

T.C.
HALIÇ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İÇ MİMARLIK ANABİLİM DALI
İÇ MİMARLIK PROGRAMI

İLERİ AYDINLATMA TEKNİKLERİNİN
BİR MEKÂN ÖRNEĞİ ÜZERİNDE İRDELENMESİ VE
TASARIMA ETKİLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hazırlayan
HAKAN İMERT
İç Mimar

Tez Danışmanı
Yrd. Doç. Dr. İpek FİTOZ

Temmuz, 2008

İstanbul



HAKAN İMERT tarafından hazırlanan “İleri Aydınlatma Tekniklerinin Bar Mekân Tasarımına Etkileri” adlı araştırmanın Yüksek Lisans Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Yüksek Lisans Tezi Danışmanı
Yrd. Doç. Dr. İpek FİTOZ

Bu çalışma Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İç Mimarlık Anabilim Dalı, İç Mimarlık Programında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Yrd. Doç. Dr. İpek FİTOZ

Jüri Üyesi: Prof. Dr. Aydın Esen (Maltepe Üniversitesi)

Jüri Üyesi: Yrd. Doç. Dr. Nihal Uluengin (Haliç Üniversitesi)

Yedek Jüri Üyesi: Yrd. Doç. Dr. Genco Berkin (Haliç Üniversitesi)

Yedek Jüri Üyesi: Yrd. Doç. Dr. Atilla Söğüt (Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi)

1. BÖLÜM

AYDINLATMANIN TARİHSEL GELİŞİM SÜRECİ VE AYDINLATMA
TEKNİĞİ

2. BÖLÜM

LED VE FİBER OPTİK AYDINLATMA SİSTEMLERİ

3. BÖLÜM

**LED VE FİBER OPTİK SİSTEMLERİN BARLARDA MEKÂN
TASARIMINA ETKİLERİ**

ÖNSÖZ

“İleri Aydınlatma Tekniklerinin Bir Mekân Örneği Üzerinde İrdelenmesi ve Tasarıma Etkileri” adlı tez çalışmasının içerdiği mekân örneği ‘Bar’lardır.

Bu tez konusunu ele almamızın nedeni, bar mekânlarında bu aydınlatma sistemlerini verilen görsel örneklerle incelemek ve etkilerini bu verilere dayanarak ortaya çıkarmaktır.

Bu nedenle bu tezde LED ve Fiber Optik aydınlatma sistemleri incelenmekte, verilen örneklerle bar mekân tasarımına etkileri gözler önüne serilmekte ve ileri aydınlatma tekniklerinin bar mekân tasarımı üzerindeki önemi ortaya çıkarılmaktadır.

Yüksek lisans eğitimim boyunca bilgi ve görgüleriyle bana destek olan, derin hoşgöruları ve anlayışlı tavırlarıyla çalışmalarına ışık tutan sayın hocalarım Yrd. Doç. Dr. İpek Fitoz ve Yrd. Doç. Dr. Nihal Uluengin’e, özellikle aydınlatma konusunda vermiş olduğu çok değerli bilgilerle çalışmamın oluşmasında büyük emeği olan sayın Prof. Dr. Aydın Esen’e ve Bölüm Başkanımız sayın Prof. Dr. Nuri Doğan ve Prof. Dr. Onur Altan başta olmak üzere, İç Mimarlık Bölümünde görev yapmakta olan değerli hocalarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca hayatım boyunca hep yanımda olan ve desteğini bir an olsun esirgemeyen aileme teşekkürü bir borç bilirim.

HAKAN İMERT

Temmuz, 2008

İLERİ AYDINLATMA TEKNİKLERİNİN BİR MEKÂN ÖRNEĞİ ÜZERİNDE İRDELENMESİ VE TASARIMA ETKİLERİ

İÇİNDEKİLER

Sayfa No:

