ışık enerji parçacıklarının dalgalı yayılma olayıdır. Kandela, ışık şiddeti birimi; lümen ışık akısı birimi; lüks aydınlatma birimidir. Ayrıca aydınlatmada, ışık gücü, ışık verimi, aydınlatma gücü, kontrastlık, görünüm açısı, bakma süresi, zeminin ışıklılığı, zeminin yapısı gibi verilere de ihtiyaç vardır. İyi bir aydınlatma birçok gereksinmeye yanıt verirken genel olarak gereksinmelerden birine öncelik verilmektedir.

Işığın miktarı ve kalitesi görüşü çok etkiler. Aydınlatma sistemlerinde şu özelliklere dikkat edilir:

- Aydınlatma şiddeti yeterli olmalı,
- Aydınlatma bütün alana eşit yayılmalı,
- Işık yönü ve gölgelemeye dikkat edilmeli,
- Işık yansımalarından kaçınmalı (göz kamaşması),
- Kullanılan ışığın niteliği uygun olmalı,
- Aydınlatma sabit olmalı (Titreşim ve parlaklık değişimleri engellenmeli).
- Mekana uygun renkler seçilmeli (yansıma ve psikolojik etki). [2]

Aydınlatma şiddetini belirleyen etmenler arasında bir diğer önemli faktörü yaş faktörü oluşturmaktadır.

İyi bir aydınlatma ile aşağıdaki yararlar sağlanır:

- Gözün görme yeteneği artar.
- Göz sağlığı korunur.
- Kazalar azalır.
- Yapılan işin verimi yükselir.
- Ekonomik potansiyel artar.
- Güvenlik sağlanır
- Estetik hislere ve konfor gereksinimine yanıt verilir. [2]

Gereğinden az aydınlatma kötü ya da yetersiz aydınlatma olarak tanımlanabilir. Gereksinimin çok üzerindeki aydınlatmaya parlama denmektedir. Yetersiz aydınlatma, parlama, uygun olmayan renk karışıklığı, ışığın kötü dağılması ve ışığın titreşimi kötü aydınlatmanın en önemli nedenleridir. Kötü aydınlatma gözlerin zorlanmasına neden olur, mekanda yapılan işlerin verimli yapılamayışına sebep olur ve insan güvenliğini tehlikeye atar.

Aydınlatma ışığın kökenine göre doğal ve yapay aydınlatma olmak üzere ikiye ayrılır.

Doğal aydınlatma; doğal ışığın en uygun şekilde dağıtılması ile oluşur. Doğal ışığın yapay ışıkla birlikte kullanılması konusu ve ekonomik koşulların sağlanması için binaların yerleştirilmesi ve projelendirilmesi sorunları doğal aydınlatmanın konuları içine girer.

Doğal aydınlatma en uygun aydınlatma şeklidir. Ekonomik olmasının yanında, canlılar üzerinde olumlu biyolojik ve psikolojik etkileri vardır.

Binanın içerisine ne kadar gün ışığı gireceği güneş ışığının miktar ve yönü, bulutluluk derecesi, mevsim vb. ye bağlıdır. Bu noktada pencerelerin büyüklüğü, yerleşimi ve temizliği de önem kazanır. Pencerelerden gelen ışık, insanların gözlerini dinlendirir ve insanların dış dünya ile ilişkilerini devam ettirmelerinde olumlu psikolojik etkilerde bulunur. [1]

Yapay aydınlatma; bugün hemen hemen yalnız elektrikli ışık kaynakları ile sağlanmaktadır. Kullanılan kaynaklara göre bu aydınlatma akkor telli lambalarla aydınlatma, deşarj lambaları ile aydınlatma ve flüoresan lambalarla aydınlatma gibi alt türlere ayrılmaktadır.

Amacı bakımından aydınlatma ikiye ayrılabilir. Bunlar Fizyolojik aydınlatma ve dekoratif aydınlatmadır.

Fizyolojik aydınlatmada amaç, cisimleri şekil, renk ve ayrıntıları ile rahat ve hızla görebilmektir. Dolayısıyla bu koşulları sağlayan aydınlatmaya fizyolojik aydınlatma denilmektedir. Herhangi bir aydınlatma türünde olduğu gibi fizyolojik aydınlatmada da gözün görme yeteneğini bozabilecek ve fizyolojik rahatsızlıklar doğurabilecek etkilerden, örneğin kamaşmadan kaçınılması gerekmektedir.

Dekoratif aydınlatmada amaç, görülmesi istenen cisimleri bütün ayrıntıları ile göstermek değil, daha çok estetik etkiler uyandırmaktır. Dekoratif aydınlatmada mimarın rolü ve önemi artmaktadır. [2]

Gün ışığının olmadığı veya yetersiz olduğu durumda mekanlarda lamba ışığından yararlanılmaktadır. Mekana gün ışığı çok az geldiği durumlarda, lamba ışığından yararlanmak bir zorunluluk haline gelmektedir.

Yapay aydınlatmada da yine doğal aydınlatma da olduğu gibi ışığın her tarafa eşit olarak yayılması ve parlama yapmaması gerekir. Bu yüzden günümüzde flüoresan lambalar daha çok kullanılmaktadır. Bu lambaların mekan içindeki yerleşimleri eşit ışık dağılımı için çok önemlidir..

4.1.2. Işık yayılımı

Işık elektromanyetik dalgalar şeklinde yayılır. Işıklar süratli bir şekilde yayılırlar. En hızlı yayılan ışık gün ışığıdır. Görülebilen ışık ise insan gözü tarafından algılanabilen elektromanyetik tayf ve dalga boyudur. İnsanlar çevrelerindeki yüzey ve nesnelere ışıklılıkları ile algırlarlar. [16]

Bir mekandaki aydınlığın nicel ve nitel açıdan denetlenmiş olması, görsel konforun oluşması için yeterli koşulları sağlamaz. Görsel algılama açısından uygun bir çevrenin yaratılabilmesi, görme alanına giren değişik yüzey ve nesnelere ışıklılıkları arasındaki oranların kabul edilebilir değerler arasında kalması ile sağlanabilir. Bu

sağlanamadığı takdirde, büyük ışıklılık karşıtlıkları ortaya çıkararak, fizyolojik ve psikolojik rahatsızlıklara neden olur. [2]

4.1.3. Parlaklık

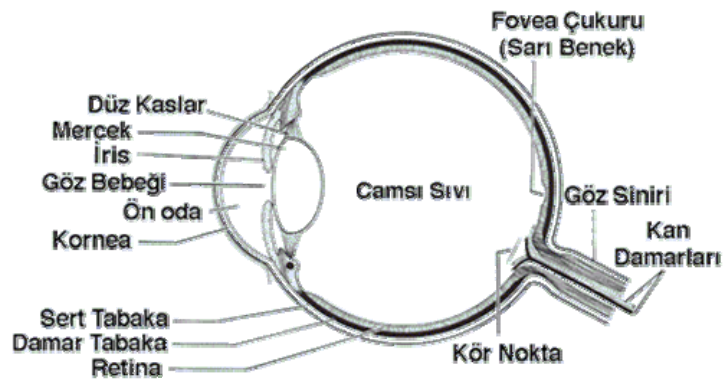
Gün ışığı en parlak ışıktır. Parlaklık yapıda hem estetik hem de fonksiyonel olarak kullanılabilir. Ancak fazlası göz kamaşması gibi sonuçlar doğurmakta bu durumda perdeleme ile ışığın parlaklığının azaltılması gerekmektedir.

Dolaysız güneş ışığı, aydınlattığı yüzeylerde büyük ışıklılık karşıtlıkları oluşturarak kamaşmaya yol açabilir. Mekanda büyük ışıklılık ayrımlarının oluşmasını engellemek için, pencerelerde güneş denetimi elemanları kullanılabilir.

Yapay ışık kaynaklarının neden olduğu kamaşmanın büyüklüğü, kaynağın ve aydınlatma aygıtının türü ile aygıt konumuna bağlı olarak değişir. Bu nedenle, mekan aydınlatmasında, ışıklılığı akkor lambaya oranla 5-6 kat daha düşük olan flüoresan lambaların kullanımı yeğlenir.

4.2. GÖRSEL İSTEKLER

Görme, göze giren ışığın doğurduğu duyumsal izlerle, dış çevredeki ayrıntıların algılanması olarak tanımlanır. Diğer bir deyişle görme, nesnelerin ışın bunlardan geçerken ya da bunların yüzeylerinden yansırken uğradığı nicel ve nitel değişikliklerle göze gelmesi sonucu algılanması olarak tanımlanır. Bir cismin görülmesi her şeyden önce o cismin gözün ağ tabakasında meydana getirdiği görüntünün aydınlık şiddetine, dolayısıyla cismin muhtelif noktalarının parlıtlarına bağlıdır. Bütün bunların yanında cismin büyüklüğü, şekli ve devamlılığı da önemli rol oynar. Göz görünür bölgedeki bütün ışınlara aynı duyarlılığı göstermez. Gözü en fazla 555nm dalga boyundaki sarımsı yeşil ışın etkiler.



Şekil 4.1 Gözün Yapısı ve Görme [27]

Görme olayının gerçekleşmesi için öncelikle ortamda ışığın bulunması ve bunun belli sınırlar içinde olması gerekir. Çünkü gözün uyarılmaya başladığı bir alt sınır ve kamaşmaya başladığı bir üst sınır vardır. Gözün uyarılmaya başladığı en küçük uyarım değeri denilince apostilb (asb) cinsinden görülebilen en küçük ışık uyarımı anlaşılır. [32]

Gözdeki ağ tabakada bulunan koni ve çomaklar ışık uyarımlarına aynı derecede duyarlı değildir. Tamamen karanlıkta bulunan göz için 10^{-5} asb de uyarım başlar ve bu durumda çomaklar çalışmaya başlar. Bu eşik değerini 10^{-2} asb ye çıkardığımızda renk duyarlılığı başlar ve bu değer de koniler için alt eşik değeridir. 10^{-2} asb ile 10 asb arası değerler için koni ve çomaklar beraber çalışır ve buna karma görme denir. 10 asb'nin üstündeki parıltılarda yalnız koniler çalışır ve gündüz görmesi olarak tanımlanır. Konilerin çalışmasının sona erdiği bir üst sınır yoktur fakat 10^5 de kamaşmanın başlaması nedeniyle bu değer bir nevi üst değer gibi düşünülebilir.

Bütün bu verileri değerlendirirsek 3 çeşit görme vardır.

- 10^{-5} asb ile 10^{-2} asb arası gece görmesi
- 10^{-2} asb ile 10 asb arası karma görme
- 10 asb ve üzeri değerlerde gündüz görmesi gerçekleşir.[32]

4.2.1. Manzara

Manzara bina tasarımında yönelmenin nedenlerinden en önemlisi belirleyicilerindedir. Manzara sebebiyle dış cephe açıklıkları ve pencereler manzara olan yöne bakacak şekilde açılırlar. Böyle durumlarda gün ışığı ile aydınlanma açısından arzu edilmeyen durumlarla karşılaşılabilir. Gelişmiş gün ışığı aydınlatma sistemleri düzenlenirken manzara ile ilişki kurulup kurulmayacağına dikkat edilmelidir.

4.2.2. Çekicilik

Işık, nesnelere doğal hallerinde, gerçek renklerinde algılanmasını sağlayan, nesnelere canlılık katan ve onların özelliklerini ön plana çıkaran bir belirleyendir. Bol ışık alan mekanların daha çekici olduğu, karanlık yerlerin ise cazibesinin azaldığı bir gerçektir.

Mekana çekicilik katmada gün ışığının etkisi olduğu kadar, uygun şekilde seçilecek yapay aydınlatma aparatlarının da etkisi büyük olacaktır. Örneğin bir mekanda fazla

ışık isteniyorsa, buna uygun bir aydınlatma uygulaması, daha loş ışık yeğlenen mekanlarda ise daha az ışık sağlayan armatürler kullanılmalıdır. Mekanın belirli alanları ön plana çıkarılmak istendiğinde başvuru yolu ise lokal aydınlatma oluşturmaktadır. O zaman bu bölgelere daha fazla aydınlatma uygulanmaktadır. [7]

4.2.3. Algılanan parlaklık

Parlama; aydınlatılmış yüzeylerden bir bölümünün ötekilere oranla daha fazla ışık yansıtması, aşırı parlak görünmesi ya da kaynaktan yansıyan ışığın doğrudan göze gelmesi olarak açıklanabilir.

Işık parlaklık bakımından çok çeşitlilik gösterir. Gün ışığı, en parlak ışık olarak kabul edilir. Parlaklığın hem estetik ve hem de fonksiyon üzerinde büyük etkisi vardır. Göz kamaşması, parlaklığın olumsuz yöndeki bir etkisidir. Bu durumda parlama;

- Perdesiz bir pencereden parlak güneş ışığının olduğu gibi içeriye girmesi.
- Muhafazasız bir yapay aydınlatma kaynağının parlaklığı,
- Hatalı tasarımı olan aydınlatma donanımı,
- Tek yönden çok fazla ışık gelmesi,
- Aydınlatılan alan ve gölgede kalan alan arasındaki kontrastın çok fazla olması nedeni ile ortaya çıkabilir.

Göz kamaşması gözde yorgunluğa ve hatta ağrıya neden olabilir. Özellikle okuma veya iş yapma sırasında arzu edilmez. Göz kamaşmasını ortadan kaldıracak durumlar şöyle sıralanabilir;

- Güneyden ve batıdan kuvvetli ışık giren pencereler, ince perdeler veya göz kamaşmasını önleyen, ancak ışığın girmesine izin veren perdelerle kapatılabilir.
- Yapay ışık kaynağının parlaklığı, parlaklığın direkt ve yaygın olması ile gölgelenebilir.
- İki ya da daha fazla yönden gelen ışık genellikle göz kamaşmasını önler.
- Özel faaliyetler için güçlü bir lokal ışık kaynağı ile aydınlatılan bir odada kontrastı azaltmak için düşük düzeyde genel aydınlatmaya gereksinim duyulur.

Parlama yaygın bir aydınlatma sorunudur. Genellikle gözler en parlak seviyeye uyum sağlarlar ve daha düşük aydınlatma derecesinde görme güçleşir. Parlama rahatsızlığa

yol açar ve kişinin görme etkinliğini azaltır. Doğrudan göze gelen güneş ışığı, yansıyan ışık parlama nedeniyle görme etkinliğinin azalmasına neden olur.

4.2.4. Renk

Renk farklı dalga boylarındaki ışınların insan beyinde yaptığı çağrışımlardır. Renk, bilimsel olarak, 380 ile 750 nm arasındaki dalga boyu uzunluğundaki elektromanyetik dalgaların gözle duyu olarak algılanmasıdır. Renk kısaca, bir ışık kaynağının gözümüze uyandırdığı etki olarak tanımlanabilir. İnsan gözüyle algılanan bu ışık huzmelerinin rengini tayfsal özellikleri belirler. Bunların aralıkları Çizelge 4.1 de verilmiştir;

Çizelge 4.1. Renk ve dalga boyu ilişkisi

<i>Renk</i>	<i>Dalga boyu</i>
Ultraviyole	100 – 380 nm
Mor	380 – 436 nm
Mavi	436 – 495 nm
Yeşil	495 – 566 nm
Sarı	566 – 589 nm
Turuncu	589 – 627 nm
Kırmızı	627 – 780 nm
Kızılötesi	780 – 1000 nm

Gerçekte fiziksel evrende renk yoktur. Fakat insan gözü, cismin üstüne düşen belli dalga boylarını renk olarak algılar. Gördüğümüz renkler dış dünyadan gözümüze yönlendirilen ışığa bağlıdır. Ancak, kırmızı ya da yeşil gibi renk algılamaları beyin içinde oluşur.

Renk farklı ışık türlerinin (güneş ışığı, elektrik lambası v.s.) gözümüzün retinasında ve görme sinirlerinde oluşturduğu fizyolojik olaylar topluluğudur. Bu olaylar beyinde psikolojik renk duygusunu uyandırır. Örneğin; odada bulunan bir cismin rengine bakıldığında; gerçekte güneş ışığında veya flüoresan bir lamba altında değişik gözükür. Bir cismin güneş ışığındaki rengine sübjektif olarak, onun değişmez bir özelliği gözüyle bakılır. Beyin gerekli düzeltmeyi yapar.

Renkler sıcak-soğuk ilişkilerinden görsel algılamaya dayalı bir etkileşim yoluyla oluşan bir duygudur. Kişisel yaklaşımların, kültürel biçimleniş ve inançların da etkisiyle göreceli bir özellik taşır.

Renk genel anlamda, cisimlerin yansıttığı ışığın, gözle algılanmasına ilişkin, tür, değer, doygunluk olmak üzere üç nitelikte ele alınır.

1- *Tür: (hue)* Renk çemberlerinde yer alan her bir ayrı renk farklı birer renk türleridir. (Ör. Kırmızı, mavi, sarı, yeşil gibi)

2- *Değer: (value)* Renklerin ışıklılığını ya da rengin açıklık ve koyuluğunu ortaya koyan belirleyici özelliktir.

3- *Doygunluk (saturation)* Fiziksel anlamda, Renklerin solgunluk veya canlılığını belirleyen kriterdir. Işık dalgaları az sayıda dalga boyundan meydana gelmişse, doymuş, birçok dalga boyu karışmışsa o renk doygunluğunu veya saflığını yitirmiş demektir. Aynı işlem, kimyasal karışım için de geçerlidir. Renk çemberinde de merkeze doğru gidildikçe doygunluğun azaldığı görülür. [2]



Şekil 4.2. Renk çemberi

Binaların tasarımında mekanların yaratılmasında ve onları meydana getiren öğelerde kullanılan renklerin seçimi görsel konfor elde edilmesinde önemlidir. [1]

Renkler, yapıyı oluşturan mekanların işlevi, konstrüksiyon ve estetiğin bir parçasıdır. Doğru bir renk tercihi ile renkler hem görünen mekanların yaratılmasında, hem de hiçbir şey ifade etmeyen yapıların yorumlanmasında bizlere yardımcı olacak ve yapıya bir özlülük kazandıracaktır.

Psikolojik etkileri sonucunda renk, yönlendirici, mekandaki işlevlere yardımcı bir öge olarak yapının karakterine göre değişmektedir. Başka bir deyişle renk, yapıdan yapıya değişeceği gibi mekandan mekana da değişiklik göstermelidir.

Tasarı öğeleri içinde çok önemli bir yeri olan ve her an algılama alanımız içinde yer alan bireyin ve çevresinin vazgeçilmez ögesi, bireyin mutluluğu ve sağlıklı yaşamı için önemli yeri olan renk ögesinin psikolojik etkilerini göz ardı etmeden mimarî mekânlarda uygulanması gerekir. Zira renklerin insanlar üzerinde çeşitli etkileri vardır.

Renkler; aktif-pasif, sıcak-soğuk, ağır-hafif, yakın-uzak, geniş-dar, alçak-yüksek gibi etkiler yaratmaktadırlar. Mekânların yaratılmasında rengin bu özelliklerinin yanında fiziksel veriler de göz önünde tutularak, yönlere, mekânın boyutlarını da belirleyerek, kullanıcıların, yaş-cins ve kültürüne göre yapılacak renk tercihlerinin de dikkate alınarak uygulama yapılması doğrudur. Sadece fiziksel ilkeler yardımıyla veya sadece psikolojik renk tercihi ile yapılan uygulamalar sağlıklı bir sonuç doğurmayacaktır.

Psikolojik renk bilimi yöntemleriyle seçilen renklerin kullanıldığı mekânlarda, bireyler daha sağlıklı ve mutlu olacaklardır. Renk, yönlendirici, mekandaki işlevlere yardımcı bir ögedir ve yapının karakterine göre değişmektedir.[2] Renk seçiminin önemini bir örnekle açıklayacak olursak; bir konutta mekânların ısıtma aygıtlarının yeterince sıcak olduğunu varsayalım. Mekânın renklerini de mavi-gri tonlardan seçelim. Bu durumda mekân soğuk algılanacaktır. Yani, mekânda psikolojik sıcaklık eksik olmuş olacaktır.

Diğer taraftan, rengin psikolojik etkisinin sesle olan ilişkisini de şöyle açıklayabiliriz. Bir ses, farklı renkli mekânlarda farklı şiddette etki eder. Örneğin, aynı şiddetteki ses beyaz renkli bir mekânda, mor renkli bir mekândan daha fazla şiddette işitilir.

Rengin psikolojik etkisinin süre ve zaman ile olan ilişkisini de, başka bir örnekle ele alabiliriz: Mavi ve kırmızı renge boyanmış iki ayrı mekânda, insanlar farklı farklı etkilenecektir. Mavi renge boyanmış bir mekânda bulunan insanlar kırmızı renge boyanmış bir mekânda bulunanlara göre çok daha fazla sıkılacak, ve bunların algıladığı zaman da daha uzun olacaktır. [7]

4.3. GÜN IŞIĞI VE SAĞLIK

Gelişen yaşam tarzı, insanları yeterince aydınlanamayan mekânlarda (büyük ticari binalar, ofisler, yeraltı istasyonları, çok katlı otoparklar vb.) yaşamaya zorlamaktadır. Gün ışığının yeterli olmaması, insanlarda birtakım psikolojik ve fizyolojik sorunlara neden olabilmekte, aydınlatmada yeterli konfor koşullarının sağlanmaması çalışma verimini olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Deneysel çalışmalar, insan bünyesinin yirmi dört saatlik iç periyodunun düzenlenmesinden sorumlu olan ‘melatonin’ hormonu salgılanmasının, maruz kalınan gün ışığı düzeyi ve süresine bağlı olduğunu göstermektedir. Bu yeterli gün ışığı düzeylerinin şiddeti, binalardaki normal elektrik aydınlatmasınıninkinden daha büyüktür. Gün ışığı olmadan aydınlatılan binalarda günlerini geçiren insanlarda, “biyolojik karanlık” nedeni ile performans ve verimlilik düşmesi yaşanabilmektedir.[33]

Gün ışığı insanların daha iyi görmelerini ve çevreleriyle bağlantı hissetmelerini sağlar. Bu nedenle yapılarda gün ışığı tercih görülür. Yapılan araştırmalar, gün ışığının insan sağlığına olumlu faydaları olduğunu, diğer yanda yapay aydınlatmanın ise insan sağlığı için zararlı etkiler barındırdığını göstermektedir. Örneğin suni ışık altında çok ders çalışan bir çocuğun gözlerinin hızla bozulduğu bilinmektedir. Öte yanda gün ışığı sınırları yatıştırmakta, vücut ritmini düzenlemektedir. Gün ışığını yeterince alan insanlarda hormonal salgılar daha düzenli salgılanmaktadır. Gün ışığı ayrıca strese de iyi gelmektedir.[16]

Uygun olmayan ya da yetersiz aydınlatma gözlerde rahatsızlığa sebep olmakta, ayrıca baş ağrısına neden olabilmektedir.