ŞEKİL LİSTESİ.....	IV
TABLO LİSTESİ.....	V
RESİM LİSTESİ.....	VI
ÖZET.....	VIII
ABSTRACT.....	IX
GİRİŞ.....	X

1. BÖLÜM: AYDINLATMANIN TARİHSEL GELİŞİM SÜRECİ VE AYDINLATMA TEKNİĞİ

1.1. Aydınlatma ve Yaşamdaki Yeri.....	1
1.1.1. Aydınlatmanın Gelişim Süreci	1
1.1.2. Aydınlatma Tekniği ve Önemi.....	2
1.1.2.1. Aydınlatmada Temel Kurallar.....	5
1.2. Aydınlığın Nicelik ve Niteliği.....	8
1.2.1. Aydınlığın Niceliği.....	8
1.2.2. Aydınlığın Niteliği ve Işık Kavramı.....	9
1.2.2.1. Işık Tanımı.....	10
1.2.2.2. Işık Akısı.....	11
1.2.2.3. Işık Şiddeti ve Etkinlik.....	12
1.2.2.4. Aydınlık Düzeyi.....	12
1.2.2.5. Parıltı.....	13
1.2.2.6. Kamaşma.....	14
1.2.2.7. Işığın Rengi.....	15
1.2.2.8. Işığın Doğrultusal Yapısı.....	20
1.2.2.9. Gölgelelerin Dağılım Özellikleri.....	21
1.2.2.10. Işığın Dağılım Özellikleri.....	24
1.3. Işık Kaynakları.....	24
1.3.1. Doğal Işık Kaynakları.....	25
1.3.2. Yapay Işık Kaynakları.....	26

1.3.2.1. Akkor ve Akkor Halojen Lambalar.....	28
1.3.2.2. Ark Lambalar.....	31
1.3.2.3. Deşarj Lambalar.....	32

2. BÖLÜM: LED VE FİBER OPTİK AYDINLATMA SİSTEMLERİ

2.1. LED Aydınlatma ve Kullanım Alanları.....	38
2.1.1. LED Nedir?.....	38
2.1.2. LED Aydınlatmanın Nicelik ve Nitelik Açısından Özellikleri.....	39
2.1.2.1. LED Aydınlatmanın Genel Özellikler.....	39
2.1.2.2. Elektriksel Özellikleri.....	41
2.1.2.3. Ömürleri.....	42
2.1.2.4. Işık Etkinliği ve Şiddeti.....	43
2.1.2.5. Işık Rengi Özellikleri.....	44
2.1.3. LED Aydınlatmanın Kullanım Alanları.....	46
2.2. Fiber Optik Aydınlatma ve Kullanım Alanları.....	47
2.2.1. Fiber Optik Aydınlatmanın Tarihçesi.....	47
2.2.2. Fiber Optik Çalışma Prensibi.....	50
2.2.3. Fiber Optik Türleri.....	52
2.2.4. Mod Kavramı.....	53
2.2.5. Band Genişliği.....	54
2.2.6. Fiber Optik Düzenlemeleri.....	55
2.2.7. Tek Modlu ve Çok Modlu Fiberlerin Karşılaştırılması.....	60
2.2.8. Fiber Optik Kablolar.....	60
2.2.8.1. Cam Fiber Optik Kablolar.....	61
2.2.8.2. Plastik Fiber Optik Kablolar.....	61
2.2.8.3. Uçtan Işıyan Kılıfsız Kablolar.....	61
2.2.8.4. Uçtan Işıyan Kılıflı Kablolar.....	62
2.2.8.5. Yandan Işıyan Kablolar.....	62
2.2.9. Fiber Malzemeleri ve Özellikleri.....	62
2.2.9.1. Camlar.....	62
2.2.9.2. Kristaller.....	66
2.2.9.3. Plastikler.....	66
2.2.10. Fiber Optik Kaplama Yöntemleri.....	67
2.2.10.1. Sıkı Kaplamalı Fiberler.....	67
2.2.10.2. Gevşek Kaplamalı Fiberler.....	68

2.2.11. Fiber Optik Kablolarda Kayıplar.....	69
2.2.12. Fiber Optik Aydınlatma Sistemlerinin Kullanım Alanları.....	72
2.2.13. Fiber Optik Sistemlerin Üstünlükleri.....	73
2.2.14. Fiber Optik Aydınlatma Sistemlerinin Avantajları.....	73
3. BÖLÜM: LED VE FİBER OPTİK SİSTEMLERİN BARLARDA MEKÂN TASARIMINA ETKİLERİ	
3.1. Yapay Aydınlatma Tasarımında Dikkat Edilmesi Gereken Konular.....	75
3.1.1. Mekân İşlevinin Belirlenmesi.....	79
3.1.2. Mekân Tefrişinin Belirlenmesi.....	80
3.2. Bar Tiplerine Bağlı Olarak LED ve Fiber Optik Aydınlatma Sistemlerinin Mekân Tasarımına Etkileri.....	81
3.2.1. Bar Tanımı.....	82
3.2.2. Bar Türleri.....	83
3.2.2.1. Kokteyl Barlar.....	83
3.2.2.2. Servis Barlar.....	83
3.2.2.3. Fonksiyonlu Barlar.....	84
3.2.2.4. Şarap Barlar.....	85
3.2.2.5. Restoran Barlar.....	85
3.2.2.6. Cafe Barlar.....	86
3.2.2.7. Havuz Barlar.....	87
3.2.2.8. Sahil Barlar.....	87
3.2.2.9. Piyano Barlar.....	88
3.2.3. Barlarda LED ve Fiber Optik Uygulamalarıyla Aydınlatma Tasarımı.....	89
SONUÇ.....	100
KAYNAKLAR.....	102
ÖZGEÇMİŞ.....	104

ŞEKİL LİSTESİ**Sayfa No:**

Şekil 1.1. Dalga Boylarına Göre Sınıflandırılmış Elektromanyetik Enerji Tayfı.....	11
Şekil 1.2. Sert ve Yumuşak Gölgenin Şematik Gösterimi.....	23
Şekil 2.1. Led Polariteleri.....	42
Şekil 2.2. LED'in İç Yapısı.....	45
Şekil 2.3. Fiber Optik Kablo İç Yapısı.....	50
Şekil 2.4. Işıksal İletim.....	52
Şekil 2.5. Optik Fiber Damar Çeşitlerinde İletim, Kırılma İndisi, Dağılma ve Darbe İletimi.....	55
Şekil 2.6. Tek Modlu Basamak İndisli Fiberin İndis Kesiti.....	57
Şekil 2.7. Çok Modlu Basamak İndisli Fiberin İndis Kesiti.....	58
Şekil 2.8. Çok Modlu Dereceli İndisli Fiberin İndis Kesiti.....	60

TABLO LİSTESİ**Sayfa No:**

Tablo 1.1. Uluslararası Aydınlatma Komitesi'nin Renk Ayırım Endeksi Grupları.....	19
Tablo 1.2. Renk Sıcaklıkları.....	20
Tablo 2.1. Üç Değişik Yapıdaki Fiber Değerleri.....	55
Tablo 2.2. Tek ve Çok Modlu Fiberlerin Karşılaştırılması.....	74
Tablo 3.1. Çeşitli Mekanlarda Sağlanması Gereken Aydınlık Düzeyleri.....	80

RESİM LİSTESİ

Sayfa No:

Resim 1.1. Aydınlatma Tasarımına Günümüzden Bir Örnek	2
Resim 1.2. Akkor Telli Lamba.....	29
Resim 1.3. Akkor Halojen Lamba.....	30
Resim 1.4. Helisel Telli Lamba.....	30
Resim 1.5. Cıva Buharlı Kısa Arklı Lamba.....	32
Resim 1.6. Flüoresan Lamba Örnekleri.....	33
Resim 1.7. Kompakt Flüoresan Lamba Örnekleri.....	34
Resim 1.8. Alçak Basıncılı Sodyum Buharlı Deşarj Lamba.....	35
Resim 1.9. Yüksek Basıncılı Cıva Buharlı Lambalar.....	36
Resim 1.10. Yüksek Basıncılı Sodyum Buharlı Lambalar.....	37
Resim 1.11. Metal Halide Lambalar.....	37
Resim 2.1. LED Aydınlatma Sistemiyle Aydınlatılmış Mekan Örneği.....	46
Resim 2.2. Fiber Optik Aydınlatma Kullanılmış Bir Mekân Örneği.....	60
Resim 3.1. Kokteyl Bar Örneği.....	83
Resim 3.2. Servis Bar Örneği.....	84
Resim 3.3. Fonksiyonel Bar Örneği.....	84
Resim 3.4. Şarap Barı Örneği.....	85
Resim 3.5. Restoran Bar Örneği.....	86
Resim 3.6. Cafe Bar Örneği.....	86
Resim 3.7. Havuz Bar Örneği.....	87
Resim 3.8. Sahil Bar Örneği.....	88
Resim 3.9. Piyano Bar Örneği.....	88
Resim 3.10. Lalquila Bar Dans Pisti Zemin Aydınlatmasında Yıldız Efekt Uygulamasından Örnek 1.....	89
Resim 3.11. Lalquila Bar Dans Pisti Zemin Aydınlatmasında Yıldız Efekt Uygulamasından Örnek 2.....	89
Resim 3.12. Kamelya World Bar Aydınlatma Uygulaması Örnek 1.....	90
Resim 3.13. Kamelya World Bar Aydınlatma Uygulaması Örnek 2.....	90
Resim 3.14. Xanadu Hotel Bar Aydınlatma Uygulaması Örneği.....	91
Resim 3.15. Buzul Bar Aydınlatma Uygulaması Örnek 1.....	92
Resim 3.16. Buzul Bar Aydınlatma Uygulaması Örnek 2.....	92
Resim 3.17. Loulou Bar Aydınlatma Uygulaması Örnekleri.....	93
Resim 3.18. The Plaza Bar Tezgâhı Aydınlatma Uygulaması Örnekleri.....	93
Resim 3.19. The Plaza Bar Fiber Optik Uygulama Örnekleri.....	94