Uygun aydınlatma, özellikle gün ışığı, insanı psikolojik açıdan olumlu etkilemektedir. Günümüzde bu etkiyi sağlayan yapay aydınlatma teknikleri de geliştirilmiştir. Örneğin insan biyolojik ritmi ile uyumlu olarak doğal aydınlatmaya yakın özellikte ve şiddeti gün ışığına benzer biçimde ayarlanabilen aydınlatma sistemleri günümüzde kullanılmaktadır. [1]

5. BÖLÜM: GELİŞMİŞ GÜN IŞIĞI İLE AYDINLATMA SİSTEMLERİ

Binalarda gün ışığı ile aydınlatma konusunda en çok kullanılan ve basit çözüm pencerelerdir. Pencereden gelen ışık belli bir alanı yoğun aydınlattığı için iç mekanda homojen bir aydınlatma oluşmaz. Işığın yanı sıra sıcaklık, kamaşma gibi olumsuz özellikleri de beraberinde getirmesi sonucu pencerelere ek kombinasyonlarla ve pencerelerden bağımsız olarak gün ışığını iç mekana alan ‘gelişmiş’ ve ‘yenilikçi’ olarak adlandırılan gün ışığı aydınlatma sistemleri ortaya çıkmıştır. Her ne kadar gelişmiş olarak adlandırılrsa da sistem yaygınlığı, maliyetleri ve sistemin her koşulda olumlu bir şekilde çalışacağı her sistemde garanti değildir.

5.1. GELİŞMİŞ GÜN IŞIĞI AYDINLATMA SİSTEMLERİNİN İŞLEVLERİ

Gün ışığı sistemleri; Gün ışığı girmeyen mekana gün ışığını taşımak, aydınlatma seviyesini homojenleştirmek, görsel konforu arttırmak, gölgelendirme kontrolü ve sıcaklık kontrolü sağlamak, daha az enerji harcayarak enerji ve maliyet tasarrufu elde etmek amacıyla uygulanmaktadır.

Bir yapıda hangi gün ışığı aydınlatma sisteminin kullanılacağı tasarım aşamasında belirlenmelidir. Sonradan binalara entegre edilen sistemler uygulama zorluğu, detay hataları ve daha fazla maliyetler getirmektedir. Tasarım aşamasında veya sonraki aşamalarda hangi sistemin kullanılacağı önemli bir sorudur. Bu sorunun cevabını her projenin kendine has yapısı belirler.

Bu belirleyicileri sıralarsak;

- Konum; Her binanın bulunduğu enlem ve boylam şartlarına göre güneşlenme süreleri ve iklimsel şartlar birbirinden farklıdır. Bazı binalarda daha fazla gün ışığı iç mekana aktarılmak istenirken bazılarında ise sıcaklık ve termal şartlar sebebiyle gölgeleme ön plandadır.

- Binanın gün ışığı alma hali; Yapılaşmanın doğal getirisi olarak binalar diğer binalarla ve çevresindeki gölge verici şartlarla ilişki içindedir. Tasarım yapılırken diğer binaların etkisi göz önünde bulundurulmalıdır.
- Mimari dizayn; Tasarım bir binanın dış kabuğunu dolayısıyla aydınlanma kararlarını etkiler. Manzara, pencerelerin konumu ve açıklıkları gün ışığı aydınlatma sistemlerinin seçiminde belirleyicidir.
- İşlev; Bina içindeki işlevler ortamların aydınlanma seviyesini ve tasarım ilkelerini belirler. Örneğin sinema, konferans salonları, müzeler gün ışığına az ihtiyaç duyarken ofisler, marketler, evler gün ışığı ile aydınlatılan mekanlara ihtiyaç duymaktadır.
- Aydınlanma; Standart bir pencere sistemi ile iç mekana ışık homojen bir şekilde yayılmaz. Pencerelere yakın olan kısımlar daha yüksek aydınlık seviyesindeyken iç kısımlar karanlıkta kalır. Bu aydınlanma farkı ve pencerelere yakın kısımlardaki sıcaklık ortamda rahatsız eder. Kontrol gerektirir.
- Binadan beklenen enerji verimliliği; Son dönemde gündemde önemli bir yer tutmakta olan enerji verimliliği ülkemizde de enerji verimliliği yasa tasarısının kabulü ile hız kazanmış ve büyük binalar, işletmeler bu konu hakkında daha duyarlı hale gelmiştir. Enerjideki sarfiyatındaki en önemli kalemlerden biri aydınlatmadır. Doğru bir gün ışığı aydınlatma sistemi ile enerji tasarrufu sağlanabilir.
- Ekonomik şartlar; Gelişmiş gün ışığı aydınlatma sistemleri standart bir pencere sistemiyle karşılaştırıldığında maliyetli sistemlerdir. Doğru sistem tasarım aşamasında devreye girmezse sonradan yapılacak olan sistemler bu maliyetleri daha da arttırmaktadır. Maliyet uygulanacak olan sistemin seçiminde belirleyicidir.

Hedefler açıkça bir kez belirlendiğinde, sunulan gün ışığı aydınlatma sisteminin ilerleyişi detaylı analiz gerektirerek yapılacaktır. Herhangi bir gün ışığı aydınlatma sistemi için, üç işlev yerine getirilmelidir: Gelen ışığı çevreden toplamak, onu bina örtüsünün içinden taşımak ve son olarak onu içeriye getirmek. Işık ışınları sistem bileşenleriyle birlikte çeşitli optik yönlerden etkileşim içindedir (örneğin, yansıma, emilme ve yayılma). Bu çoklu etkileşimler kaçınılmaz şekilde ışık akışının önemli bir bölümünde kayıpla ve mekan içinde ki dağıtımında değişikliklerle sonuçlanır. Hava koşullarına veya kullanıcı gereksinimlerine adapte etmek için, gün ışığı aydınlatma sistemleri bazen, hem elle hem otomatik olarak kontrol edilen taşınabilir bileşenleri

ihativa eder. Bu durumlarda, ışık transferinin özellikleri aynı zamanda belirli taşınabilir bölümlerine bağlıdır. Örneğin pencerenin önüne yerleştirilmiş dış panjurlar, doğru bir şekilde yatırıldıkları sürece güneş-gölgeliği aracı olarak mükemmel bir şekilde çalışırlar. Bu arada, onlar dağılmış ışık iletimini hem uzamsal hem nicel olarak güçlü bir şekilde etkiler. Bulutlu hava koşullarında, iyi bir yayılmış ışık penetrasyonu sağlamak için storlar çoğunlukla tam olarak içeri çekilebilir şekilde tasarlanmıştır.

5.2. GELİŞMİŞ GÜN IŞIĞI AYDINLATMA SİSTEMLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

Sistemin sınıflandırılması için birçok yol önerilmiştir. IEA (International Energy Agency) nin gün ışığı sistemlerine kaynak olması için oluşturulan Task 21 çalışması bu konuda yapılmış en kapsamlı çalışmadır. Tüm sistemlerin çalışma prensipleri, kullanım yerleri, sistemin seçim sebebi tablo olarak özetlenmiştir (EK1.)Yapılan tüm sınıflandırma çalışmalarında sistemler birden fazla gruba katılmakta ya da farklı sistemler birleşerek yeni bir sistem oluşturdukları için bir konunun birden fazla kere anlatılması gerekmektedir.

Bazı çalışmalarda gelişmiş gün ışığı sistemleri yayınlık gün ışığını bina içerisine alan ve direk gün ışığını bina içersine alan sistemler olarak iki bölümde incelenmiş, yada yansıtıcılar ve ışık rafları, pencere ile entegre sistemler, ışık yönlendiriciler şeklinde üç bölüme ayırarak incelemeler yapılmıştır. Tam bir sınıflandırılma yapılamamasının sebebi gelişmekte olan bu sistemlerin tek başlarına veya beraber kullanılarak yeni sistemler oluşturulmaları ve bunların farklı güneş ışınları karşısındaki farklı kullanım amacıdır.

Bu sebeple tez çalışmasında EK1 kısmında Task 21 çalışmasındaki tüm sistemleri daha net bir şekilde görebilmek ve karşılaştırabilmek amacıyla karşılaştırmalı tablolarla verilmiştir. Ancak gelişmiş gün ışığı sistemlerini daha iyi anlamak amacıyla konuları açıklayan kısımlar kullanım amacına göre gün ışığını yönlendiren sistemler ve gün ışığını taşıyan sistemler olmak üzere iki ana başlık altında incelenmiştir. Bu şekilde gereksiz tekrarlardan kaçınılmak amaçlanmıştır.

Bu tez çalışmasında gelişmiş gün ışığı aydınlatma sistemleri iki ana başlık altında incelenecektir;

a) Gün ışığını yönlendiren sistemler: Genellikle pencere veya tepe pencerelerinden gelen gün ışığı seviyesinin düzenlenmesi, iç hacimlere doğru yönlendirilmesi veya sıcağı kontrol (gölgeleme yapılarak) amacıyla kullanılırlar. Işık kaynağı pencerelerden veya tepe ışıklıklarından gelen gün ışığıdır.

- Işık rafı
- Anidolik sistemler
- Prizmatik paneller
- Lazer kesim paneller
- Holografik optik elemanlar
- Özel camlar

b) Gün ışığını taşıyan sistemler ; Genellikle pencere ile ışık alınamayan karanlık mekanlara gün ışığı girmesi amacıyla kullanılırlar. Işık kaynağı pencerelerden veya tepe ışıklıklarından gelen ışıklar değildir. Dış ortamdaki gün ışığını heliostat denilen ışık toplayıcılar ile taşıma bölgesine aktarırlar. Işığı toplama bölgesi, taşıma bölgesi ve dağıtım bölgesi olmak üzere üç kısımdan oluşurlar.

- Işık kılavuzları
- Gün ışığı tübü
- Fiber optik ile gün ışığı

IEA nın Task 21 kapsamında yaptığı detaylı çalışmadaki tüm sistemlerin karşılaştırmalı tabloları EK.1 Kısımında bulunmaktadır.

5.3. GÜN IŞIĞINI YÖNLENDİREN SİSTEMLER

5.3.1. Işık Rafları

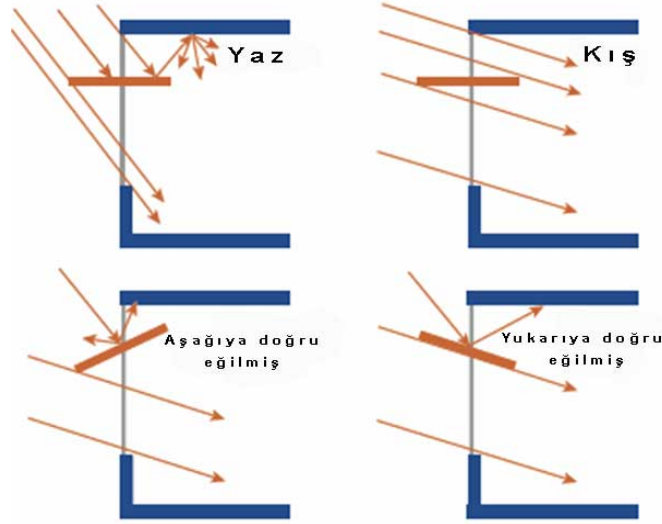
Işık rafları uygulama kolaylıkları ve maliyet açısından en basit ve uzun zamandır kullanılan bir sistemdir. Yatay olarak pencerenin iç veya dış kısmına yerleştirilir. Yatay etkisi sebebiyle mimari tasarım açısından etkilidir.



Şekil 5.1. Ash Creek Intermediate Okul, aydınlatma laboratuvarı ışık rafı uygulaması

Bu sistemin tasarım amacı kısaca pencereye yakın olan kısımda gölgelendirme yapmak, gün ışığını daha iç kısımlara taşıyarak iç ortamda homojen bir aydınlatma sağlamaktır. Işık rafları ile iç mekandaki gün ışığı seviyesi arttırılmaz ancak aydınlık seviyesi yayılarak hem görsel hem de termal açıdan daha konforu bir iç mekan sağlanmış olur. Eşit yüksekliğe sahip alışıldık pencerelerle karşılaştırıldığında, ışık rafları odada gün ışığı faktörlerini arttırmaz.

Bir ışık rafı genellikle ufuksal ya da neredeyse ufuksal pencere cephesine yer seviyesinden yaklaşık 2m yukarıya yerleştirilir. Işık rafı bina içinde ve/veya dışında genişletilebilir. Bu yüzden bu rafların iki fonksiyonu rahatça ayırt edilebilir. Rafın alt kısmındaki bir pencere net bir manzara sağlar. Eğer ışık rafı pencere cephesinin arkasına doğru çıkıntılıysa, bu pencere yüksek güneş ışınlarından korunmuş olur. Rafın üst kısmında üst yüzeye yerleştirilmiş reflektör, gün ışığını tavana ve odanın arka kısımlarına yönlendirir. [1]



Şekil 5.2. Işık rafı uygulamasının mevsime göre yönünü değiştirilerek uygulanması[1]

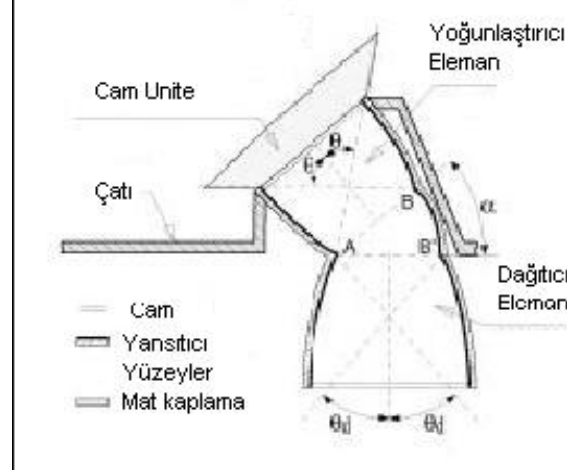
Işık rafının derinliği ve cam yüzeyindeki yüksekliği enlem ve iklimsel verilere dayanarak belirlenmelidir (Şekil 5.2). Ayrıca odanın derinliği tasarımda etkilidir. Düşük enlemlerde iç ışık rafının boyu üstten gelen direk güneş ışığını engelleyecek kadar uzatılabilir. Dış ışık rafının boyu ise pencerenin ne kadarı gölgelenmek isteniyorsa oraya kadar uzatılarak sağlanır. Genelde yazın ışık rafına doğrudan gün ışığı alımı istenmeyen bir durumdur. Dikkatli bir tasarım bu sorunu bir ölçüye kadar giderebilir ama kendi başına bir ışık rafı etkili bir gölgeleme aracı olarak görülmemelidir.

Işık rafından yansıyan ışınlar tavadan yansyarak odanın içine dağılmaktadır. Tavandaki yansımaya katsayısının yüksek olması daha fazla ışığı yansıtmaktadır, ancak aynasal yüzeyler kamaşmaya sebep olmaktadır.

Işık rafları hem kamaşmayı önlemek hem de dış görüşü sağlamak amacını taşıdıkları için konumları hacimsel özelliklere bağlıdır. Ne kadar altta yer alırsa tavana yansıtılan ışık miktarı da o kadar fazla olur. Işık raflarının işlevlerini yerine getirebilmeleri için yüksek bir tavana gereksinim olduğundan mimari tasarım ve taşıyıcı sistemle birlikte düşünülmesi gerekmektedir. Pencere yönüne, hacim özelliklerine ve enleme bağlı olarak tasarlanmalıdır. Işık rafı direkt güneş ışığının bol olduğu bölgelerde güneye yönlendirilmiş derin hacimli binalar için uygundur. Doğu ve batı yönleri için ve kapalı gök koşullarının hakim olduğu bölgelerde aynı derecede etkili olmamaktadırlar.[18]

5.3.2. Anidolik Sistemler

Anidolik açıklıklar göğün geniş bir bölümünden gelen yayınlık gün ışığını hacim içine iletirken direk gün ışığının hacme girmesini engelleyen sistemlerdir. Şekil 5.3 te görüldüğü gibi toplayıcı ve dağıtıcı özellikteki reflektörler sistemin temelini oluştururlar.

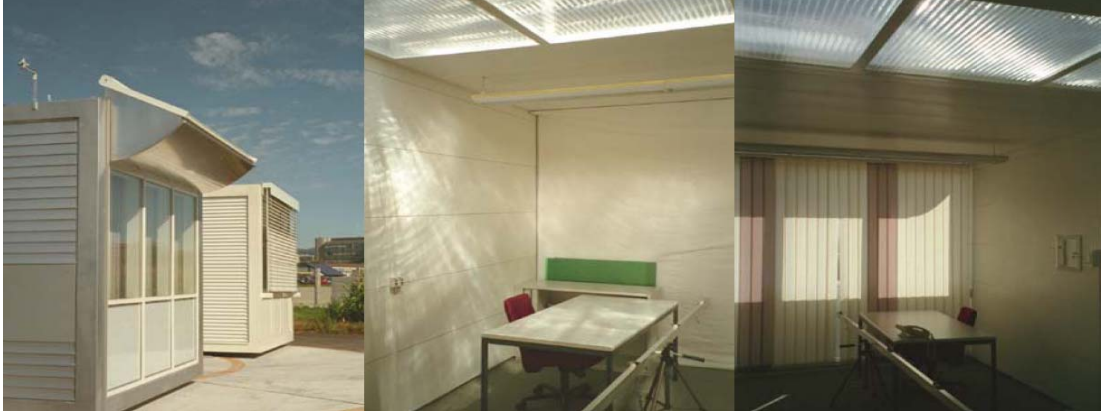


Şekil 5.3. Anidolik sistemin yapısı

Gelişmiş aydınlatma sistemlerinin büyük bir bölümü, açık gök koşulları için tasarlanmışlardır ve doğru uygulandıkları takdirde, gün ışığının toplanmasında ve hacim içine yönlendirilmesinde başarı göstermişlerdir. Kapalı gök koşullarında da, doğal ışığı etkin bir biçimde toplayıp, hacim içerisine dağıtabilecek sistemlerin tasarlanmasına ihtiyaç duyulmuştur. Anidolik sistemler bu şekilde ortaya çıkmışlardır. Bu sistemler, reflektörlü sistemlerden yararlanarak yüksek açısal seçicilik sağlarlar. Anidolik sistemler kendi içlerinde anidolik tavanlar, anidolik açıklıklar ve anidolik petek sistemleri olarak sınıflandırılırlar [34]

Anidolik kelimesi iki eski yunan kelimesi olan *an*= ‘-siz, -sız’ ve *eidolon*= ‘görüntü’ kelimelerinin birleşiminden oluşmuş olup ‘görüntülemeyen’ kelimesiyle eş anlamlıdır. Birçok gün ışığı ile aydınlatma sistemi öz olarak “görüntülemeyen” olma iddiasında olabilir çünkü onlar oluşabilecek görüntü bozulmalarını dikkate almadan doğal gün ışığını odaya aktarmak üzere yapılmışlardır, niteliyici ‘anidolik’ sadece ‘görüntülemeyen optikler’ teorik çerçevesi içinde bulunan kavram ve araçları kullanmak üzere tasarlanmış sistemler için uygundur.[1]

Anidolik Açıklıklar



Şekil 5.5. Anidolik uygulama yapılmış test odasından fotoğraflar [35]

Anidolik açıklıklar göğün geniş bir bölümünden gelen yayıncık gün ışığını hacim içine iletirken, direkt güneş ışığının hacme girmesini engelleyen sistemlerdir. Şekil 5.4'te görüldüğü gibi, toplayıcı ve dağıtıcı özellikteki reflektörler sistemin temelini oluştururlar. Anidolik toplayıcı eleman, ışığı dar huzmeli olarak toplayarak, sistemin performansını artırır. Girişte toplanan yayıncık ışık, alüminyum yüzeylerden yansiyarak dağıtıcı elemana gelir.

Burada ışık düzgün bir biçimde hacim içine yönlendirilirken, aynı zamanda oluşabilecek kamaşma ve herhangi bir geri yansıma da engellenmiş olur. Bakım ihtiyacını azaltmak ve yabancı maddelerin sistem içine girmesini önlemek için açıklık girişinde bir cam ünite bulunur [36].

Anidolik açıklıklar doğu-batı doğrultusundaki çatı uygulamalarında kullanılırlar. Şekil 5.5 çatıda bulunan bir anidolik açıklık sistemini göstermektedir. Sisteme kuzey yarımkürede kuzeye doğru, güney yarımkürede güneye doğru eğim verilmelidir. Böylece anidolik toplayıcı eleman üzerinde optimum miktarda yayıncık ışık toplanır [1, 36]. Bu sistemler, müzeler, atriumlar ve süpermarketler gibi görsel konforun sağlanması gereken mekanlarda çok kullanışlıdır. Yayıncık ışıktan yararlanıldığı için, istenen görsel konforun sağlanmasında giriş açıklıklarının büyüklüğü önemli rol oynar [2].

Anidolik Petek Sistemleri

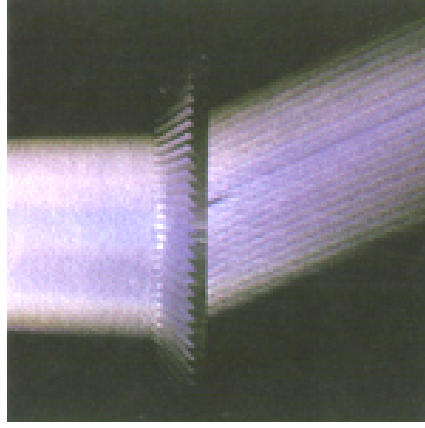


Şekil 5.6. Anidolik petek sisteminin yapısı

Anidolik petek sistemleri yüksek açısal seçiciliğin yanı sıra, direkt güneş ışığı ve kamaşmanın da yönlü kontrolünü sağlarlar. Bu sistemler, içi boş reflektörlerden oluşurlar. Şekil 5.6’da görüldüğü gibi her bir reflektörün içinde ikişer tane üç boyutlu parabolik yoğunlaştırıcı vardır. Parabolik yoğunlaştırıcılardan ilki dışarıya yönlendirilmiştir ve yüksek eğim açılı ışığı geri yansıtırken, düşük eğim açılı ışığı sistem içine geçirir. İkinci yoğunlaştırıcı eleman ters yönde yerleştirilir ve yayınık ışığı hacmin iç bölgelerine yönlendirmekle görevlidir. Kamaşmayı engellemek amacıyla ışık tavana doğru 25° lik açıyla yönlendirilir [35]. Anidolik petek sistemleri, uygulamada stor düzeninde veya pencerenin üst bölümüne sabitlenerek kullanılabilirler. Reflektörlere zarar gelmemesi için bütün uygulamalarda sistem çift cam arasına yerleştirilmelidir. Bu sistem, direkt güneş ışığını kontrol ederken, ısıtma soğutma yüklerini de azaltır. Çoğunlukla açık gök koşullarına sahip bölgeler için tasarlanmıştır, fakat kapalı gök koşullarına sahip bölgelerde de kullanılabilirler [2].

5.3.3. Prizmatik Paneller

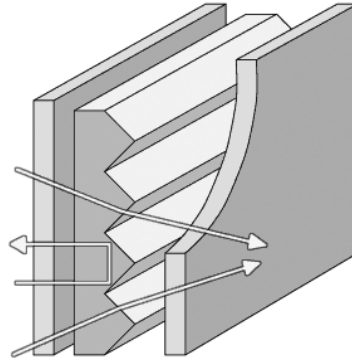
Prizmatik elemanlar , bir tarafı düz diğer tarafı prizmatik olarak yerleştirilmiş olan saydam materyallerden oluşur. Prizmatik elemanların dışlarındaki açılar değişiklik gösterir. 25cm ya da 1cm incelikte kare paneller veya 1mm den ince esnek filmler halinde bulunabilir. [2]



Şekil 5.7. Prizmatik panelin ışığı yönlendirmesini gösteren fotoğraf

Yayınık gök ışığını odanın derinliklerine yönlendiren prizmatik paneller, optik özellikleri sayesinde direk güneş ışığının da kontrolünü sağlarlar. Gelen ışığın belli bir kısmını engellediği için ortamdaki gün ışığı faktörü değerini düşürür. Kapalı gök koşullarının bulunduğu iklimler için uygun değildir. Prizmatik sistemler sabit veya hareketli olabilirler. Paneller pencere kısmında veya çatı kısmında kullanılabilir. Pencere içine veya dışına yerleştirilebilir. Prizmatik paneller görüşü etkilemektedir. Manzara önemli olduğunda pencerenin üst kısmında kullanılmalıdır.

Prizmatik paneller 50 yılı aşkın süredir gökyüzü ışığını dağıtmak için kullanılmıştır. Günümüzde prizmatik paneller gün ışığını yönlendirme amacına hizmet ederek, gelişmiş aydınlatma sistemleriyle birleştirilmişlerdir.. [2]



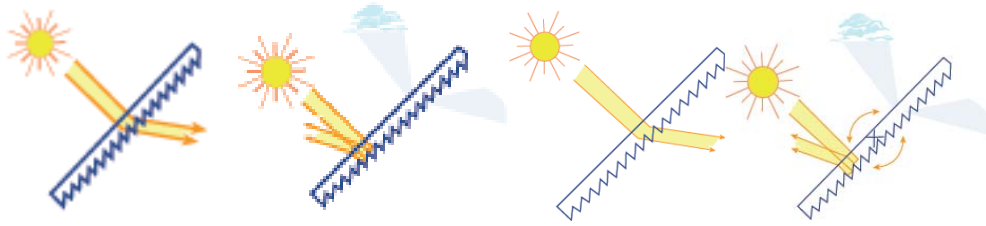
Şekil 5.8.Prizmatik panel yapısı içinde farklı açılarla gelen ışınları farklı yöne yönlendirmesini gösteren şematik çizim

Prizmatik panellerde kırılma ve yansıtma özelliği bir arada kullanılır. Gelen ışınların bir kısmında prizmatik yapı içinde yutulur. Verimlilik katsayısı kullanılan malzemeye göre %70-80 lere çıkar.[37]



Şekil 5.9. Prizmatik panellerle uygulanmış gölgeleme sistemi

Prizmatik paneller gün ışığını ve güneş ışığını yönlendirmek ve güneş ışığını engellemek için kullanılırlar. Eğimli prizmatik levhada bir yüz gümüşle kaplanarak gelen ışınların geriye yansıtılması sağlanır böylece direkt gelen güneş ışığı kırılarak dışarıya yansır, zenite yakın bölgeden gelen ışınları ise geçirir;



Şekil 5.10. Prizmatik panellerin, direkt güneş ışınları ve yaygın gün ışığıyla birlikte hareketli ve sabit olarak güneş kontrol amacıyla kullanımları [1]

Prizmatik paneller asitle taşlama yöntemiyle 1 mm den az üretilmektedir. Bu şekilde çift cam arasında uygulamaya izin vermektedir. Prizmatik paneller direkt gün ışığını kırıp, yaygın ışığı içeri alarak gölgeleme amacıyla kullanılabilir.

5.3.4. Lazer Kesim Paneller



Şekil 5.11. Lazer kesim panelin örnek fotoğrafı

Lazer kesim paneller akrilik bir panelin üzerinde birbirine paralel kesikler atılmasıyla oluşur. Lazer kesikleri panelin bir ayna gibi yansıtmasına sebep olur. Böylece gelen gün ışığı yansiyarak odanın iç kısımlarına doğru yönlendirilir.

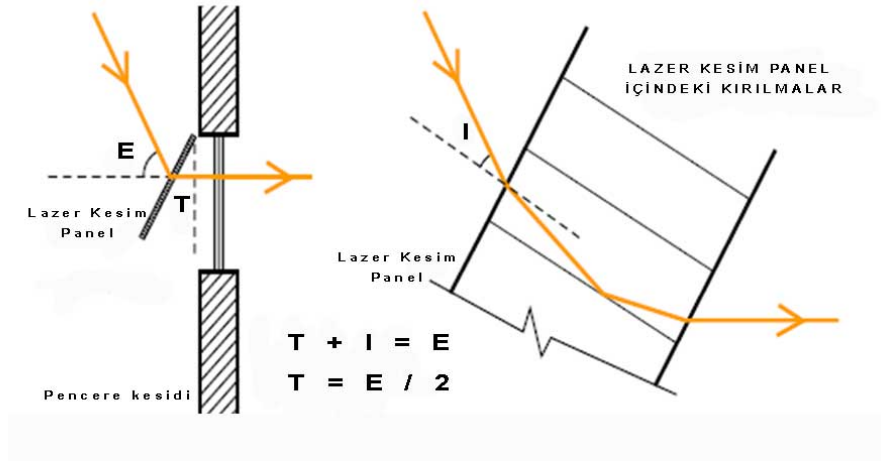
Yaklaşık 3mm-6mm kalınlığındadır. Genellikle iki cam eleman arasına yerleştirilir. Ancak kesikleri bulunan yüzey lamine cam ile korunursa camın dışına da yerleştirilir.



Şekil 5.12. Okul Brisbane, Australia, lazer kesim paneller örnek uygulama

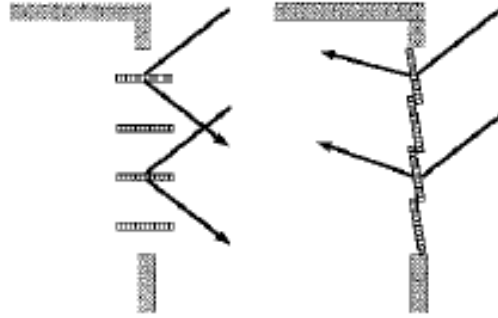
Şekil 5.12 de okulda kullanılan lazer kesim paneller ışığı odanın içine doğru yönlendirmektedir.

Pencere sistemi içerisinde lazer kesim paneller göz seviyesinin altında kullanılmamalıdır. Kesikler ışığı yukarıya doğru yönlendirir bu da kamaşmaya neden olur.



Şekil 5.13. Lazer kesim panelin açısı ile kırılma açısı ve güneşten gelen ışının arasındaki ilişkiyi göstermektedir

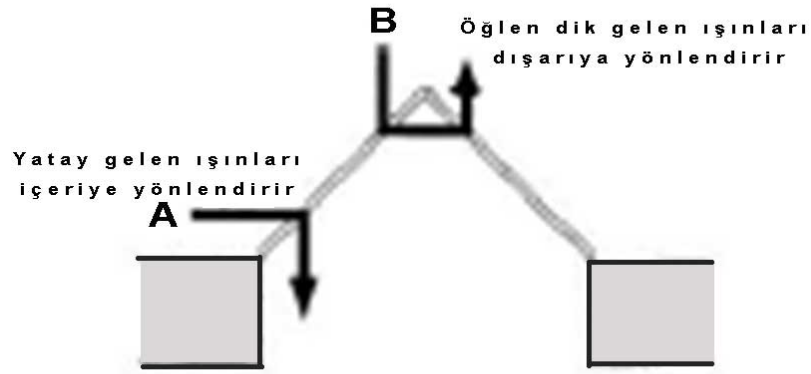
Lazer kesim paneller yüksek açıyla gelen ışığı yönlendirirken, normale yakın açıyla gelen ışığı içeriye geçirir. Dış ortam tam net olmasada görülmektedir.



Şekil 5.14. Lazer kesim panellerin farklı açılarda yerleştirilerek ışığı farklı yönlendirebilmesi

Şekil 5.14. te gösterilen sistemde sol yaz dönemi için konumlandırılan lazer kesim paneller gelen ışınlar yansıtılarak iç mekanda gölgeleme olmasını sağlamış, sağ kısımda ise kış şartlarında düşey duran paneller gelen ışınların iç mekana aktarılmasını sağlamıştır.

Düşeyde kullanılan lazer kesim paneller ihtiyaca göre yerleştirilerek istenirse gün ışığını içeriye aktarılması ya da yansıtılarak dışarıda bırakılması sağlanır. Yaz ve kış gün ışığı şartları göz önünde bulundurulursa bu paneller hareketli yapılarak bir kanat sistemi gibi dönerek gerekli konumu alır.

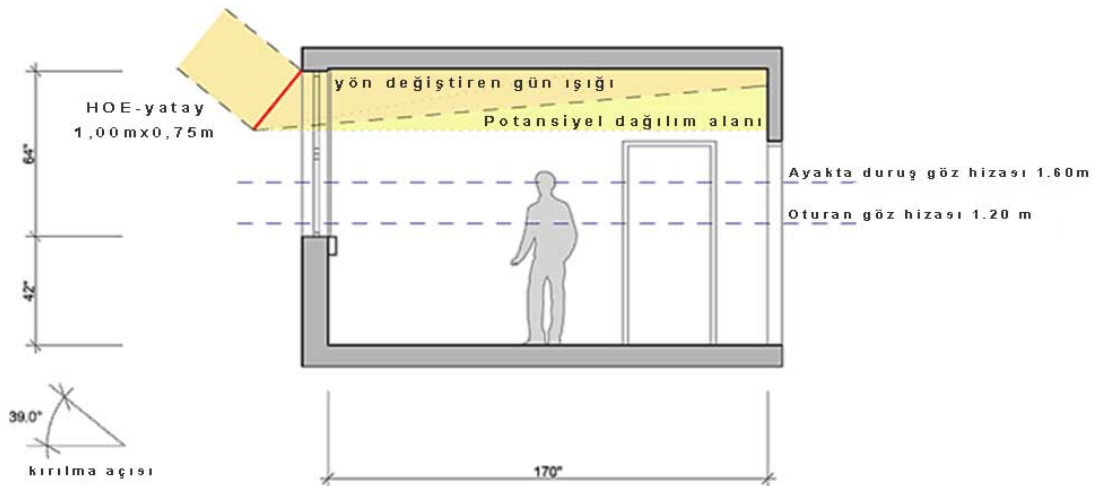


Şekil 5.15. Çatı kısmında kullanılan lazer kesim panellerin dik gelen ışınları geri gönderip yatay gelen (akşam saatlerinde ve sabah ilk saatlerde) ışınları içeriye alması[1]

Lazer kesim paneller düşeyde kullanılacağı gibi çatı kısmında da kullanmak için uygundur. Açılı yerleşim sayesinde dik gelen ve sıcaklık etkisi olan güneş ışınları geri yansıtılmış, yataydan gelen ışınlar ise yansıtılarak iç mekana alınmıştır. Böylece gelişmiş gün ışığı aydınlatma çözümü sunulmuştur.

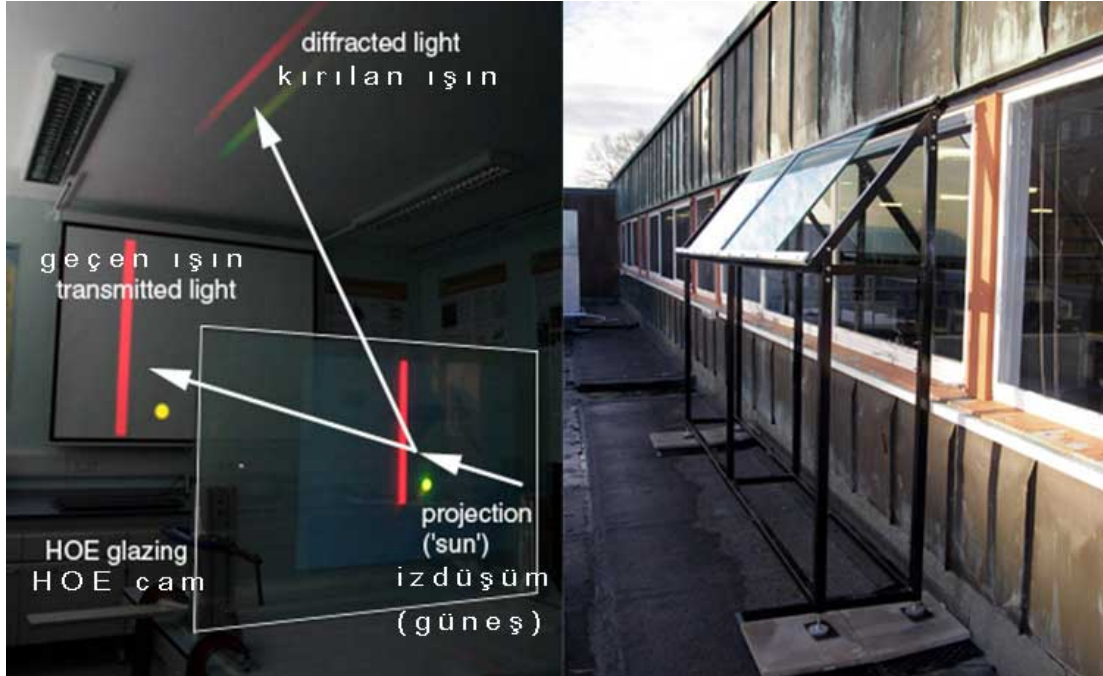
5.3.5. Holografik Optik Elemanlar

Temel bileşeni, iki cam panelin arasına lamine edilmiş, holografik ızgaraların olduğu polimerik film tabakasıdır. Holografik eleman göğün tepe bölgesinden yayınlık ışığı bina içine yönlendirmektedir. Sistem direk gün ışığı vurduğu zaman renk bozulmasına sebep olduğu için direk gün ışığı almayan cephede kullanılması gerekmektedir [1]



Şekil 5.16. HOE sistemleri ile dik gelen ışınların odanın derinlerine yönlendirilmesi

Holografik optik elemanlar ışık yönlendirmesi için kırılımı kullanır. Bir kırılım ızgarasını biçimlendiren mikroskobik şeritler saydam bir filme basılır. Bu ızgara ışığın gelme açısını belli bir açıda yönlendirerek tasarlanabilir. Diğer tüm açılardan gelen ışınlar değiştirilmez. Son olarak, bu filmler çift camların arsına yerleştirilir.[2]



Şekil 5.17. Holografik optik elemanın Southampton Üniversitesinde test edilmesi sağ tarafta kurulan test düzeneği gözüküyor. Sol kısımda iç mekanda kırılan ışınlar gösteriliyor.

Tepe ışığı kılavuz camları yayınık gök ışığını holografik elemanın üzerinde yer alan ızgara sisteminde kırarak tavana odanın derinliklerine doğru yansıtmaktadır. Odanın pencere yakınındaki kısımda düşüş olsa da odanın iç kısımlarındaki gün ışığı faktörü yükselmiş ve yaygın bir aydınlatma sağlanmıştır.

Kırılım ışığın dalgalanmasına bağlı olduğundan holografik optik elementler renkli ışıklar oluşturur. Ancak, modern tasarı teknikleri bu ışıkları büyük ölçüde azaltır.[2]

Holografik optik elementlerden yapılan birçok yönlendirme ve gölgeleme sistemleri ilk olarak Almanya da ortaya çıkmıştır ve hala orada kullanılmaktadır.[2]

Daha önce söz ettiğimiz diğer elementlerden farklı olarak, holografik optik elementler gün ışığı simülasyon sistemlerinin kullanımına göre uyarlanamaz. Bu yüzden bu tip elementleri birleştiren sistem tasarımları fiziksel örnekleme teknikleri gerektirir. [2]

5.4. GÜN IŞIĞINI TAŞIYAN SİSTEMLER

Sistemlerin amacı gün ışığını toplayarak bir taşıyıcı ile gün ışığı almayan kısımlara ışığı iletmektir. Gün ışığını toplayan kısma heliostat adı verilir. Konu hakkında daha açıklayıcı olması açısından sistemler anlatılmadan önce heliostat örnekleri ve çalışma yapılarından bahsedilecektir.

Heliostatlar

Heliostatlar güneşi takip eden yansıtıcılardır. Gelişmiş gün ışığı aydınlatma sistemlerinde gün ışığının sistem içine aktarılmasında kullanılırlar. Heliostatlar tek başlarına bir aydınlatma sistemi değildir; ışık kılavuzları ve fiber optik ile gelişmiş gün ışığı aydınlatma projelerinde güneş ışınlarının aydınlatma sistemine yönlendirilmesi için kullanılırlar.



Şekil 5.18. Yusuf Ziya Paşa Köşkü (Perili Köşk) Borusan Holding Yönetim Binası heliostat uygulaması -İstanbul

Güneşi takip basit bir şekilde saatlere göre ayarlanabileceği gibi daha gelişmiş örneklerde mikroproses yazılımlar ile güneşin solar yıldaki açısına göre hareket eden gelişmiş sistemler kullanılır.

Heliostatların hareketi ayna yapısını değil ışığı yönlendirdiği cihazı referans almaktadır. Heliostatlar 18. yüzyılın ortalarında gözükmeye başlanmış ancak tam olarak kimin sorumlu olduğu bilinmemektedir. Elektrik elde edilmesi, mimari ve solar aydınlatma kısmında kullanılması 20 yy dadır.

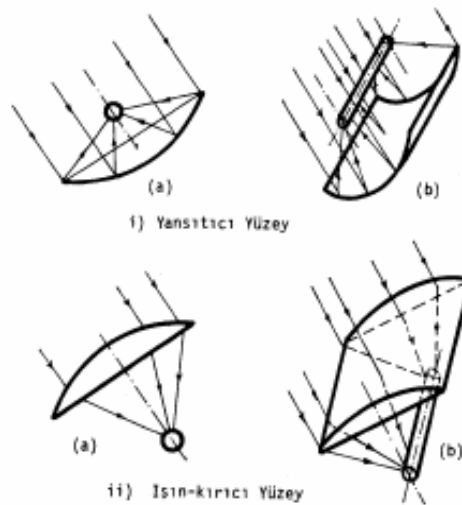
Heliostat sistemi enerji elde edilmesinde önemli bir yer tutmaktadır. Sun flower olarak bilinen 1 818 heliostation kullanıldığı ve toplam alanın 71 130 m² olduğu proje ile ortada bulunan bir toplayıcıya güneş ışınları yansıtılmaktadır. Bu sistemlerin yaygın kullanımı için heliostat sistemlerinde fiyat indirimi ve performans arttırıcı çalışmalar yapılmaktadır. Bu da gelişmiş gün ışığı sistemlerindeki heliostat kullanımı için yararlı olacaktır.



Şekil 5.19. Barstow, California yakınları (Sun Flower) güneş kulesi

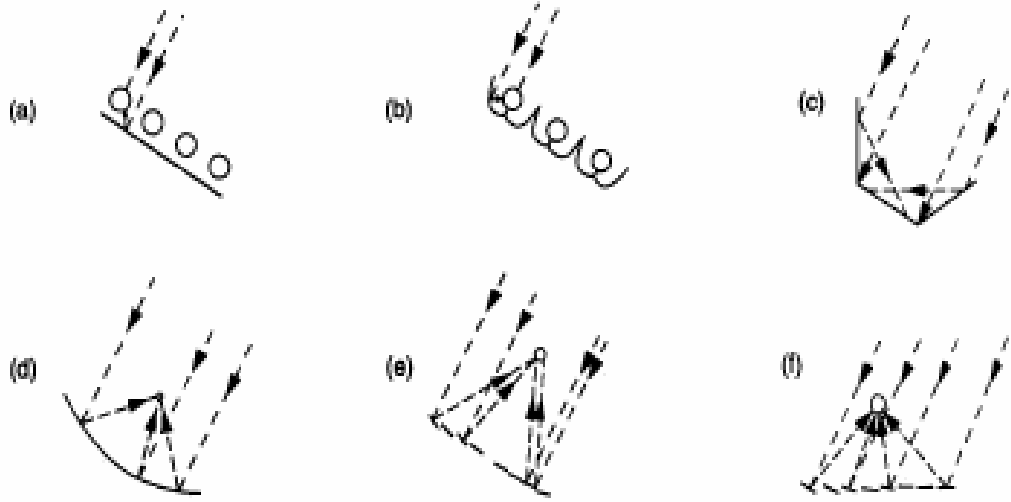
Heliostatlarda çevresel etkilerle yüzey üzerinde zamanla toz ve kirlenme oluşmakta buda verimin düşmesine sebep olmaktadır. Belirli periyotlarla temizlenmesi gerekmektedir.