Resim 3.20. The Plaza Bar LED Uygulama Örnekleri.....	94
Resim 3.21. Club B LED Uygulama Örnekleri 1.....	95
Resim 3.22. Club B LED Uygulama Örnekleri 2.....	95
Resim 3.23. Truva Otel Restoran ve Bar Fiber Optik Uygulama Örnekleri.....	96
Resim 3.24. Mavi Papağan Bar/ Bar Tezgâhı LED Aydınlatması Örneği.....	97
Resim 3.25. Mavi Papağan Bar/ Oturma Bölümü LED Aydınlatması Örneği.....	97
Resim 3.26. Riva Diva Hotel Havuz Bar LED Aydınlatma Örneği.....	98
Resim 3.27. Bar Bankosuna Ait Aydınlatma Detayı.....	98
Resim 3.28. Kosca Restoran & Bar İç Mekân LED Aydınlatma Örnekleri.....	99

T.C.
HALIÇ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İÇ MİMARLIK ANABİLİM DALI
İÇ MİMARLIK PROGRAMI

“İLERİ AYDINLATMA TEKNİKLERİNİN BİR MEKAN ÖRNEĞİ ÜZERİNDE
İRDELENMESİ VE TASARIMA ETKİLERİ”

Hazırlayan
HAKAN İMERT

Tez Danışmanı
Yrd. Doç. Dr. İpek FİTOZ

ÖZET

Bu tezde, “İleri Aydınlatma Tekniklerinin Bir Mekân Örneği Üzerinde İrdelenmesi ve Tasarıma Etkileri” konusu araştırılmıştır.

Birinci bölümde, “Aydınlatmanın Tarihsel Gelişim Süreci ve Aydınlatma Tekniği” konuları hakkında genel bilgiler verilmektedir. Işık kaynakları incelenmektedir.

İkinci Bölümde, “LED ve Fiber Optik Aydınlatma Sistemleri” konusu araştırılmaktadır. Bu sistemlerin genel ve teknik özellikleri, kullanım alanları konuları incelenmektedir. Mekân tasarımına etkileri konusunda genel bilgiler verilmektedir.

Üçüncü bölümde, “İleri Aydınlatma Tekniklerinin Bar Mekân Tasarımına Etkileri” konusu örneklerle irdelenmektedir. Bu yolla, görsel olarak mekân üzerindeki etkiler saptanmaktadır. Bu noktadan hareketle incelenen örneklerden de anlaşılacağı üzere çıkarılan sonuç, bar mekân tasarımında ileri aydınlatma tekniklerinin etkisi, estetik ve dikkati çeken bir aydınlatma etkisi yaratma amacına yöneliktir.

Tezin sonuç bölümünde ise, ileri aydınlatma tekniklerinin mekân tasarımı üzerindeki etkileri değerlendirilmektedir. Görsel etkiler yanında ‘Maliyet’ konusu da ele alınarak ileri aydınlatma tekniklerinin bar mekân tasarımı üzerindeki önemi ortaya çıkarılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: LED, Fiber Optik, Bar, Aydınlatma

HALIC UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL SCIENCES
THE DEPARTMENT OF INTERIOR ARCHITECTURE
INTERIOR ARCHITECTURE PROGRAM

“THE EXAMINATION OF ADVANCED LIGHTING TECHNICS ABOUT A
SPACE SAMPLE AND EFFECTS TO PLANNING”

Prepared by
HAKAN İMERT

Thesis Adviser
Yrd. Doç. Dr. İpek FİTOZ

ABSTRACT

In this thesis, “The Examination Of Advanced Lighting Technics About A Space Sample and Effects to Planning” subject has been studied.