Heliostatlar güneş ışınlarını kuleye odaklamak için güneş enerji kulelerinde çok miktarda kullanılmıştır. Buradaki amaç belirli bir noktaya güneş ışığını toplamaktır.



Şekil 5.20. Işınımın yansıtıcı yüzey veya ışın kırıcı yüzey ile (a) bir noktaya (b) bir doğruya yoğunlaştırılması

Aynalardan oluşan odaklı toplayıcılar, güneş ışınlarını tek bir kez veya ardı ardına iki kez yansıtarak yoğunlaştırır veya yönlendirir. Aynalar, düz silindirik, konik, küresel veya parabolik olabilir. Yoğunlaştırıcı toplayıcı tek bir ayna veya mercekten ibaret olabileceği gibi birçok ayna veya mercekten de oluşabilir. Şekil 5.21de farklı tipte tasarlanmış yoğunlaştırıcı sistemler gösterilmiştir [40]. Bu sistemlerde güneş ışınları bir toplama hattı üzerine yoğunlaştırılmaktadır.



Şekil 5.21. Farklı tipte tasarlanmış yoğunlaştırıcı toplayıcılar: (a) arka plandaki yansıtıcıdan yansıyan ışınları yutan boru tipi, (b) eğri yüzeyli yansıtıcıdan yansıyan ışınları yutan boru tipi, (c) düzlem yansıtıcı ve düzlem yutucu tipi, (d) parabolik yoğunlaştırıcı tipi, (e) Fresnel yansıtıcı, (f) kuleye yoğunlaştırıcı tipi [40]



Şekil 5.22. Heliostat uygulaması

Işığı taşıyan gelişmiş gün ışığı sistemlerinde heliostatlar gün ışığının toplanmasında, yönlendirilmesinde ve odaklanmasında önemli rol oynar. Fiber optik ile gün ışığı taşınmasında ışığı odaklayarak toplar, ışık borusu ile gün ışığı taşınmasında ise ışığı yansıtıp boru içine yönlendirir.

5.4.1. Işık kılavuzları (Light guide)

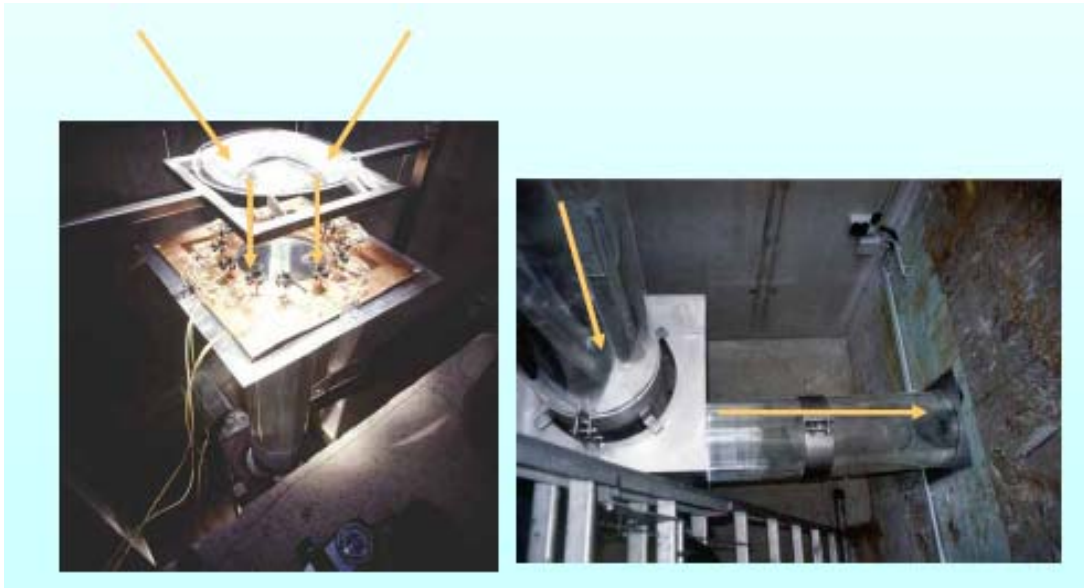
Işık kılavuzları prizmatik veya farklı malzemelerden yapılan ve gün ışığını yada yapay ışığı daha uzaktaki dağıtıcı ünitelere taşıyan optik bir sistemdir.

Sistemin Çalışma Prensibi:



Şekil 5.23. Işık kılavuzlarına gün ışığını aktaran heliostat sisteminin gösterilmesi

Işık kılavuzları yapay aydınlatma ve gün ışığı ile aydınlatma için kullanılabilirler. Yapay aydınlatma için kullanılacaksa yapay bir aydınlatma kaynağı gerekirken, Gün ışığı ile aydınlatma uygulamasında güneş ışınlarını yansıtarak boru içine aktaran heliostat sistemi kullanılmaktadır.



Şekil 5.24. Gün ışığının ışık kılavuzları ile taşınması

Boru içine aktarılan gün ışığı ışık kılavuzları ile taşınır. Işık kılavuzları düşeyde ya da yatayda kullanılabilirler. Geçtikleri bölgede aydınlatma sağlarlar.



Şekil 5.25. Işık kılavuzu ile taşınan ışığın iç hacimde kullanılması

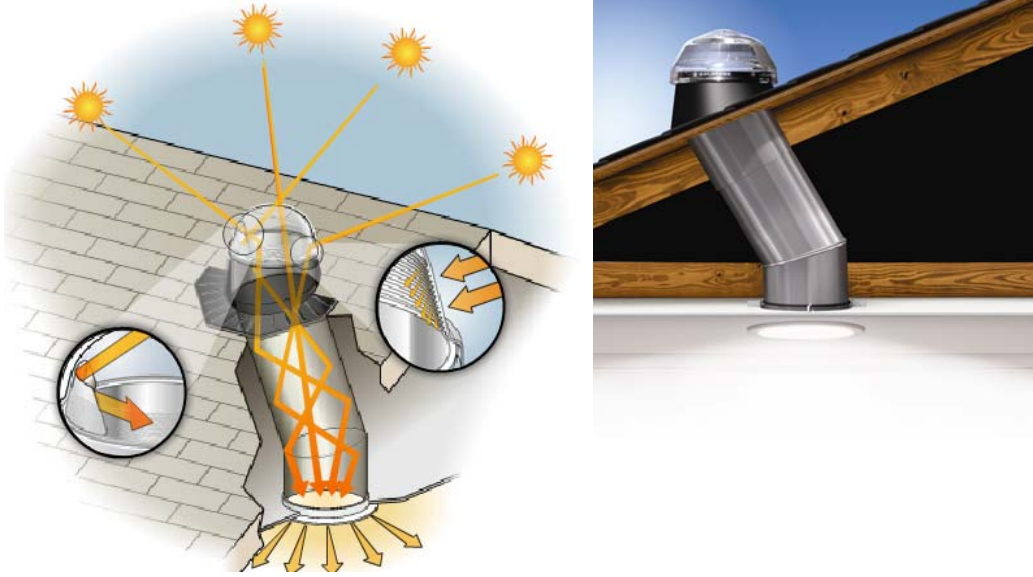
Güneş ışığı mekan içine, içinde prizmatik asetat bulunan ve saydam borulardan oluşan ışık ileticileri ile taşınmaktadır. Prizmatik asetatın özelliği, üzerine belirli bir eşik değerli açının altına düşen ışıkları, tam yansıtma prensibine bağlı olarak yansıtmasıdır.

Merceğin optik çapı, güneş ışığının iletici içine bu eşik değerli açının altında düşmesini sağlayacak şekilde boyutlanmıştır. Güneş ışığının iletici boyunca dışarıya kısmen çıkabilmesi için, ileticinin iç üst kısmında ekstraktor denilen ince şeritler vardır. Bu şeritler düşen ışınları yaygın şekilde yansıtıp, prizmatik asetat üzerine düşüş açılarını değiştirerek, ışıkların prizmatik asetattan ve saydam borudan dışarıya çıkmasını sağlar.[39]

Boru içine aktarılan gün ışığı ışık kılavuzları ile taşınır. Işık kılavuzları düşeyde ya da yatayda kullanılabilirler. Geçtikleri bölgede aydınlatma sağlarlar.

İçerdikleri teknolojik optik film tabakaları yüzünden kılavuzların üretim maliyetleri yüksektir. Bu yüzden yaygın bir kullanım alanları bulunmamaktadır. Ancak gün ışığının sadece enerjiden tasarruf amaçlı değil, konfor ve estetik amaçlı olan uygulamaları için güzel bir çözüm sunmaktadır.

5.4.2. Gün Işığı Tübü



Sekil 5.26. Gün ışığı túbü nün kullanım prensibinin şematik gösterimi (sol)

Şekil 5.27. Gün ışığı túbü ile iç mekan aydınlatma örnek uygulama (sağ)

Gün ışığı túbü, gün ışığını taşıyan bir sistemdir. Gün ışığı girmeyen ortamlara túb ile taşınan gün ışığı iletilir. Üst kısımda her yönden gelen güneş ışınlarını túb içine aktaran şeffaf bir fanus, yansıtma katsayısı çok yüksek olan taşıyıcı túb ve en altta mekan içine gün ışığının homojen bir şekilde yayılmasını sağlayan ışık yayıcı parçalardan oluşur. Yansıtma katsayısının teknolojik gelişmelerle birlikte %95'lerden %98'in üzerine çıkmasıyla ev ve sanayi kullanımında yaygınlık kazanmıştır.

Çizelge 5.1. Gün ışığı túbü için yansıtma katsayısının önemi

Yansıtma sonunda kalan % ışık miktarı					
Yansıtma Katsayısı	0 yansıtma	5 yansıtma	10 yansıtma	15 yansıtma	20 yansıtma
99.7%	100%	98.51%	97.04%	95.59%	94.17%
98.0%	100%	90.39%	81.71%	73.86%	66.76%
96.0%	100%	81.54%	66.48%	54.21%	44.20%
95.0%	100%	77.38%	59.87%	46.3%	35.85%

Çizelge 5.1'de görüleceği gibi yansıtma katsayısındaki artış bu sistemin kullanılabilirliğini mantıklı kılmıştır.

Ev ve sanayide uygulaması çok miktarda yapılmış olan sistemin, Türkiye'de de uygulamaları 2007 yılı ile başlamıştır.



Şekil 5.28. Salihlide Hipermarket uygulaması 124 adet gün ışığı tüpü uygulaması
Şekil 5.29. Adapazarı gün ışığı tübü ile ofis aydınlatması (60x60 kare model)

Güneşli iklimlerde güneye yönlendirilen yansıtıcı, tepedeki şeffaf kubbe açıklığının içine yerleştirilmesiyle kışın yatık gelen direk güneş ışığını içeri alarak daha fazla yansıtmak olanaklıdır. Kapalı gök koşullarının mevcut olduğu yörelerde tamamen saydam bir kubbe kullanılmalıdır. [18]

Zamanla gelişen, kubbe üzerindeki optik kırılmalarla her yönden gelen gün ışığının kırılıp tüp içine aktarılması sağlanmaktadır. Böylece hareketli bir heliostat sistemine ihtiyaç kalınmadan gün ışığı her yönden toplanabilmektedir.

Tüp düz veya istenirse 90 derecelik açıyla kırılarak ışığı taşıyabilir. Üreticilerde istenirse gün ışığını kapatmak için açılır-kapanır kapaklı uygulamalar mevcuttur.

Çizelge 5.2. Gün ışığı tübü boru çapı ve performans özellikleri ilişkisi

<i>BORU ÇAPI</i>	<i>AYDINLATMA ALANI</i>	<i>POTANSİYEL MAKSİMUM UZUNLUK</i>	<i>TOPLANAN IŞIK AKISI (LÜMEN) Ortalama-max</i>
250 mm	14-19 m ²	6m	3,000 - 4,600
350 mm	23-28 m ²	9m	6,000 - 9,100
530 mm	38-40 m ²	15m	13,500- 20,8500

Sistemin en önemli avantajlarından biride UV yi %99 oranında engellemesi ve sıcaklığı iletmemesidir. Bu sayede gün ışığından faydalanmak isteyen fakat sıcaklık sebebiyle kullanılamayan mekanlar için uygundur.

Sistem diğer taşıyıcı sistemlerle karşılaştırıldığında maliyetler açısından uygun olması sebebiyle geniş bir kullanım alanına sahiptir.

5.4.3. Fiber Optik ile Gün Işığı

Fiber optik yaygın bir kullanım alanı olan nispeten yeni bir teknolojidir. İlk kullanım alanı telekomdur ve bilgilerin ışık sinyalleri ile gönderilmesi sağlanmıştır. Bununla beraber fiber optik medikal görselleme, diş hekimliği özel aydınlatması, mikroskoplar, kameralar binalarda sıcaklığı, nemi basıncı ölçen sensörler gibi çok yaygın bir kullanım alanı bulunmaktadır. [39]



şekil 5.30. Fiber optik kablo ile gün ışığı aydınlatmasına örnek

1990 larla birlikte uzak mesafe yapay ışık taşımada kullanılmıştır. Bu teknolojiye ışık bir noktadan diğerine veya birkaç noktaya fiber optik kablolarla taşınmaktadır. Bu teknoloji havuzların içindeki aydınlatmalarda, müzelerde, dekoratif amaçlı noktasal ışık gerektiren mimari uygulamalarda, trafik sinyallerinde ve birçok dekoratif uygulamayla günümüzde geniş bir kullanım alanı bulunmaktadır. [40]

Fiber optik ile gün ışığı aydınlatma sistemleri gün ışığını taşıyan sistemlerdendir. Gün ışığı tüpü gibi gün ışığını bir kısımdan alıp aydınlatılması istenilen yere kadar taşır. Fiber optik küçük kesiti sayesinde çok derin yerlere veya çok katlı binalardaki gün ışığı almayan kısımlara kolay bir şekilde taşınabilir. Ancak sistem hala gelişme aşamasında olup, günümüzdeki uygulamaları çok pahalı olduğu için yaygın bir kullanım bulamamaktadır. Farklı ülkelerde konu ile ilgili çalışmalar ve geliştirilen modeller bulunmaktadır.

Gün ışığının fiber kabloyla taşınması üç ana kısımdan oluşur. Güneş ışınlarını toplayan ve odaklayan heliostat, ışığı taşıyan fiber kablo ve ışığı iç mekana dağıtan sonlandırıcı. Işığı toplayan heliostat farklı şekillerde olabilir. Aşağıdaki şekilde 2 farklı fiber optik ışık toplayıcısından örnek verilmiştir.



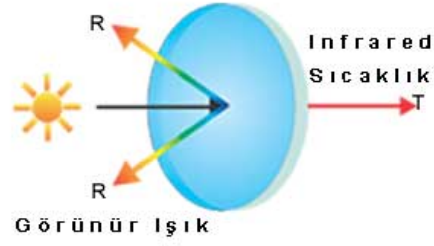
Şekil 5.31. Parans solar panel- Parans SP2 Modeli güneş ışınlarını takip eder



Şekil 5.32. Himewari sistemi güneş toplayıcı (heliostat)

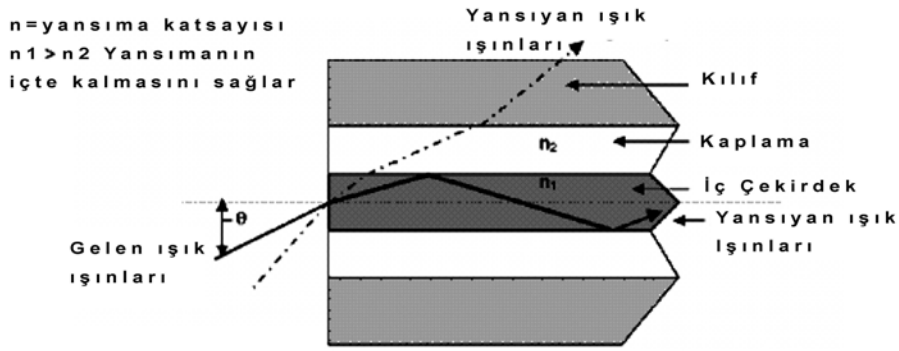
Fiber optik kablolar ince katı fiber kablo içindeki yansımalarla ışığı taşırlar. En iyi bilinen ve ulaşılabilir olan Japonyadaki La Foret Engineering firmasının üreticisi olduğu Himawari dir. Himawari sistemi altıgen şekilli, petek modelli Frensel lensli ışık toplayıcı (yatay, düşey hareketli) , ışığı süzer ve fiber optik kablonun içine toplar. Kuvars bazlı fiber optik kablolar ışığın daha kaliteli bir sunuş yapılması gerektiğinde uygulanmaktadır. [41]

Eğer gün ışığı fiber optik kablo ile taşınacaksa sıcaklık istenmez. Işık spektrumundan sıcaklığın ayrılması için soğuk aynalar (cold mirror) kullanılır. Soğuk aynalar seçici yüzeye sahiptir, görünür ışığı ve sıcaklığı ayırır . Ayrıca lensler ve filtreler de farklı dalga boylarındaki ışınları ayırmak içinde kullanılır. [42]



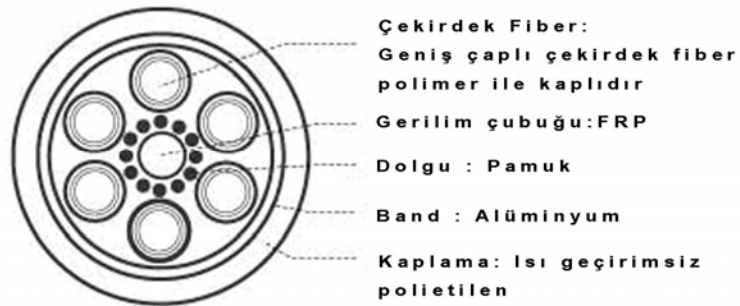
Şekil 5.33. Soğuk ayna ile görünür ışık ve sıcaklığın ayrıştırılması

Fiber optik kablo 2 farklı yansıtma katsayısı olan malzemeden oluşmaktadır. Yansıtma katsayılarındaki farklılık ışığın çok uzun mesafelere değer kaybetmeden taşınmasını sağlar.



Şekil 5.34. Fiber optik kablonun yapısı ve ışığı uzun mesafe taşıma prensibi

Gün ışığı ile aydınlatmada toplanan ve yönlendirilen gün ışığını fiber optik kablo demeti taşır.



Şekil 5.35. Fiber optik kablonun kesidi

İç mekana aktarılan ışık performansını göstermek amacıyla Himewari sisteminin ürün tanıtım bilgileri aşağıdaki gibidir.

Çizelge 5.3.Dış mekanda 98.000 lux güneş ışığı olduğunda fiber kablo ile taşımadaki performans özellikleri.

Himewari Fiber optik sonuçları (98,000 lux Güneş ışığı olduğunda) (Fiber çekirdek çapı 1.0 mm ve toplam 6 fiber çekirdeği)			
Uzunluk (m)	Ortalama Aydınlanma Lux	Aydınlatılan genişlik (m)	Aydınlatılan alan (m2)
0.5	7,967	0.554	0.241
1.0	1,990	1.109	0.966
1.5	884	1.663	2.172
2.0	497	2.217	3.860
2.5	318	2.772	6.035
3.0	221	3.326	8.688

Yoğunlaştırılmış güneş enerjisinin fiber optik kablolar yolu taşınarak aydınlatmada kullanımı amacıyla, gün ışığı aydınlatma sistemi, Türkiye de Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü'nde tasarlanmış, kurulmuş ve test edilmiştir. Şekil 5.37 de tamamen karanlık bir test odasındaki sonucu gözükmektedir.



Şekil 5.36. Fiber optik kablo ile gün ışığı örnek uygulama

Şekil 5.37. Ege üniversitesi test odası – fiber optik kablo ile örnek uygulama

Fiber optik ile iç mekana UV ve sıcaklık iletilmez, sadece görünür ışık kısmı iletilir.

6. BÖLÜM: GÜN IŞIĞI ÖLÇÜM VE TASARIM ARAÇLARI

Gün ışığı ile aydınlatmadaki standartların belirlenmesi, tasarım aşamalarında ve uygulama aşamalarında belirleyici yön sağlaması, elde edilecek olan enerji tasarruflarının önceden tahmin edilebilmesi açısından tasarım araçları önemlidir. Gün ışığının kullanımı sanat olduğu kadar bilimdir. Sadece tasarımda mimariyi etkilemez, aynı zamanda gün ışığı mekanlardaki enerji hesaplamaları açısından mühendislik hesaplamaları da gerektirir.

Gün ışığı ölçümleri yapay aydınlatma ölçümlerine göre daha karmaşıktır. Gün ışığı dış mekanda sabit değil değişkendir ve sadece günün saatlerine göre değil, konuma, mevsime göre de değişkenlik göstermektedir.

Tasarım araçları, gün ışığı kullanımının etkilerini bize verilere dayanarak somut bir şekilde açıklar. Tasarım araçları sayesinde;

- Gün ışığı kullanımının ortama verdiği aydınlık seviyesi hesapları;
 - Daha çok yayılan ışığın vurduğu alanda gün ışığı faktörlerinin tahmini;
 - Gün ışığı yoluyla sağlanan potansiyel enerji kazançları tahmini;
 - Gün ışığı dolayısıyla oluşan gölgenin hesaplanması
 - Yayılan güneş ışıklarının kontrolü ve güneş ısısının dinamik davranışının görselliği
 - Gün ışığı sistemlerinin ve ışık kontrol sistemlerinin maliyet avantaj ve hesaplamalarının yapılabilmesi
 - Gelişmiş gün ışığı aydınlatma sistemlerinin performanslarının ölçülebilmesi
- Hızlı ve test ortamlarında sağlanmış olur. Bu veriler ile gün ışığı tasarımı kararları daha kolay bir şekilde verilir.

Kullanım araçları gün ışığı stratejilerinin yapımıyla ilgili önemli kararlar alındığı sürece mimarsal projelerdeki belirgin aşamalara uymak zorundadır. Bu araçlar projenin mimari hedeflerini karşılayan uygun mimarsal çözümler önermelidir. Projenin ayrıntılı fizik tanımına dayanan gün ışığı senaryosunu analiz edebilen

kullanım araçlarının yeterlilikleri, gelişmiş gün ışığı sistemleri düşünüldüğünde çok büyük bir öneme sahiptir.[1]

6.1. BASİT ARAÇLAR

Basit mimari yapılar bir mimara çok fazla zaman ve ayrıntı gerektirmeyen temel mimarsal kararlar hakkında ipuçları verir. Bu araçlar normal olarak performansı kontrol etmeye ya da başlardaki bir dizayn aşamasında bulunan gün ışığı performansına belirli dizayn elementlerinin etkisini tahmin etmede kullanılır. Çok fazla bilgiye ya da ekipmana ihtiyaç yoktur ve üstelik uzman olmayan biri bile kullanabilir. Basit araçlar karışık gün ışığı stratejilerine model oluşturmazlar ve bu yüzden ki özel tonlu gün ışığı dizaynları için uygun değillerdir.[1]

Basit araçlar olarak; Formülleri, diyagramları, tabloları,ölçekli modellemeleri sayabiliriz.

Basit araçlar tasarım kriterlerinde gün ışığı faktörüne dayanırlar. Pencere, çatı açıklıkları yerleri gibi parametreler sınırlanmaktadır. Bilgisayar teknolojisinin gelişmesiyle, basit kullanım araçlarının çoğunluğu bilgisayar hesaplama temellidir.

Basit araçların diğer kategorisi bir site binasının ya da bir ön cephenin gün ışığı alımına engellerin etkisini tahmin etmek için tasarlanmıştır. Bu araçlar genellikle uyarlanmış bir güneş haritası ya da dirençlerin üzerinde gösterilmiş gün ışığı alımı haritası sağlar. Özellikle bu amaç için birkaç alet geliştirilmiş fakat hiç birinden etkili bir sonuç alınamamıştır. Eşit uzaklıktaki şekilli geniş açılı kamera gözleri dirençlerin çabuk analizi anlamına gelir kamera tartışılır bir noktadan gözleriyle gökyüzünün derinliklerini gösterirken fotoğraf gökyüzü yarım küresinin bütün dirençlerini gösteren bir giriş sunumudur. [1]

Yapı tasarımının ilk aşamalarında alınan kararlar yapının gün ışığı performansında büyük etkiye sahip olduğu için, basit tasarım araçları tasarımcıların bu aşamada doğru yolu bulmalarına yardımcı olma konusunda çok önemli bir rol taşır. Basit araçlar anahtar tasarım parametreleri hakkında fikirler verir, fakat ilerlemiş model sistemleri ya da detaylı bir strateji konusunda karar verdirmedi kullanılamazlar. [1]

6.2. BİLGİSAYAR TEMELLİ ARAÇLAR

Kişisel bilgisayarların gelişmesiyle birlikte (PC) karışık hesap işlemlerinin yürütülebildiği güçlü işlemciler ve aydınlatıcı simülasyon teknikleri neredeyse tüm uzmanlar için elde edilebilir hale geldi. Rakamsal programlara çevrilebilen ilk jenerasyon basit tasarım araçlarına ek olarak 1980'lerden bu yana bina içindeki yerlerin ışık dağılımı karışıklığını belirlemek için birkaç yeni yazılım parçaları geliştiriliyor.

Daha karışık yazılımın bu parçalarından birkaç araştırmacı tarafından ana bilgisayarlar için olanı geliştirilmişti; modellenmiş mimari alanın geometrisi ve fotometrisini belirleme özelliği bulunan bu bilgisayarlar basit araçlardan çok daha az sınırlılıklara sahiptir ve daha zengin çeşitli veri seçenekleri vardır (örneğin; ışıklandırma çizgileri ve haritalandırma). Görüntü temelli gün ışığı bilgisayar araçları, modellenmiş alanın sentetik şeklinin yapımını sağlayarak bu veri özelliklerini geliştirir. Bu araçlardan birçoğunun işlemcisi Microsoft Windows tur. Bunlardan bazıları sıklıkla kullanılan mimari CAD programlarına hala bağlıdır, CAD programlarının geometrik verilerinin girilen grafik anlamlarını yürütmek, duran gün ışığı araçlarının birçoğu içinde kullanılan x y z koordinatlarının geleneksel rakamsal girdisinden daha kolaydır.

Bazı araçlar analiz aşamasını ve gün ışığı tasarımını büyük ölçüde yaygınlaştıran ve kolaylaştıran daha ayrıntılı grafik menüsü içerir. Önceki ve sonraki işlemciler merkezi ışıklandırma kurallarının özelliklerini geliştirmişlerdir örneğin; yapı enerji simülasyonu ile gün ışığı analizini birbirine bağlamayı başarmışlardır.

Çizelge 6.1. Gün ışığı ile ilgili çalışmalarda kullanılan bilgisayar programlarının karşılaştırılması [1]

		IEA ECBCS / SHC ADELINE 3.0	Lawrence Berkeley Lab RADIANCE 2.4	Lawrence Berkeley Lab SUPERL ITE 2.0	Electric Power Research Institute BEEM 1.01	Electric Power Research Institute LIGHT CAD 1.0	Cooper Lighting LUXICON 1.1	Lighting Technologies Inc. LUMEN- MICRO 6.0
Genel	Bina içi	X	X	X	X	X	X	X
	Binadışı	X	X				X	
Donanım	İşletim Sistemi	WINDOWS	UNIX	DOS	DOS	DOS	WINDOWS	DOS
	Dahili Autocad ı işletmek					X		
	Gerekli Sistem Hafızası	32 MB	16 M	600K	512 K	4 M	8 MB	566 K
	Gerekli hard Disk Alanı	50-80 MB	30 M	1 MB	500 K	3.5 M	26 M	8 M
	Minimum / Gerekli İşlemci	Pentium	ANY 32 BIT RISC	8086/368 /387	8068/386	386-387/486	486/ pENTIUM	386/486
Analiz	Nokta-Nokta Yatay	X	X	X			X	X

Türleri	Aydınlanma							
	Nokta Nokta Dikey Aydınlanma	X	X	X			X	X
	İç Yansıtım hesaplamaları	X	X	X			X	X
	Direk Hesaplamalar	X	X	X			X	X
	Oda Yüzeyi Aydınlanması	X	X	X			X	X
	Analiz Düzleminin İsimlendirilebilirliği	X	X	X			X	
	Işık Ölçer İsimlendirilebilirliği	X	X					
	Ortalama İç Ortam Parlaklığı				X	X	X	X
	Ortalama Dış Ortam Parlaklığı							
	Gün ışığı	X	X	X	X	X	X	X
	Görsel Konfor Olasılığı	X	X				X	X
	Görsel Performans İlişkisi						X	X
	Ekonomik Analiz				X	X	X	X
	Birim Güç Yoğunluğu	X			X	X	X	X
	Gelişmiş İstatistiksel Analizler						X	
	Görüntü Sentezleri	X	X				X	X
	Adım Adım Görüntü Sentezleri							SLIDE
Özel Özellikler	Otomatik Yerleştirme					X	X	X
	Zamanlama Yaratma					X	X	
	CAD Arabirim	X	X		X	X	X	X
	Bina Gölgeendirme	X	X	X			X	X
	İç Engeller	X	X	X			X	X
	Odanın Şekli (Plan Üzerinde)	ANY	ANY	ANY		X	ORTH	ORTH
	Odanın Şekli (Seçilen Görüntü Üzerinde)	ANY	ANY	ANY		X	ORTH	ORTH
	Toplu İşlemler		X				X	X
	Max. Hesaplama Alanı	Sınırsız	Sınırsız	3	100		Sınırsız	5
	Max. Aydınlanma tipi (her çalışmada)	Sınırsız	Sınırsız	10		100	Sınırsız	8
Kullanıcı İletişimi	Tablo Girişi	X			X	X	X	X
	Grafik Giriş	X				X	X	X
	Metric Girdi ve Çıktı	X	X	X			X	X
	Girdi Cihazı	KM	KM	K	KM	KM	KM	KM
	İçerikli Yardım Ekranı	X	X		X		X	X
Çıktı Çeşitleri	Nokta Nokta	X	X	X			X	X
	ISO Kontur	X	X				X	X
	Ölçekli Çıktı	X	X			X	X	X
	Hazır Örnek	X	X					X
	3D Modelleme	X	X			X	X	X
	Plotter Çıktı					X	X	
	Renkli Çıktı	X	X			X	X	
	Ploter olarak Grafik çıkış	X	X			X	X	X
	Gölgeleme Çıktısı	X	X				X	X
Tüm Şekillerin Çıktısı					X	X		
Uluslar Arası	Dil Farklılıkları			X				
Foto metrik Veri tabanı	Fotometrik Bilgi Düzenleme					Dahil	Dahil	Dahil/dışında
	Fotometrik Grafik Gösterici						x	x
	Fotometrik Format	IESNA Eulumdat	IESNA			IESNA	IESNA, Diğer	AII&L TL-1

Bilgisayar temelli araçlar kullandıkları hesaplama metotlarına dayanılarak iki ana kategoriye ayrılabilir: Radiosity Metodu ve Işın İzleme Metodu

6.2.1. Radiosity Metodu

Radiosity metodu mimari bir alanı tanımlayan bütün yüzeyler arasında ışığın değişiminin keşfiyle bağlantılı olan ilk ışık hesaplama tekniklerinden biridir.

Bu metot önceki analitik teknikler üzerinde önemli bir avantaja sahiptir çünkü yüzey duvarlar arasında ışığın iç yansımalarına müsaade eder. Enerji hesaplamaları için orijinal olarak geliştirilmiş radiosity metodu yüzeylerin değişken enerji dağılım düzenlerinin enerji dengesine karar vermekte kullanılmıştır(Şekil 6-1). Bazı temel hipotezleri ve sınırlılıkları şunlardır;

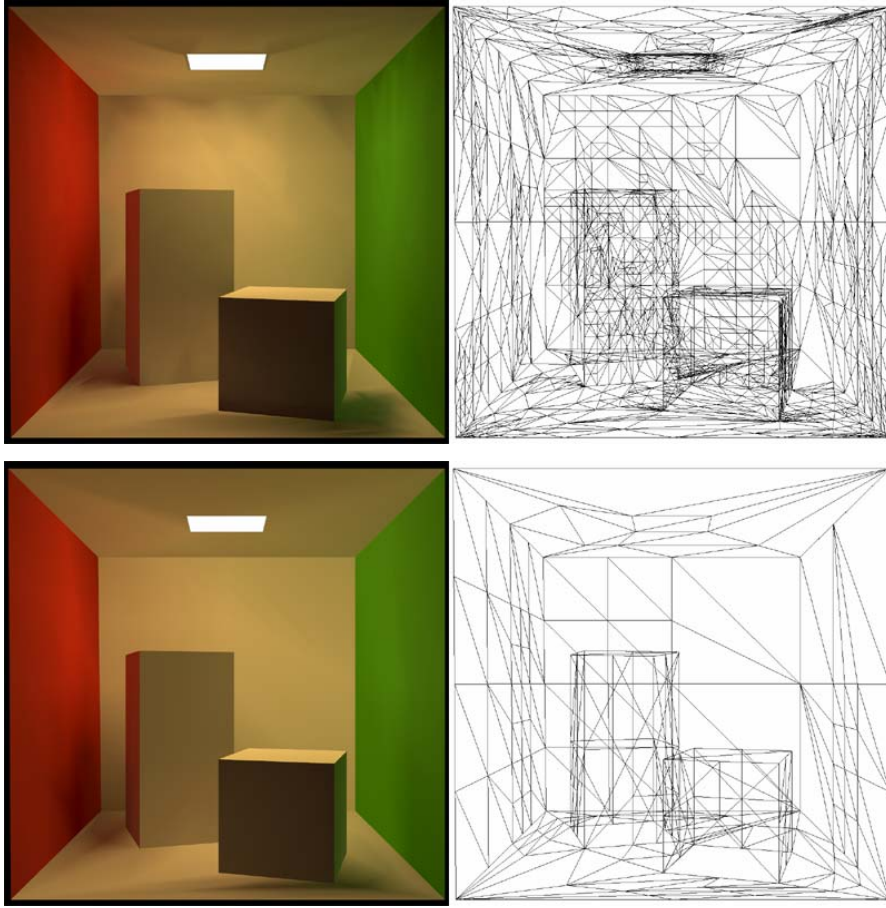
*duvar yüzeyleri küçük bitiş elemanı karakterinde bölünmüş homojen fotometrik özelliktedir.

*bütün elementler mükemmel birer yansıtıcı olmalıdır(Lambert yasası)

*benzer hipotezler pencere ve açıklık önünde bulunan dış dirençlerin hepsi için uygulanabilir olmalıdır.

Radiosity metodu farklı yüzey elementlerini merkezlerinde yer alan belirli noktaların parlaklıklarına ve matlıklarına karar vermede kullanılır. Bu karar, belirlenen bir bakış açısıyla yapılmış herhangi bir yüzey tabakasından önce serbest bir açıyla verilebilir. [1]

Radiosity, gönderilen ışının enerjisini aktarması yoluyla aydınlatmasını hesaplar. Bir ışın gelir, bir yere çarpar, orayı aydınlatır ve enerjisini aktarır. Enerjisini aktardığında malzemenin rengine ve özelliklerine göre sifıra düşmemişse yansıtır ve sonra çarptığı yerde yeniden hesaplar. Bu şekilde enerjisi bitene kadar tekrarlar. Bunu sahnedeki poligonlar üzerinde yapar. Örnek olarak; radiosity hesaplayıcısı bir poligon tespit eder ve bu poligona, kullanıcının tanımladığı değerlere göre ışın gönderir, yine kullanıcının belirlediği değerler kadar bu ışını sahne içinde takip ederek sahneyi aydınlatmasını sağlar. Radiosity nin hesap süresi sahnedeki poligonlarla doğru orantılıdır. Sahnenin boyutlarına göre poligon sayısı çok düşük ise foto gerçekçi hesaplama zayıflar. Bu yüzden radiosity hesaplarında sahne poligonları yeniden bölümlenme seçenekleri olur. Gelişmiş radiosity hesaplayıcıları gereken yerlerde daha fazla poligon, gerekmeyen yerlerde daha az poligon bölümlenmesi yaparak optimum poligon seviyesi ile en uygun sonuca ulaşmayı hedefler.



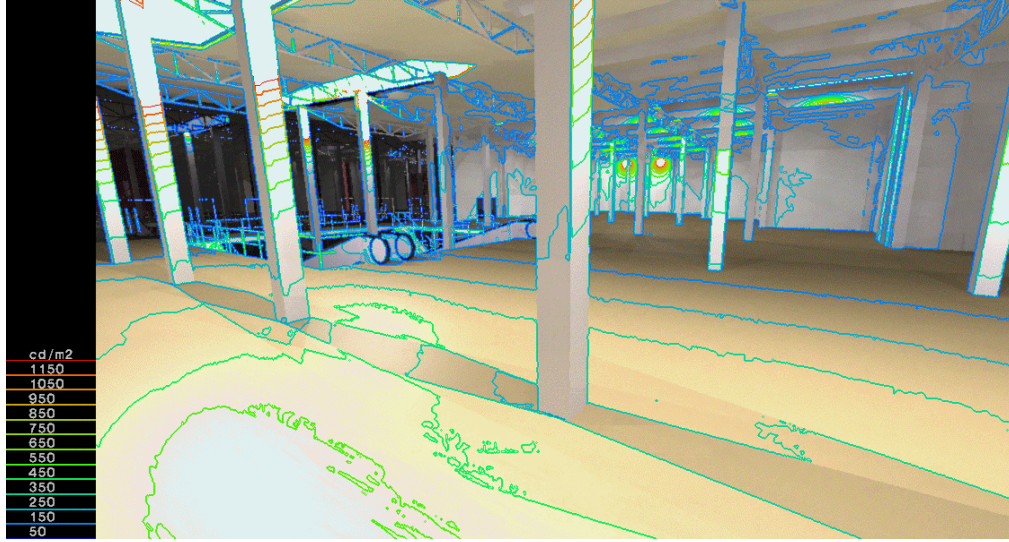
Şekil 6.1.Cornell Kutusu-(Cornell üniversitesi bilgisayarla modelleme)

Yetersizliklerine rağmen diğer çok bilinen görüntüye çevrilebilen bir metodu olan ışın izleme yolu tekniğiyle kıyaslandığında bazı avantajları vardır. Bunlar, teslim ettiği şekillerdeki önemli ışık kaynaklarının önceki yerleri ve radiosity metodunun serbest açılı hesabını kapsar.

6.2.2. Işın İzleme Metodu

Işın izleme metodu (ray tracing), ışık kaynağından çıkan ışınların fiziksel davranışlarını modellemek üzere kurulmuştur. Gerçek dünyadaki cisimleri görebilmemiz için ışık kaynağından çıkan ışınların, cisimlere çarparak yansması ya da cisimlerin içinden geçerek kırılması ve sonuçta da gözümüze ulaşması gerekir. Bilgisayar ortamında ise, gerçekçi 3B görüntüler üretebilmek için boyama ve görünmeyen yüzeylerin kaldırılması işlemleri gerçekleştirilmelidir. Boyama, 3B nesnelerin herhangi bir noktasındaki renk değerinin belirlenmesine denir. Bu renk belirleme işlemi ışıklandırma, gölgelendirme, geçirgenlik, yansıma ve kırılmaya bağlı olarak belirlenir.

Şekil amaçları için orijinal olarak geliştirilmiş bazı ışın kopyalama programları (örneğin; RADIANCE, GENELUX, PASSPORT) yapı alanları içindeki gün ışığı hesaplamaları için uyarlanmış ve en iyi hale getirilmiştir .[41,1]



Şekil 6.2.Radiance –ışın izleme metodu ile bilgisayar çizimi

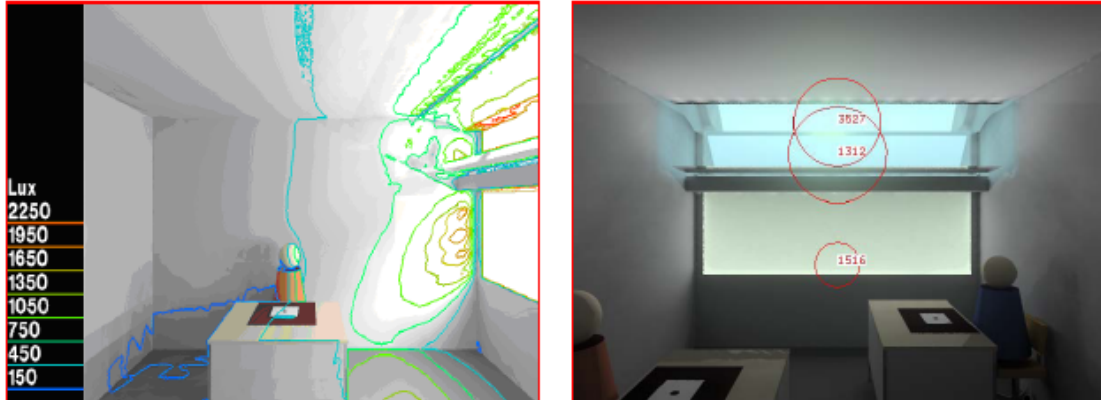
Gün ışığı ışınları ana kaynağına ulaşana kadar takip edilir, genellikle bu kaynaklar güneşin konumu (açık ve orta havada) ya da hava deposudur (bulutlu havalarda). Şekil 6.3 bakış açıları ve güneşin temsil ettiği ana ışık kaynağını olduğu kadar gözlemcinin bakış açısını da göstererek ışın kopyalamanın temellerini şekillendirir. [1]

Her çeşit ışık hesaplamaları için ışın kopyalama tekniğinin temel özellikleri şöyledir;

*her görsel olayı hesaplayan metot, fizik denklemleri tarafından analitik olarak açıklanabilir.

*metot pencere camları ve parlak yüzeyler gibi özel araçları hesaba katabilir;

*metot yüzey noktalarını ve homojen olmayan dokuları etkili bir şekilde bilgisayarda şekillendirebilir. [1]



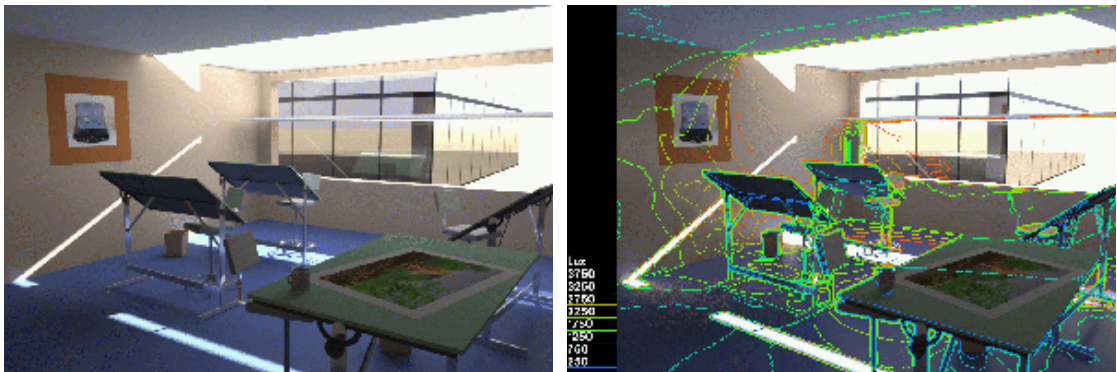
Şekil 6.3. Işın izleme metodu ile modellemesi yapılmıştır.

Işın izleme metodu, bilgisayar ortamında üç boyutlu, fotoğraf kalitesine çok yakın görüntü üretimi için kullanılan, oldukça basit ve gerçekçi bir yöntemdir. Üç boyutlu görüntü oluşturmak için kullanılabilen birçok alternatif yöntemin bulunmasına rağmen, ışın izleme metodunun tercih edilmesinin nedeni, metodun gerçek dünyada ışığın çevreyle olan etkileşimini modellemeye çalışmasıdır.

6.2.3. Karma Yazılım Ortamı

Pratikte hesap özelliği gerektirmeyen programları kullanmak daha kolaydır. Işık hesaplamalarında ortaya çıkan ikinci zorluk ise enerji ile binanın termal kapasitesi arasındaki ilişkiyle ilgili herhangi bir ifadeye izin verilmemesidir.

Problemlerin ikisinin de sebebi yetersiz kullanıcı ve tasarım araçlarını diğer yapı dizayn uzmanlarıyla bileşim eksikliğidir. Bu program problemleri çözmek için umut verici yaklaşımlar sunan IEA Görev 21 dizgilerde daha fazla gelişmiş olan ADELIN (yeni bir çevrede gelişmiş gün ışığı ile elektrik bileşimi)(ERHORN ve DİRKSMÖLLER 2000) i kapsar. [1]



Şekil 6.4. Adeline ile modellemesi yapılmıştır

Adeline ile gün ışığı ve elektrik ışığı kullanımına bağlı tüm konular da uzmanına ve yapı mimarlarına yardım etmeyi amaçlayan bağıl bir ışık analiz cihazı geliştirilmiştir. Işık hesaplamaları superlite ve radiance yöntemi kullanılarak yapılır.

6.2.4. Basit Bilgisayar-Tabanlı Hesaplama Araçları

Günümüzde aydınlatma ile ilgili hesaplamalarda bilgisayar-tabanlı hesaplama araçlarından yaygınca yararlanılmaktadır. Bunlar çok çeşitli olup, birbirinden farklı özellikleri vardır.

Bunlardan basit bilgisayar-tabanlı hesaplama araçları, daha az detaylı bilgiyi kullanmakta ve sonuçların doğruluğu da daha düşük olmaktadır. Çoğu basit araç ayakkabı kutusu şeklinde geometrik bir ortamda denenmekte, ve bunların çoğunda gün ışığı aygıtları sadece duvara monte edilmiş durumdadır. Bununla birlikte bu tür programlara girdi sağlamak kolaylaşmaktadır.

Basit bilgisayar-tabanlı tasarım araçları sadece çatı penceresinden yayılan ışığı hesaplamada kullanılabilir. Hesap algoritmaları genellikle direkt gökyüzü ışığı hesaba katılarak oluşturulmakta, bu sırada çeşitli ışık açısı formülleri türetilmektedir. Bazı araçlar bilgisayar ortamında çalışmakta, bunlar elle basitçe ayarlanabilmektedir. Bunlara örnek; Waldram diagramları, diğer bazı diyagramlar yada tablolarıdır.

Bu programlar direkt ve dışarıdan yansıtımlı ışık bileşenlerini yüksek doğrulukta hesaplayabilmektedirler. Ancak bunlarla ilgili analizler şimdiye kadar hep basit geometrik mekanlarda denenmişlerdir. Bu yüzden farklı ortamlarda nasıl sonuçlar alınabileceğinin sonuçlarını içermemektedirler. Sistem içeriye yansıtılan ışığın hesaplanmasında büyük handikaplar taşımaktadır. Bununla birlikte mekanın kritik karanlık noktalarında bu bileşen gün ışığı faktörünün belirlenmesinde en iyi yardımcılarından biri olmaktadır. Böyle alanlarda basit hesaplama araçlarının problemi doğrudur.

Bilgisayar tasarım araçları gün ışığı tasarımında önemli roller üstleniyor olsalar da, bunların çoğu daha çok gün ışığı performansı analizleri için uygundur.[1]

Bilgisayar tabanlı hesaplama araçlarının içinde barındırdığı problemleri azaltmak için başvurulan yol bu araçları bilgi teorisine dayanarak geliştirmek olmuştur. Bu yolla geliştirilen bu araçlar, kullanıcıya daha iyi olanaklar sunmaya başlamışlardır.

Araştırmalar sırasında bulanık mantık hesaplamalara katılmış, böylece mekanın şeklinin aydınlatmaya etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Sonuçlar dilsel değerlere (bulanık altkümelere) dönüştürülmüştür.

Böylesi bir program LESODIAL'dır. Program bulanık bir mantığa dayanır. Bu gün ışığı karar aracı aşağıdaki özelliklere sahiptir:

- Program kesin olmayan (muğlak) parametreleri kullanmakta, bulanık terimlerle ifade edilmekte, mimari ön-tasarım aşamalarında kullanılmaktadır,
- grafik ve dilsel gösterimlerle, problemin tanımlanmasını kolaylaştırmaktadır,
- bulanık çıkarsama kurallarını kullanarak tasarımın gün ışığı tanı ve teşhislerini (yorumlarını) ortaya koymaktadır,
- bir bina veritabanından bulanık steleme ilişkilerinin ortalaması alınmak suretiyle mimariyle ilgili objelerin karşılaştırılması ve en iyiye doğru sıralamanın yapılmasını mümkün kılmaktadır. [1]

Ayrıca, program gün ışığı faktörlerini hesaplamakta ve yeterli ortam oluştuğunda senelik gün ışığı yüzdesi hesaplanabilmektedir. Programda teşhis ve tanımlar grafik formda ve sözel açıklamalar şeklinde gösterilmektedir. Programın kullanımında ışık terminolojisini ihtiva eden bir sözlük, tasarımcılara oldukça faydalı olmaktadır.

6.3. FİZİKİ MODELLER

6.3.1. lekli Modellemeler

Bugün tüm dünyada gün ışığı aydınlatma tasarımında kullanılan çeşitli ölçek modelleri bulunmaktadır. Bu lek modelleri mimarlara çeşitli avantajlar sağlamaktadır. Mimarlar bunları tasarımlarının çeşitli aşamalarında bir araç olarak kullanmaktadırlar. Bunlar ince teknolojilerdir. Bu lekler tasarım aşamasında başarıyla uygulandıklarında odalara maksimum homojen dağılımlı gün ışığı sağlanmış olmaktadır.



Şekil 6.5. Ölçekli modelleme ile gün ışığı ölçümleri

Modellerde ışık dalga boyları çok küçük değerlerde (380-780 nanometre) uygulanmakta, böylece doğru(tam) sonuçlara yaklaşılmaya çalışılmaktadır. Örneğin 1:50 ölçek modelinde 4 cm² lik alan, tam-ölçekli oda ortamının 1 m² sine tekabül etmekte, ışık davranışı aynı özellikleri göstermektedir. Model uygulanmasında dikkat edilmesi gereken hususu ölçeğin iyi belirlenmesi oluşturmaktadır. [1]

Fiziki modeller uygulanırken bazı hususlara dikkat etmek gerekmektedir. Örneğin modellerde duvarlar kesinlikle opak olmalı ve bağlantı noktalarının tümü ışık ayarlamalı olmalıdır. Model kısımları döndürülebilir yada yer değiştirilebilir olmalıdır. Bu konfigürasyonlar arasında karşılaştırma yapma ve en iyi çözümü bulmaya yarar. Duvarlar, tavan ve döşeme gibi iç bina bileşenleri ve dış yüzeylerin optik özellikleri, bina planına uygun olmalıdır. Camın ışık geçirme oranı açısı iç mekanlarda gün ışığının dağılımında önemli bir faktör olarak görüldüğünde açıklıklarda ince cam yada saydam plastik levha materyalleri gibi model perdahlama malzemeleri kullanılmalıdır. Ayrıca geometri ve boyutlar izin verilen ölçüleri aşmamalıdır. [2]

Diğer bazı dikkat edilecek hususları ise; modellerin gerektiğinde desteklenebilecek yada yer değiştirilebilecek boyut ve ağırlıklara sahip olması; modellerin ışık kaynaklarına uygun mesafede olması; model kısımlarının farklı yönlere çevrilebilecek şekilde monte edilmesi; modellerin iç mekana uygulanmalarında aydınlatma sensörleri yada görüntüleme araçlarının yerleştirilmesine uygun olmaları gibi hususlar oluşturmaktadır. [1]

Görüldüğü üzere fiziki modellerin mekana uygulanması, incelik isteyen bir iş olup, sistem uygulamalarının yetkili kişiler elinde yapılması gerekmektedir.

6.3.2. Gökyüzü Simülatörleri

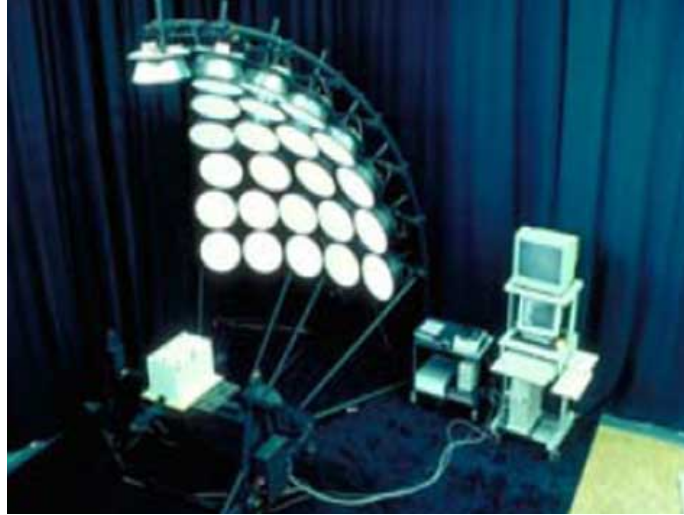
Gökyüzü simülatörleri gün ışığı tasarım çalışmalarında onlarca yıldır uygulanmaktadır. Yakın zamanlarda uygulanan bir gökyüzü simülatör tipini “gökyüzü kubbesi” oluşturmuş olup, 1930lara tarihlenmektedir.[2]

Gökyüzü simülatörlerinin temel avantajları emniyetli ve yeniden-üretilebilir koşullar sunabilmeleridir. Bunlar ortama sanki gökyüzü ortamındaymışsınız gibi bir etki katarlar. Günümüze kadar değişik gökyüzü simülatörleri denenmiş ve uygulanmıştır. Bunlardan bazıları “ayna gökyüzü”, “gökyüzü kubbesi”, “projektör ışıklı gökyüzü simülatörü” ve “tarama esaslı gökyüzü simülatörü”dür. Simülatörlerin tasarımında gökyüzü parlaklık dağılımlarına yakın dağılımlar kullanılmaktadır.



Şekil 6.6. Gökyüzü simülatörü (tam daire)

“Ayna gökyüzü” simülasyon uygulamasında, tavan aydınlatmasına aynalar eşlik eder (fluoresan tüpler ve opal dağıtıcı). Birbiri ardına dizili ışık kaynakları aynalar arasına konumlandırılır. Böylece tavandan parlayan ışığın miktarı artar. Ortalama maliyete sahiptir ve uygulama hatalarını en aza indirir.



Şekil 6.7 Gökyüzü simülatörü (belli yönden gelen ışınların performansı için)

“Gökyüzü kubbesi” simülasyon uygulamasında, Simulator çapı 3 ila 9 m arasındadır. Beyaz opak yarıkürelerden oluşturulur ve dairesel ışık kaynakları ile donatılır. Bunların değişik tipleri üretilmiştir. Bu uygulamada ölçek modellerine erişim oldukça kolaydır.

“Projektör ışıklı gökyüzü simülatörleri”nde, gökyüzü etkisi yığınlarca akkor lambası ile sağlanmaktadır. Lambalar dörtte bir-daire ölçeğinde yaylara sıra ile dizilmektedir. Bu simülasyon uygulamasında gökyüzünün tüm tayfları yeniden-üretilebilmektedir. Dörtte bir-daire uygulamasının maliyeti makuldür.

“Tarama esaslı gökyüzü simülatörü” uygulaması, gökyüzü simülatör konfigürasyonu olarak uygulananların içinde yeni bir tanedir. Tarama esaslı gökyüzü simülatörü uygulamasında gökyüzünün en doğal hali 25 lamba ile sağlanmaktadır. Sistem altı-aşamalı bir tarama işleminden oluşmaktadır. Nicel (aydınlık) ve nitel (görüntü sayısallaştırılmış imaj) veriler işlemin sonunda prosese katılmaktadır. Bu uygulama ile gökyüzü parlaklığına yakın bir aydınlatma sağlanmaktadır. Sistem tüm standartlarda açıklanabilmekte ve istatistik gökyüzü modellerine uygulanabilmektedir. Sistemin önemli bir özelliğini düşük kuruluş, bakım ve işlem maliyetlerine sahip olması oluşturmaktadır.[1] [2]

Tarama esaslı gökyüzü simülatörünün sistem kuruluşu şu bileşenlerden oluşmaktadır:

- ışıklı bir çatı kemeri,
- dönebilir bir model desteği,

- bir kontrol, gözleme ve canlandırma birimi.[2]

Sistemde uygulanan cihazların bakım ve kalibrasyon problemlerini azaltmak ve enerji tasarrufu sağlamak amacıyla değişik yaşlarda ve özelliklerde lambalar kullanılmaktadır. Böylece gökyüzünün altıncı katı inşa edilmektedir. Bu, konfigürasyonun simetri özelliğinin dikey eksen boyunca avantajlarından yararlanılmak suretiyle tesis edilmektedir. [2]

Tarama esaslı gökyüzü simülatörünün esası, gökyüzünün tüm parlaklık değerlerinde parlaklık dağılımlarını doğala yakın yeniden oluşturmaya dayanmaktadır. Buna uygun olarak çeşitli standartlar üretilmiştir. Bu dağılımlar gün ışığı çalışmalarında sıkça kullanılmakta, teorik olsalar da, sonuçlar arasında bir karşılaştırma yapmada faydalı olmaktadır.

6.3.3. Tam-Donanımlı Test Odaları

Günümüzde bir çok nicel gün ışığı tasarım parametresi, ölçek modelleri ve simülatörler kullanılmak suretiyle değerlendirilebilmekte ve yararlı hale getirilebilmektedir. Bununla birlikte gün ışığı projeleri, sadece nicel amaçlara (ışık sağlama, enerji tasarrufu, vb.) hizmet etmezler, bunlardan başka nitel amaçlar (mekanın algılanması, görsel konfor, vs.) da güderler. İşte bu yüzden ışıkla ilgili çalışmalar, tam donanımlı oda(mekan)larda test edilirler. Yani deneysel olarak ispatlanmaya çalışılırlar. Bu sırada algı ve görsel adaptasyon; görsel konfor ve performans; ışık üretimi, yalıtımı ve yansımaları ölçülür.

Görsel performans söz konusu olduğunda; parlaklık (çalışma yüzeyinde); kontrast obje / arka-plan; ve obje ölçüleri göz önüne alınmaktadır.

Görsel konfor söz konusu olduğunda ise; parlaklık kontrastı (iş / arka-plan); parlaklık tekdüzeliği; ve renk ısısı göz önüne alınmaktadır.

Esasen tam-teşekküllü bir oda(mekan) ortamında denenen, ispatlanmaya çalışılan bu ışık ölçümleri, ölçek modelleri yoluyla gösterimlenemeyen sonuçlara ulaşmayı sağlamaktadır.



Şekil 6.8. Örnek bir test odası (sağ) iç hacimden görünüş, (sol) dış kısımdan görünüş

Işık koşulları, gökyüzünün farklı parlaklık yayım düzeyleri olduğu için iki model altında düzenlenirler. Bunlardan birincisinde oda (mekan) referans olarak kullanılmakta, donatılmakta, geleneksel bir cephe uygulaması (çift camına yer verilmektedir. İkincisinde bir test odası (mekanı) kullanılmakta, burada gün ışığı aydınlatma sistemlerinin değişik özellikleri ortaya çıkarılmaya çalışılmaktadır.[1]

Tasarımcının önemi ve rolü bu noktada ortaya çıkmaktadır. Bir tasarımcı, bir gün ışığı aydınlatma sistemini ve oda konfigürasyonunu maksimum fayda getirecek şekilde konumlandırabilir, kullanabilir. O zaman mekanlar içinde yaşayanlar için daha hoş ve konforlu hale gelmiş olacaktır.

7. BÖLÜM: SONUÇ

Gelişmiş gün ışığı ile aydınlatma sistemleri gün ışığını iç mekana getirmekte, gelen ışığı odanın derinliklerine aktararak görsel konfor sağlamakta ve ısısal engellemelerle termal konforu oluşturmakta, sağladığı doğal aydınlatma ve doğru iklimlendirme ile de enerjiden tasarruf sağlamaktadır. Ancak gelişmiş gün ışığı ile aydınlatma sistemleri kurulum ve bakım açısından maliyetli sistemlerdir. Bu sistemlerin daha genele yayılabilmesi için tasarımcıların projelerinde bilinçli kullanmaları ve yaygın satışlarla birim maliyetlerinin düşmesi gerekmektedir.

Sistemler kolay sökülüp takılabilir değildir. Değişikliklerin sonradan yapılması çok daha masraflı olmaktadır. Bu sebeple yapı tasarlanırken bu planlamalar baştan yapılmalıdır.

Sistemler ışık kaynağını güneşten almaktadır. Bu sebeple Türkiye konumu itibarıyla şanslı bir coğrafi yerleşime sahiptir. Tüm dünyada yapılan çalışmalara ülkemizdeki üniversite ve araştırma kurumları da katılarak konu ile ilgili modellemeler geliştirilmelidir.

KAYNAKLAR


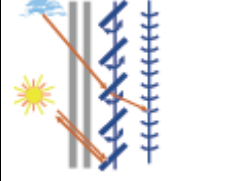
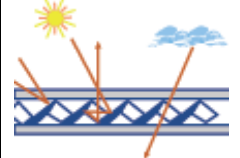


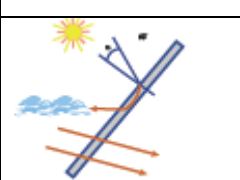
- [1] **Internationall Energy Agency Energy Conservation in Buildings and Community Systems Programme**, July 2000, Daylight in Buildings, A Source Book on Daylighting Systems and Components, A Report of IEA SHC Task 21/ ECBCS Annex 29.
- [2] **Baker, N. and Steemers, N.**, 2002, Daylight Design of Buildings, London.
- [3] **Enarun, D.**, 1987, Bina Tasarımı Aşamasında Hacim içindeki doğal ışık dağılımını belirlemek için bir model, *Doktora Tezi*, İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- [4] **Ertürk, N.**, 1997 Simulation und experimentelle Untersuchungen von Stationären und naghgeführten Photovoltaiksystemen, *PhD Thesis*, Berlin Technical University, ISBN:3-89574-268-7
- [5] **Beckmann, W.A.** vd. 1997. Solar Heating Design. s.13-30
- [6] www.bilgipasaji.com/forum/tarih-cograyfa-418/... 12.04.08
- [7] **Köster, H.** Dynamic Daylighting Architecture Basics, Systems, Projects, Birkhäuser – Publishers for Architecture, Basel – Boston – Berlin.
- [8] **DIN 5034, 1993.** Teil 2, Tageslicht in Inneraumen-Grundlagen, Berlin.
- [9] **BATMAN, A** Elektrik üretimi için Güneş Pillerinin kullanımında Verimi arttırıcı yeni bir yöntem, *Doktora tezi*, İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Mayıs 2001
- [10] **Mazria, E.** 1980 Passive Solar Energy Book - Rodale Press
- [11] www.gaisma.com web adresi 10 Nisans 2008
- [12] **Iqbal, M.** ,1983, An Introduction to Solar Radiation, Academic Pres
- [13] **Güngör, A. Ve Yıldız, A. ve Kartal, Y.** Ülkemiz Enlemleri Açık Günışınımının Hesaplanması İçin Bir Algoritma, Örnek Uygulama: Mersin
- [15] **Encyclopaedia Britannica**, 2002

- [16] **L. Edwards and P. Torcellini**, July 2002, A Literature Review of the Effects of Natural Light on Building Occupants, National Renewable Energy Laboratory, Colorado USA,.
- [17] www.eie.gov.tr Elektrik ,sleri Etüt ,daresi Genel Müdürlüğü Resmi internet sayfası 04.04.2008
- [18] **Yener,A.K.**,Binalarda gün ışığından yararlanma yöntemleri: çağdaş teknikler. *VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*,Sempozyum Bildirisi
- [19] **Tercan, A. ve Dengiz, N.**, 1998, "Mimari Tasarım Sürecinde Tasarım-Teknoloji ilişkisi ve Enerji Sorunu" *M.S.Ü. Mim. Fak. Mimari Tasarım Sorunları Ders Notları 1997-1998*, Mim.Fak. Yayın No:21, 1. Baskı, İstanbul: 120-123
- [20] **Bozdoğan B.** 2003 Mimari tasarım ve Ekoloji . *YTÜ Fen Bilimleri Ens. Yüksek Lisans tezi.* İstanbul
- [21] <http://www.emrahbesci.gen.tr/Erke/TurkiyeGuneslenmeB.gif> 02.04.2008
- [22] **Küçükdoğu M.Ş.**, Mühendislik ve Mimarlıkta Enerji etkin tasarım ilkeleri . İstanbul Kültür Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü
- [23] **High Performance Commercial Building Facades**, California Energy Commission ,Public Interest Energy Research Program
- [24] **CIE Standard-** 1996 CIE S003 Spatial distribution of daylight - CIE standard overcast sky and clear sky" in
- [25] **IESNA**, 2000, Lighting Handbook, Reference and Application, Ninth Edition
- [26] www.learn.londonmet.ac.uk/.../sky_types.html 02.04.2008
- [27] **CIBSE**, 1997, British Lighting Guide
- [28] **IESNA**, 1978.Recommended Practice of Daylighting, RP-5,
- [29] **Onaygil,S. Güler,Ö. Erkin,E. Goralı,E** Ticari Binaların Elektrik Enerjisi Tüketiminde Aydınlatmanın payı . *Bildiri AYSEM*, 2005
- [30] **Wilson,R. And Jones,W.J.**, 1975. Enery ecology and environment, Academic Pres, new York, ISBN:0-127-57550-2
- [31] **Kandilli C. ve, Türkoğlu A,K. Ülgen,K.** Gümüşığı Aydınlatma Sistemlerinin tanıtımı ve Performansının Değerlendirilmesi. Ege Üniversitesi Günes Enerjisi Enstitüsü.TUBİTAK-UME Optik Grubu Laboratuvarları-*makale*
- [32] www.istanbulsaglik.gov.tr/w/tez/pdf/goz/dr_nurortak_colak.pdf 04.04.2008

- [33] **Leslie, R.P., 2003**, Capturing the daylight dividend in buildings: why and how?, *Building and Environment*, 38:381– 385
- [34] **Ünalı,G. ve Çategen,D. ve Enarun,D** Gelişmiş Aydınlatma Sistemleri. İTÜ Elektrik-Elektronik Fakültesi,Ayazağa Kampüsü, Maslak, 34469, İstanbul- *Bildir*
- [35] **Scartezzini, J.L., Courret, G.**, 2002. Anidolic Daylighting Systems. *Solar Energy*, Vol.73, sayı. 2, 123-135.
- [36] **Molteni, S.C., Courret, G., Paule, B., Michel, L., Scartezzini, J.L.**, 2000. Design of anidolic zenithal lightguides for daylighting of enderground spaces. *Solar Energy*, Vol.69, sayı.1-6, 117-129
- [37] **Phillips,D.** *Lighting Historic Buildings*, Architectural Press, Butterworth-Heinemann
- [38] **Duffie&Beckman, Wiley**, 1991 *Solar Engineering of thermal processes*
- [39] **BROMLEY, Ken; KHARAZ, Ahmad; HALE, Ken; JONES, Barry** 1997. Using optical fibre sensors in building services. *In: Building Services Journal*. November, 51-52.
- [40] **Ghisi, E.** 2002 *The use of Fibre Optics on Energy Efficient Lighting in Buildings. Doctor of Philosophy School of Civil Engineering University of Leeds March*


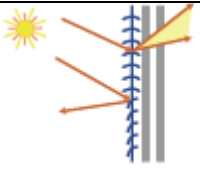
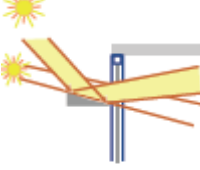
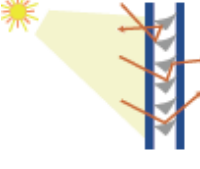

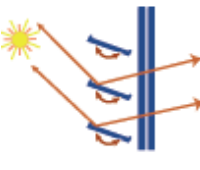

EK.1: Gelişmiş Gün ışığı sistemlerinin karşılaştırılması

Çizelge EK 1.1. Yayınık gün ışığını gölgeleme amaçlı kullanan sistemler[1]

Gölgendirme Sistemleri											
Kategori	Adı	Şema	İklim	Lokasyon	Seçilen sistemin özellikleri						
					Kamaşmadan Korunma	Dış Ortamla İlişki	Odanın içine ışığı taşıma	Homojen Aydınlatma	Mevcut durumu koruması(Yapay A.)	Güneş İzleyici ihtiyacı	Bulunabilirlik
1 A Öncelikli yayınık gün ışığını kullanan sistemler	Prismatik Panels		Tüm İklimlerde	Düşey Pencerelede, tepe ışıklıklarında	D	H	D	D	D	D	B
	Yansıtıcılar ve Güneşlikler		Ilıman İklimlerde	Düşey Pencerelede	E	D	E	E	E	E	B
	Güneş Koruyuculu Yansıtıcı Elemanlar		Ilıman İklimlerde	Tepe ışıklıklarında, Cam çatılarda	D	H	H	E	H	H	B
	Anadolic Sistemler (Çatıya Yerleştirilen)		Ilıman İklimlerde	Tepe Işıklıklarında	E	H	H	E	E	H	T
	Holografik Optik Elemanlar (HOE) Yönlendirmeli gölgeleme		Tüm İklimlerde	Düşey Pencerelede, Tepe ışıklıklarında, Cam çatılarda	D	E	H	D	E	E	T
	Saydam Gölgeleme Sistemli HOE Eleman		Ilıman İklimlerde	Düşey Pencerelede, Tepe ışıklıklarında, Cam çatılarda	D	E	H	E	E	E	B

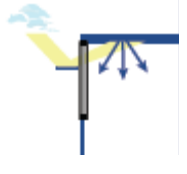


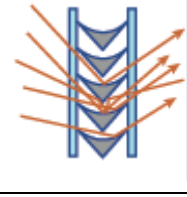

E=Evet, D=Değişken, H=Hayır, B=Bulunmaktadır, T=Test Aşamasında

Çizelge EK 1.2.Direk gün ışığını gölgeleme amaçlı kullanan sistemler [1]

Gölgeleme Sistemleri											
Kategori	Adı	Şema	İklim	Lokasyon	Seçilen sistemin özellikleri						
					Kamaşmadan Korunma	Dış Ortamla İlişki	Odanın içine ışığı taşıma	Homojen Aydınlatma	Mevcut durumu koruması(Yapay A.)	Güneş İzleyici ihtiyacı	Bulunabilirlik
1 B Öncelikli Direk gün ışığını kullanan sistemler	Işık Yönlendirici Gölgelek		Sıcak İklimlerde ve Güneşli Gökyüzünde	Göz hizasının Üstündeki Düşey Pencerelede,	E	E	D	D	D	H	T
	Kanatıcılar ve Güneşlikler		Tüm İklimlerde	Düşey Pencerelede	E	D	E	E	E	E	B
	Işığı Yönlendiren Işık Rafları		Tüm İklimlerde	Düşey Pencerelede	D	E	E	E	E	H	B
	Yansıtıcı Profillerle Gölgeleme		Ilıman İklimlerde	Düşey Pencerelede, Tepe Işıklıklarında	D	D	D	D	D	H	B
	Lazer Kesim Panellerle Tepe Işıklığı		Sıcak İklimlerde ve Güneşli Gökyüzünde, Düşük enlemde	Tepe ışıklıklarında,	D		E	E	E	H	T
	Döndürebilir Düzlem		Ilıman İklimlerde	Düşey Pencerelede, Tepe ışıklıklarında,	E/ D	D	D	D	D	E	B
	Anadolic Güneş Gölgeleyici		Tüm İklimlerde	Düşey Pencerelede	E	D	E	E	D	H	T

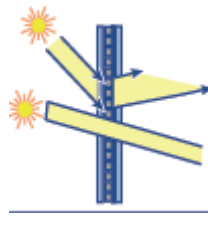

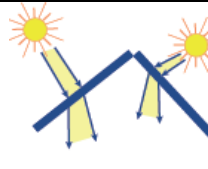
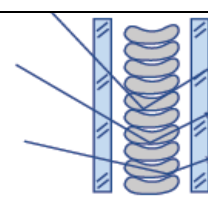
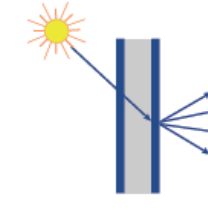
E=Evet, D=Değişken, H=Hayır, B=Bulunmaktadır, T=Test Aşamasında

Çizelge EK 1.3. Dağınık gün ışığını gölgeleme amacı olmadan yönlendiren sistemler[1]

2. Gölgeleme Olmadan Gün ışığı ile Aydınlatma Sistemleri											
Kategori	Adı	Şema	İklim	Lokasyon	Seçilen sistemin özellikleri						
					Kamaşmadan Korunma	Dış Ortamla İlişki	Odamın içine ışığı taşıma	Homojen Aydınlatma	Mevcut durumu koruması(Yapay A.)	Güneş İzleyici ihtiyacı	Bulunabilirlik
2 A Dağınık gün ışığını Yönlendiren sistemler	Işık Rafları		Ilıman İklimlerde , Bulutlu Gökyüzünde	Düşey Pencereelerde	D	E	D	D	D	H	B
	Anadolic Entegre Sistemler		Ilıman İklimlerde	Düşey Pencereelerde	H	E	E	E	E	H	B
	Anadolic Tavanlar		Ilıman İklimlerde , Bulutlu Gökyüzünde	Dış Yüzeyde Pencerenin üzerinde		E	E	E	E	H	T
	Balık Sistem		Ilıman İklimlerde	Düşey Pencereelerde	E	D	E	E	E	H	B
	HOE ile Yatay Işığı (zenit) Taşıyan Sistemler		Ilıman İklimlerde , Bulutlu Gökyüzünde	Düşey Pencereelerde, Tepe ışıklıklarında, (Özellikle iç avlu aydınlatmasında)		E	E	E	E	H	B

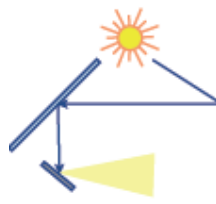
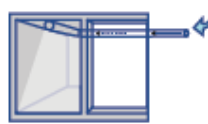


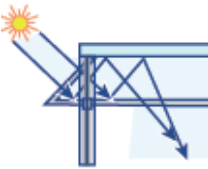
E=Evet, D=Değişken, H=Hayır, B=Bulunmaktadır, T=Test Aşamasında

Çizelge EK 1.4. Direk gün ışığını gölgeleme amacı olmadan yönlendiren sistemler ve dağıtıcı sistemler [1]

2. Gölgeleme Olmadan Gün ışığı ile Aydınlatma Sistemleri											
Kategori	Adı	Şema	İklim	Lokasyon	Seçilen sistemin özellikleri						
					Kamaşmadan Korunma	Dış Ortamla İlişki	Odanın içine ışığı taşıma	Homojen Aydınlatma	Mevcut durumu koruması(Yapay A.)	Güneş İzleyici ihtiyacı	Bulunabilirlik
2 B Direk gün ışığını Yönlendiren sistemler	Lazer Kesim Paneller		Tüm İklimlerde	Düsey Pencerelede, Tepe ışıklıklarında,	H	E	E	E	E	H	T
	Prizmatik Paneller		Tüm İklimlerde	Düsey Pencerelede, Tepe ışıklıklarında,	D	D	D	D	D	E/H	A
	Tepe ışıklıklarında HOE		Tüm İklimlerde	Tepe Işıklıklarında	D	E	E	E	E	H	B
	Güneş ışığını Yönlendiren Camlar		Tüm İklimlerde	Düsey Pencerelede, Tepe ışıklıklarında	D	H	E	E	E	H	B
2 C Dağıtıcı Sistemler			Tüm İklimlerde	Düsey Pencerelede, Tepe ışıklıklarında	H	H	E	E	D	H	B

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

Çizelge EK 1.5. Gölgeleme amacı olmadan ışık taşıyıcı sistemler [1]

2. Gölgeleme Olmadan Gün ışığı ile Aydınlatma Sistemleri											
Kategori	Adı	Şema	İklim	Lokasyon	Seçilen sistemin özellikleri						
					Kamaşmadan Korunma	Dış Ortamla İlişki	Odanın içine ışığı taşıma	Homojen Aydınlatma	Mevcut durumu koruması(Yapay A.)	Güneş İzleyici ihtiyacı	Bulunabilirlik
2 D Işık Taşıyıcıları	Heliostat		Tüm İklimlerde, Güneşli Gökyüzü				E		E	E	B
	Işık Borusu		Tüm İklimlerde, Güneşli Gökyüzü				E	E	E	H	B
	Güneş Tüpü		Tüm İklimlerde, Güneşli Gökyüzü	Çatı			E	D	E	H	B
	Fiber		Tüm İklimlerde, Güneşli Gökyüzü				E		E	E	B
	Işık Yönlendirici Tavan		Ilıman İklimlerde, Güneşli Gökyüzünde				E	E	E	H	T

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

EK.2: Çizelge EK 2.1. Yüzeylerin Yansıtma Katsayıları [2]

Yüzey tipi	Tanım	Yansıtma
Tavanlar	Düz alçı duvar üzerine beyaz emülsiyon boya	0.8
	Akustik seramik üzerinde beyaz emülsiyon boya	0.7
	İnce katıksız betonda beyaz emülsiyon boya	0.6
	Odun yünü taş plak üzerinde beyaz emülsiyon boya	0.5
Duvarlar	Düz alçı duvar üzerine beyaz emülsiyon boya	0.8
	Seramik: beyaz cam tabakalı	0.8
	Tuğla	0.7
	Alçı, pembe	0.65
	Beyaz amyant çimento	0.4
	Tuğla: beton, açık gri	0.4
	Portland çimento, pürüzsüz	0.4
	Paslanmaz çelik	0.35
	Tuğla, fletton	0.3
	Beton: açık gri	0.25
	Portland çimento, pütürlü (işaretli tabla gibi)	0.25
	Tuğla, Londra stok	0.25
	Kereste kaplama: hafif meşe, maun,	0.25
	Kereste kaplama: tik ağacı, afroza, orta meşe	0.2
	Tuğla: beton, koyu gri	0.2
	Tuğla: mavi mühendislik	0.15
Yazı tahtası, siyaha boyalı	0.05	
Döşeme ve Mobilya	Kağıt, beyaz	0.8
	Çimento: şap	0.45
	PVC fayansları: krem	0.45
	Halı: açık gri, hafif kahverengimsi sarı renk	0.45
	Kereste: huş, kayın, akçaağaç	0.35
	Kereste: meşe	0.25
	PVC fayansları: krem ve kahverengi mermer	0.25
	Halı: turkuaz, adaçayı yeşili	0.25
	Kereste, orta meşe	0.2
	Fayanslar: mantar, cilalı	0.2
	Ocak fayansları: kırmızı, koyu kırmızı, kahverengi	0.1
	Halı: koyu 'düşük bakım-onarım'	0.1
	PVC fayansları: koyu kahverengi	0.1
	Kereste: koyu meşe	0.1
Diğer	Asfalt	0.07
	Rutubetli toprak	0.07

	Çakıl	0.13
	Su	0.15
	Göztaşı, kum taşı	0.18
	Çimento	0.27
	Koyu kırmızı camla kaplı tuğla	0.3
	Yeşil çimen	0.33
	Koyu kahverengimsi sarı tuğla	0.4
	Açık kahverengimsi sarı tuğla	0.48
	Beton	0.05-0.5
	Mermer (beyaz)	0.45
	Meşe	0.15-0.05
	Eski beyaz boya	0.55
	Yeni beyaz boya	0.75
	Eski kar	0.64
	Yeni kar	0.74
Düzgün	Alüminyum ticari notu (anotlanmış ve cilalı)	0.7
Yansım	Alüminyum süper-saflık (anotlanmış ve cilalı)	0.8
	Alüminyumla kaplı plastik veya cam yüzey	0.94
	Krom (plaka niteliğinde)	0.65
	Paslanmaz çelik (cilalanmış)	0.6
	Çelik: beyaz boya cilalı (sadece yansıtıcı)	0.05

EK.3: Çizelge EK 3.1. Cam Kaplama İçin Işık Geçirimi ve Yansıtılması [2]

Cam tipi	Işık geçirimi	Yansıtma
Tekli pencere camı		
6 mm lik saydam cam	0.89	0.08
6 mm lik düşük yayımlı saydam cam	0.84	0.10
6 mm lik akrilik	0.92	0.08
6 mm lik yayındırıcı beyaz akrilik	0.17-0.72	-
Saydam polikarbonat	0.83	-
İçli saydam çiftli pencere camı		
6 mm lik saydam cam	0.76	0.10
4-12 mm lik hafif renkli cam		
Yeşil	0.53-0.70	0.10
Bronz	0.23-0.55	0.10
Gri	0.17-0.49	0.07
6-10 mm lik yansıtıcı		
Gümüş	0.09-0.26	0.38-0.16
Bronz	0.09-0.22	0.19-0.17
Mavi	0.18-0.35	0.19-0.11
Yeşil	0.23-0.53	0.13-0.15
Yüksek ısı performans için çift katlı cam		
Havajel ve saydam yalıtım camları		
Tekparça havajel	0.84-0.87	
Polikarbonat kılcal saydam yalıtım maddeleri (TIM)	0.77-0.78	
Polikarbonat petek TIM	0.84	
Boşaltılmış cam tabaka		
Bir low -e (0.2)	0.75	
Bir low -e (0.1-0.2)	0.68	
Birleştirilmiş panjur camları		
Açık çerçeve	0.5-0.08	
Kapalı çerçeve	0.05-0.15	
Üçlü cam		
Üçlü cam	0.55	
Üçlü cam birim, 2 low -e (argon gazı dolu)	0.62-0.67	
Üçlü cam birim, 2 low -e(kripton gazı dolu)	0.63	

Kaynak: üreticilerin verilerinden özetlenmiştir.

Not 1: Değerler sadece göstergedir, tasarım spesifikasyonları için kullanılmaz-üretici verisine bakınız.

Not 2: Değerler normal yayılma içindir. Dağılım geçirime için x 0.91, dağılım yansıma için x1.1 (2)

EK.4: Çizelge EK 4.1. Farklı camlı sistemlerin gölgeleme performansları [2]

Cam tipi	Işık geçirimi	Gölgeleme Katsayısı (kısa dalga)	Gölgeleme Katsayısı (uzun dalga)	Toplam Gölgeleme katsayısı	Işık geçirme gölgeleme oranı
<u>6 mm tek pencere camı</u>					
Saydam cam	0.87	0.9	0.05	0.95	0.92
Gövde hafif boyalı					
Bronz	0.46	0.51	0.18	0.69	0.66
Gri	0.39	0.51	0.18	0.69	0.57
Yeşil	0.66	0.53	0.17	0.70	0.94
Güçlü yansıtıcı	0.18	0.08	0.13	0.21	0.96
Pik telli	0.74	-	-	-	-
<u>Çift camlı</u>					
6mm saydam ve 6mm:					
saydam	0.76	0.70	0.12	0.82	0.92
düşük salıcı, nötr	0.63	-	-	-	-
yansıtıcı	0.26	0.29	0.09	0.38	0.68
güçlü yansıtıcı	0.15	0.13	0.07	0.20	0.75
<u>Yüksek performanslı çift cam (6mm +6mm)</u>					
Yansıtıcı dış ve saydam taşkın iç cam					
Nötr	0.52	0.39	0.11	0.50	1.04
Altın	0.49	0.27	0.08	0.35	1.40
Gümüş	0.42	0.26	0.07	0.33	1.27
Yansıtıcı dış ve iç cam					
Yeşil	0.35	0.15	0.14	0.29	1.20
Bronz	0.24	0.15	0.14	0.29	0.92

Kaynak: üretici verilerinden özetlenmiştir.

Not: ışık geçirgenliği normal gelen ışın içindir. Yayıncı geçirme için x 0.91.

EK.5. TERİMLER SÖZLÜĞÜ

Absorbe (Soğurma): Cisim aracılığıyla ışıyan enerjinin başka enerji biçimlerine dönüştürülmesi.

Açık gökyüzü: Gökyüzü bulutlar tarafından engelli değildir.

Adaptasyon seviyesi: Işıklılık (eğer) düzgün bir ışıklılık alanda da olsa aşık bir biçimde aynı olacak olan nesnelere ortaya çıkan ışıklılık.

Adaptasyon: Görme sisteminin parlaklığı, tayfsal dağılımı, ve kavis açıları farklı olabilecek daha önceki ve şimdi maruz kalınan uyarı tarafından değiştirilme işlemi. Not: “ışığa adaptasyon” ve “karanlığa adaptasyon” da kullanılan terimler olup, ilkinde uyarıcıların ışıklılığı $> 1 \text{ cd/m}^2$, diğerinde ise ışıklılık $< 0.01 \text{ cd/m}^2$.

Anidolik gün ışığı ile aydınlatma sistemleri: ‘Anidolik’ kelimesi iki eski yunan kelimesi olan *an=* ‘-siz, -sız’ ve *eidolon=* ‘görüntü’ kelimelerinin birleşiminden oluşmuş olup ‘görüntülemeyen’ kelimesiyle eş anlamlıdır. Birçok gün ışığı ile aydınlatma sistemi öz olarak “görüntülemeyen” olma iddiasında olabilir çünkü onlar oluşabilecek görüntü bozulmalarını dikkate almadan doğal gün ışığını odaya aktarmak üzere yapılmışlardır, niteliyici ‘anidolik’ sadece ‘görüntülemeyen optikler’ teorik çerçevesi içinde bulunan kavram ve araçları kullanmak üzere tasarlanmış sistemler için uygundur.

Atmosfer Bulanıklığı (Tozluluğu): Güneş ışınlarının hava molekülleri nedeniyle dağıtılması, daha büyük parçacıklar olan aerosoller tarafından soğurulması ve dağıtılması, atmosferik gazlar ve atmosferde bulunan su buharı tarafından soğurulmasıdır. Atmosferik bulanıklık genelde katsayılar veya moleküler ve tanecikli atmosferin optik kalınlığını kullanarak atmosferdeki moleküllerden ve aerosollerden kaynaklanan zayıflamanın sadece o moleküllere olan oranı olarak ifade edilmektedir. 3 ten 6 ya kadar olan atmosfer bulanıklık değerleri açık diye tanımlanan günler için bile sıkça rastlanmaktadır. Bir birim bulanıklık ise partiküllerin büyüklüğünün ışının dalga boyuna kıyasla küçük olduğu Rayleigh atmosferine eşdeğerdir.

Atriyum: Bir binanın duvarları ile kısmen veya tamamen çevrilmiş, saydam veya yarı saydam bir metalle kaplı iç boşluk. Komşu binaların iç yüzeyleri atriyum boşluğundan duvarlar veya cam tabakayla kaplanarak ayrılmaktadır.

Avlu: Bir veya birkaç bina tarafından yanlardan çevrilmiş ve dış ortama tepeden bazen de yandan açılan dış alan.

Aydınlık: Bir yüzeydeki aydınlık akı yoğunluğu, bir diğer deyişle birim yüzeye düşen aydınlık akısı. Uluslararası lüks birimiyle ölçülür.

Azimet (ufuk açısı): Güneşi içine alan dikey düzlemlerle kuzey yönündeki (başlangıç noktası yönünde) dikey düzlem arasındaki açı güneşin ufuk açısıdır.

Bağlı Güneşlenme Süresi: Fiili zamanın güneşin bulutlar tarafından engellenmediği

olası zamana olan oranı.

Boylam: İngiltere'deki Greenwich meridyeninden belli bir noktadan geçen yerel bir meridyene olan açısız uzaklık. Meridyen Greenwich doğuya veya batıya doğru 180° veya 12 saat esas alınarak ölçülür.

Bozucu Kamaşma: Görünür alanın bir kısmının -özellikle gözün bu alanın başka bir kısmının parlaklığına adapte olmaya çalışmasıyla - görülebilirliğinin, nesnelere görülebilirliğinin bozulmasına varabilecek kadar engellenmesi; aşırı kontrast.

Bulutlu Gökyüzü: Güneş ışığının hiç görünmediği tamamen bulutlarla kaplı gökyüzü.

CIE Açık Gökyüzü Standardı: Bağlı ışıklılık dağılımı Uluslararası L' Éclariage Komisyonu'nun yayını CIE No.22 (TC 4.2) 1973'te tarif edilen bulutsuz gökyüzü. Ufuk çizgisi üzerindeki α yükseklik açısında ışıklılığın (L_γ) başucu noktasındaki ışıklılığa (L_z) oranı aşağıdaki formülle verilen tamamen bulutla kaplı gökyüzü:

$$L_\alpha = \frac{L_z (1 + 2 \sin \alpha)}{3}$$

bu gökyüzünün ufukta olduğundan 3 kat fazla parlak olmasıyla sonuçlanır.

Çalışma Düzlemi: Üzerine görevin yerleştirildiği düzlem. Tasarım amaçları için referans bir çalışma düzlemi yerden yüksekliği 0.7m ile 0.9m arasında olan bir odanın toplam alanı üzerinden tanımlanmıştır. Aydınlatma standartları spesifik aydınlık seviyelerini yapılacak işin çeşidine göre bu çalışma düzleminde tayin etmektedirler.

Çatı penceresi/yatay pencere: Yatay veya eğimli bir çatıya yerleştirilmiş gün ışığının doruk noktasından girişine izin veren açıklık.

Çatı penceresi: Bir binanın çatısındaki gün ışığı için olan açıklık.

Dıştan yansıtılan unsur (ERC): Belli bir düzlemde bir noktanın dışsal engellerden yansdıktan sonra direkt olarak alınan ışıklılığın bu engelsiz gök yarıküresinin yatay düzlemdeki ışıklılığına oranının yüzde olarak ifade edilmesi. (bakınız gün ışığı faktörü).

Dolaylı Aydınlatma: Bir duvardan ve/veya tavan yüzeylerinden yansıtılmayla erişilen aydınlanma.

Düşme Açısı: Bir yüzeye düşen ışınla o yüzeye 90° dik olan doğru arasındaki açı.

Düzgün yüzey: Eğer yarısaydam bir maddeye "düzgün" deniyorsa bunun anlamı onun ayna gibi yansıtıcı olduğudur- doğrusal bir ışık demetinin doğrusal olarak yansıtılması. Eğer saydam bir madde için "düzgün" olarak tarif edilmişse bunun anlamı onun doğrusal bir ışık demetini dağıtmadan iletmesidir ki buradan keskin odaklanmış bir görüntünün madde içersinden görüleceği çıkarımı yapılabilir.

Emisyon: Işınım enerjisinin bırakılması.

Engel: Gökyüzünün direkt görünümünü belli bir referans noktasından engelleyen binaların dışındaki yüzeyler.

Enlem (açıyı tarif etmede kullanılır) : Düşey düzlemle belli bir yön arasındaki açı. Gökyüzü küresi veya güneşe doğru işaret eden yönleri tarif ederken bu terimi kullanılması yaygındır. Bu açı bazen “yükseklik” olarak da adlandırılır.

Galeri: Bir binanın dışı açılan veya çıkışı camlarla kapatılmış olabilen orta ışık boşluğu.

Geçirme: Geçirilen ışının veya ışıksal akının düşen koşullarda belli şartlar altındaki oranı. İletilen akının gelen akıya oranı.

Gök ışığı: Güneş ışınımının yeryüzüne atmosferde dağılma sonucu erişen kısmı.

Gökyüzü (no-sky) görmeme çizgisi: Bir odada -dış engeller yüzünden gökyüzünün doğrudan görülemediği- referans düzlemin konumu.

Gökyüzü unsuru (Sky Component-SC): Belli bir düzlemde bir noktanın gökyüzünden direkt alınan ışıklılığın bir engelsiz gök yarıküresinin yatay düzlemdeki ışıklılığına oranının yüzde olarak ifade edilmesi. (bakınız gün ışığı çarpanı).

Gökyüzünden Yayıncı Işıksal Aydınlık: bütün yarımküreden düşey bir düzlem üzerinde gökyüzünden alınan direkt güneş ışığını hariç tutan ışıksal aydınlık.

Gölgelendirme: İstenmeyen ısı ve kamaşmanın kontrol edilmesi amacıyla gelen ışının engellenmesi, soğurulması veya yeniden yönlendirmesi için sabit veya taşınabilir araçlar kullanılması.

Görsel alan: Belli bir konumdan gözün görebildiği fiziksel boşluğun boyutları veya alanı.

Görsel algı: Retinanda beyine iletilen hataların göz önündeki fiziksel dünya hakkındaki bilgiler açısından nicel ölçümü.

Görsel çevre: Belli bir noktadan bir kişinin kafası ve gözlerini oynatmasıyla görebileceği toplam alan.

Görsel Performans: Görsel bir sistemin performansının örneğin görsel işin yapılma hızı ve doğruluğuna göre ölçülmüş seviyesi.

Görsel Rahatlık İhtimali (Visual comfort probability- VCA) : Bir aydınlatma sisteminin belli bir konumdan belli bir yönde bakarken bozucu kamaşma açısından sistemi rahat bulması beklenen insanların yüzdesi olarak ifade edilerek sıralamaya konulması.

Görüntü birimi (Visual Display Unit- VDU): Üzerinde bilgilerin gösterildiği kendiliğinden aydınlık bir ekrandır. VDU eğer ki bir bilgisayar sisteminin bir parçasıysa VDT (Visual Display Terminal) olarak da adlandırılabilir.

Göz uyumu: Gözün sonsuz uzaklıktan ‘yakın nokta’ denilen görülebilir en yakın noktaya kadar değişen mesafelerdeki nesnelere ‘keskin odağa’ alabilme yeteneği. Yaşın göz uyumu üzerinde çok büyük etkisi vardır çünkü gözlerdeki mercekle yaşla beraber esnekliğini yitirmektedir. Sonuç olarak yakın nokta gitgide geri çekilmektedir (farklı yaşlarda ortalama yakın nokta: 16 yaş ---- 8 cm, 32 yaş ---- 12 cm, 44 yaş---- 25 cm, 50 yaş --- 50 cm, 60 yaş--- 100 cm).

Gün ışığı: Yayınık gökyüzü ışığıyla güneş ışığının birleşimi.

Gün Işığı Çarpanı (Daylight factor- DF): İç mekanlardaki bir noktadaki aydınlığın, aynı engelsiz gökyüzü yarıküresinden dış mekanlarda alınan yatay aydınlığın bir yüzdesi olarak ifadesidir. Direkt güneş ışığı her ikisinde de hariç tutulmuştur. Gökyüzü unsuru (sky component- SC), dıştan yansıtılan unsur (externally reflected component-ERC) ve içten yansıtılan unsur (internally reflected component- IRC) un toplamında oluşur.

Gün ışığı açıklığı: Cam tabakayla kaplı olan veya olmayan, gün ışığının iç kısma geçişine müsaade etme potansiyeli olan alan.

Güneş enlemi: Güneşle ufuk arasındaki dikey açı.

Güneş ışığı ile aydınlatma sistemi: Öncelikli fonksiyonu iç kısımdaki aydınlanma koşullarını iyileştirilmesi için, gelen doğal ışık akısının (yayınık+ direkt) önemli bir kısmını yeniden yönlendirmek olan binanın dışını saran kısımdaki açıklıklara veya bunların yanına yerleştirilen bir araç. Bu iyileştirme genel gün ışığı seviyesi veya, gün ışığının dağıtımını veya her ikisi için de olabilir.

Güneş ışığı: Güneş ışınımının doğrudan güneş yuvarlağından gelip atmosferin seçici zayıflatmasının ardından yeryüzüne paralel ışınlar olarak erişen kısımdır.

Güneş kırın aygıtı: Direkt güneş ışığının girişini engellemek, azaltmak, veya dağıtmak için kullanılan aygıt.

Güneş kontrol camı: Işık geçirimini ve toplam enerji geçirimini azaltan cam.

Güneş yolu diyagramı: (a) Silindirik izdüşüm: azimutu veya yatay bir eksenindeki ilgili noktadan güneşin yönünü; ve dikey bir eksen üzerinde güneşin dikey enlemini temsil eder. (b) Stereografik izdüşüm: tüm yarıküre gökkubbeyi merkezi doruk noktasına karşılık gelen, bir diğer deyişle dikey olarak üstte bulunan, ve çevresi ufuk çizgisini temsil eden dairesel bir disk olarak göstermektedir. Ortaya çıkan görüntü sırtüstü uzanmış bir fotoğrafçı tarafından çekilmiş 180° balık-gözü (fish-eye) resmine benzetilebilir.

Işık rafı: Gün ışığını tavana yansıtma ve gökyüzünden direkt kamaşmayı siper etmek üzere (genellikle göz seviyesinin üstünde) konumlandırılmış yatay raf.

Işık: Görsel hassasiyet oluşturma kapasitesine göre değerlendirilen ışıyan enerji.

Işıklılığın sabitliği: Gözün -iki yüzey aynı fiziki ışıklılık değerine sahip olsalar bile- az ışıklandırılmış ışık yüzeyiyle yüksek ışıklandırma alan karanlık yüzeyi birbirinden ayırabilme kapasitesine sahip olması olgusudur.

Işıklılık etkinliği: Bir lamba tarafından yayılan ışıklılık akısının lamba tarafından tüketilen enerjiye oranı olup (uluslar arası) birimi Lumens/watt dır.

Işıklılık yoğunluğu: Bir kaynağın belli bir yönde ışık yayınım gücünü tarif eden niceliktir. Kandela biriminde ölçülür; 1 candela = 1 lumen /steradain.

Işıksal Aydınlık: Bir yüzey üzerine düşen birim alandaki parlaklık akısı. Birimi (0,0929 metrekareye denk) kadem kare başına lüks veya lümandır.

Işıksal ışıklılık: Bir yüzeyin belli bir yöndeki her birim başına veya o yönden görünen yüzeyin iz düşümünün ışıklılık yoğunluğu. Bir yüzey elemanından belli bir yönde yayılan veya yansıtılan ışığın yoğunluğunun aynı yöndeki izdüşüm alana bölünmesi ile ölçülen ve parlaklık duyarlılığı üreten uyarıcının fiziksel ölçümü. Birimi candela / m² (uluslararası birim)dir.

Işınım: .Elektromanyetik dalgalar veya tanecikler biçimindeki enerji.

İçten yansıtılan unsur (internally reflected component- IRC): Aydınlığın o kısımdaki belirli bir düzlemdeki noktanın iç yüzeylerde yansıtıldıktan sonra direkt alınan ışıklılığın engelsiz gökyüzü yarıküresinden dolayı yatay düzlemde oluşan ışıklılığa oranının yüzde olarak ifade edilmesidir. (bakınız gün ışığı çarpanı)

İrtifa (yükseklik) : Güneşe olan açısal uzaklığın güneşten geçen dikey düzlemde ufuktan yukarı doğru ölçümüdür. İrtifa 0°den doruk noktası 90°ye kadar olmak üzere artı değerler alır.

Kamaşma: Görüntü alanının bir kısmının parlaklığı (lambalar, ışık veren cisimler- özellikle ay ve güneş-, veya alanın kalan kısmından çok daha parlak olan diğer yüzeyler veya pencereler) nedeniyle rahatsızlık, sıkıntı, görme verimliliğine müdahale, veya göz yorgunluğuyla sonuçlanan görmeyle ilgili bir durum.

Kandela (cd) : Işıklılığın yoğunluk birimi. Her steradyanda 1 lüme eşit olan uluslararası ışıklılık birimi. Tam bir radyatörün platinin donma sıcaklığındaki ışıklılığı 60 kandela / cm² dir.

Kapalı (bulutlu) gökyüzü: %100 bulutlarla kaplı (güneş ışığının görünmediği) gökyüzü.

Kırılma (refraksiyon): Işının optik olarak homojen olmayan bir ortamdan geçerken veya bir ortamdan diğerine geçerken, yayılma yönünde hızındaki değişmeye bağlı olarak gerçekleşen değişme.

Konforsuz Kamaşma: Bir gözlemcinin görme yeteneğine fiziksel olarak bozmaksızın- sıkıntı veren kamaşma.

Kontrast: Hem (a) öznel hem de (b) nesnel olarak kullanılan bir terim: (a) Bir görüntü alanının eşzamanlı veya birbiri ardına görülen iki parçasının görünüşleri arasındaki farkın öznel ölçümü. Nesnel olarak aşağıdaki şekilde ifade edilebilir:

$$(L_1 - L_2) / L_1$$

burada L_1 ve L_2 sırasıyla arka fonun ne nesnenin ışıklılıklarıdır.

Böylelikle; parlaklık kontrastı ve renksel kontrast. (b) Genellikle ışıklılık oranı olarak ifade edilen oran: L_o/L_b , burada L_o nesnenin ışıklılığını L_b ise arka fonun ışıklılığını gösterir.

Kullanma çarpanı: Lambalar tarafından yayılan ve bir çalışma düzlemine ulaşan aydınlık ışık akısının oranı –hem ışık veren cismin hem de odanın bir özelliği.

Lüks: Işıksal aydınlığın uluslararası birimidir. Düzgün dağıtılmış 1 lümenlik akının olduğu 1 metrekarelik yüzeyin ışıksal aydınlığı 1 lükstür. 1 lüks = 1 lümen / m².

Lümen: Işıksal akının uluslararası birimidir. Bir lümen, bir kandelalık tek nokta ışık kaynağından üç boyutlu açı (steradyan) boyunca olan akıya veya tüm noktaları bir kandelalık tek nokta ışık kaynağından birim uzaklıkta olan birim yüzeydeki akıya eşittir. 1 candela 4π lümen yaymaktadır.

Lynes oranı: Eğer (DF_{ort} odanın ön yarısı / DF_{ort} arka yarısı) 3 ten büyük ise o zaman odanın arka yarısı kabul edilmez biçimde loş görünecektir.

Metrekare başına Kandela: Uluslararası L' Éclariage Komisyonu (Commission Internationale de L'Eclairage- CIE) tarafından tavsiye edilen belli bir yöndeki ışıklılık birimi.

Munsell sistemi: Renk türü, değeri, ve parlaklığını kullanan yüzey renklerinin sınıflandırılması sistemi. Şimdi ise renk, aydınlık ve parlaklık terimlerini kullanmaktadır.

Örtücü: Sabit veya ayarlanabilir olabilen bir dizi iç veya dış pencere kafesi ahşapları (lata) ve ince plakalar.

Parlaklık sabiti: Nesnelere algılanan ışıklılığının aydınlıktaki önemli değişikliklere rağmen nispeten değişmeden kalabildiği yeterli aydınlığın erişilmesi durumudur.

Parlaklık ve gözle görülür parlaklık: Bir alanın ortalama bir olana göre çok veya az ışık yayması ile ifade edilen görsel duyarlık özelliği. Bu gözün adaptasyonuna bağlı olarak görüntü alanındaki aydınlığa öznel bir tepkidir.

Parlaklık: Bir gözlemcinin bir yüzeyin ışığı hangi dereceye kadar yaydığını veya az veya çok yansıttığını anladığını görsel duyarlık derecesi. Bu öznel duyarlık mutlak birimler olarak ölçülemez, bir kaynağın veya nesnenin görünümünü tarif eder.

Pencere Düzeni: Bir binadan hava veya ışığın içeriye alınması için her türlü açıklık veya açıklıklar düzeni.

Puslu Yansımalar: Görülen cisim üzerinde ortaya çıkan tayfsal yansımalar olup kontrastı azaltarak detayları kısmen veya tamamen kapatır. Işık kaynaklarının görev

nesnesi üzerinde kendiliğinden çok parlak yansımaları görüldüğü zaman görev nesnesi ile arka fon arasındaki kontrastı azaltan yansımalarıdır.

Renk adaptasyonu: Üç öncül renk alıcısının beyaz rengin farklı kombinasyonlarını birbirinden bağımsız olarak tazmin etmek için adapte olabilme özellikleri.

Renk sabiti: Bir rengi olduğu gibi değil de bizim onun olması gerektiğini düşündüğümüz gibi görmemizi sağlayan fiziksel renk uyumu mekanizması. Renk sabitinin sonucu da parlaklık sabitine benzemektedir.

Renk türü: Sözde renk- belli bir duyarlılığa verdiğimiz isim- örnek: kırmızı, turuncu, sarı vs.

Renksel Geriverim indeksi (Colour rendering index- CRI): Yüzeylerin renklerinin belirli bir kaynak tarafından aydınlatılmasının; renksel parlaklık adaptasyonunun durumu için uygun toleransın yapıldığı bir referans aydınlatıcı altındaki yüzeylerle uygunluk gösterdiğinin derecesinin ölçümü.

Renksel Parlaklık (renksel doymuşluk): Renk canlılığının derecesinin saf bir renk ayrıntısından azalan rengin değişen açıklıklarından geriye doğru ölçüsüdür. Munsell sisteminde endeks doğal gri için 1 den başlayıp daha güçlü renkler için 10 doğru değişmektedir.

Saydam cam: Işığı dağınık bir biçimde geçirme özelliğine sahip olan ve içinden geçen görüntünün durumu neredeyse açık ile neredeyse belirsiz arasında değişiklik gösteren camdır.

Steradyan: Bir kürenin merkezini tepe olarak alan ve küre yüzeyi üzerinde, kenarı bu kürenin yarıçapına eşit bir kare kadar alan ayıran, uzay açısına eşit, uzay açısı birimi (Sr).

Suni gökyüzü: Fiziksel gün ışığı ile aydınlatma modellerinin test edilmesi amacıyla gerçek gökyüzünün ışıklılığını veya standart tasarımını taklit eden bir çevrili yer.

Tekdüze gökyüzü: Aydınlanmanın tüm yükseklik ve ufuk açıları için aynı biçimde olduğu farazi gökyüzü. Genellikle ekvatora yakın yerdeki gökyüzlerine yaklaşmak için kullanılır.

Tepe aydınlatması: Binaların asma kat veya çatı penceresi gibi üst kısımlarından giren gün ışığı.

Toplam gölgeleme katsayısı: Güneş kırın aygıtı aslıyken pencereden giren ışınımın toplam iletilme oranının (görünen görünmeyen dahil olmak üzere) kırılma yokken tek camlı pencereden geçen ışınımın iletilme oranıyla kıyaslanması. "Toplam" niteleyicisi, güneş kırın unsurları veya camdan yeniden ışılan ve aktarılan enerjiyi işaret etmektedir.

U-değeri: Bir maddenin termal iletimidir. Birimi $W/m^2 K$ dir.

Ulbricht Küresi: İç yüzeyi mümkün olduğunca seçici olmayan bir yayıncı

yansıtıcı olan içi boş küre.

Uzantı: Gölgeleme amacıyla bir binanın genelde bir pencere üzerinde olan sundurması.

Yansıma ile kamaşma: Özellikle yansıtılan görüntüler cisimle aynı veya neredeyse aynı yönde ortaya çıktığı durumlarda tayfsal akisler tarafından üretilen kamaşma.

Yansıma: Işının monokrom bileşenlerinin frekansında bir değişiklik olmaksızın bir yüzey veya ortam tarafından geri döndürülme işlemi.

Yansıtıcı: Görünür düşen ışını geri döndüren araç;; daha önce ışının uzaya dağılımını değiştirmek için kullanılmaktaydı.

Yansıtma: Yansıtılan ışık akısının (enerjisinin) gelen ışık akısına (enerjisine) oranıdır.

Yarısaydam cam: Işığı yayarak geçirme özelliğindeki cam.

Yayıcı yüzey: Gelen ışın direkt (tek yönlü) olabilmesine rağmen yansıtılan veya aktarılan ışık akısının (hayali bir kürenin yüzeyine doğru) tüm yönlerde dağıtıldığı yüzey.

Yayıcı: Işığın uzaya dağılımını değiştirmek için kullanılan bir alet nesnesi veya yüzey.

Yayınık aydınlatma: Her yönden neredeyse aynı yoğunlukta ışığın geldiği bir aydınlatma biçimidir.

Yayınık geçirme: Yayınık olarak aktarılan, bir yüzeyi veya ortamı terk eden parlak akının toplam düşen akıya oranı.

Yayınık geçme: Bir yüzey veya ortamdan geçen (düşen) akının dağıtıldığı işlem.

Yayınık Yansıma: Düşen akının bir açı aralığında yeniden yönlendirilme işlemi.

Yönlü aydınlatma: Işığın önemli bir kısmının tek bir yönden alındığı aydınlatma biçimi.

Yüksek performanslı cam: Toplam enerji geçirimini görünür ışınım oranla daha fazla azaltan ve böylelikle gün ışığı ile aydınlatmanın aydınlık etkinliğini arttıran cam.

ÖZGEÇMİŞ

Hülya OKUTAN, 08 Ekim 1976'da Edremit – Balıkesir de doğdu. 1999 yılında Mimar Sinan Üniversitesi Mimarlık Bölümünden “Mimar” olarak mezun oldu. 1996-2000 yılları arasında PAU Mimarlıkta Mimar olarak çalıştı. 2000-2008 Yılları arasında ortağı olduğu Voip İletişim Sistemleri ve Master Çağrı Merkezi firmalarında İdari İşler Müdürü olarak görev aldı. 2007 yılında Günışığı Aydınlatma ve Enerji Sistemleri Ltd. Sti. kurucu ortağı olmuş ve halen bu firmada Genel Müdür olarak çalışmalarını sürdürmektedir. Evli ve Ece isimli bir kızı bulunmaktadır.

Sempozyumlar

EBİTO 07- Konuşmacı olarak

YEKSEM 07- Konuşmacı olarak

Yapıda Yeni Ürünler Sempozyumu- Konuşmacı olarak

EMO- IV. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu- Günışığı Aydınlatma Sistemi

Uygulamaları- Firma Sunumu

Etüd İşleri İdaresi “Binalarda Enerji Yöneticisi Eğitimi” eğitimlerine ders anlatımı olarak katılmaktadır

Üye olunan Dernek ve Organizasyonlar

Türk Milli Aydınlatma Komitesi

Temiz Dünya Ekoloji Derneği