In the first section, general informations are given about “The Historical Evolution Of Lighting and Lighting Technics”. Light sources are examined.

In the second section, “LED and Fiber Optic Lighting Systems” subjects are studied. General and technical features of these systems and their utilization fields are analysed. General informations are given about their effects to space planning.

In the third section, “The Effects Of Advanced Lighting Technics To Space Planning In Bars” subject are studied with samples. In this way, the effects are determined with visual samples. The result, which is analysed with visual samples about effects of advanced lighting technics to space planning, is to create an esthetical and attractive lighting effects in spaces.

In the result section, the effects of advanced lighting technics to space planning in bars are analysed. Importance of advanced lighting technics’ effects to space planning in bars are appeared with usage of visual effects and ‘Cost’ subjects.

Key Words: LED, Fiber Optic, Bar, Lighting

GİRİŞ

Günümüzde yapay ışık, gün ışığı kadar önemli bir hale gelmiştir. Bunun en önemli nedeni, insanların artık zamanlarının çoğunu kapalı alanlarda geçirmesidir. Görsel algılamada, ilk başlangıçta uyarılan gözdür. Görme duyusu cisimlerden yansıyan ışığı beyindeki görme merkezine aktararak, bilinç seviyesinde biraraya toplar ve renk algılamasıyla birlikte görme olayını – görsel algılamayı oluşturur. Bu noktadan hareketle çıkarılan sonuç, yapay aydınlatmanın özellikle görsel algılama üzerindeki etkilerinin kanıtlanmış bir gerçeklik olduğudur. Yapay aydınlatmada aydınlatma elemanlarının, ışık renklerinin doğru seçimi, yüzey malzemesine göre değerlendirilmesinin yapılması, mekânın işlevi ve konforu için çok önemlidir.

LED ve Fiber Optik Aydınlatma Sistemleri de son yıllarda önemini arttırmış yapay aydınlatma elemanlarından. LED bazlı armatürlerde; en yüksek verimlilik, en uzun ömür için armatür tasarımında ve yapımında ele alınması gereken, elektronik, optik, termal ve elektromekanik aksamlar bulunmaktadır. DMX kontrol sistemi ve özel tasarlanmış sürücü devreleri ile renk değişimleri 16 milyon renge kadar mümkündür. Işık seviyeleri istenildiği şekilde ayarlanabilir. Bu özellikleriyle LED Aydınlatma Sistemleri tam bir ‘opto elektronik’ aydınlatma elemanlarıdır. Fiber optik aydınlatma teknolojisi ise, diğer aydınlatma teknolojilerinden oldukça farklı ve uygulama alanı yönünden sınırsız sayılabilecek özelliğe sahip bir teknolojidir. Fiber Optik Aydınlatma Sistemleri ile tasarım yalnızca hayal gücü ile sınırlıdır.

Bu çalışmada 1. Bölümde aydınlatma, genel özellikleri ve tarihsel gelişim süreci bakımından irdelenmektedir. 2. Bölümde LED ve Fiber Optik Aydınlatma Sistemleri ve özellikleri belirtilmektedir. 3. Bölümde ise, ‘İleri Aydınlatma Tekniklerinin Bar Mekân Tasarımı Üzerindeki Etkileri’ konusu örneklerle desteklenerek analiz edilmektedir

1. 1. Aydınlatma ve Yaşamdaki Yeri

1.1.1. Aydınlatmanın Gelişim Süreci

Aydınlatma eski çağlardan beri, özellikle de ateşin bulunmasından sonra, odun ateşinden yararlanmak şeklinde kullanılmaya başlandı. İlk yağ kandilleri, M.Ö. 3000 yıllarında ortaya çıktı. Bu gelişmeden 100 yıl sonra balmumu ve iç yağı ilk mumlar yapıldı. Aydınlatmanın tarihine ait ilk bulgular, 1902 yılında Fransa’da La Mouth Mağarasında bulunan toprak ve taş kandillerdir. Bunlarda büyük olasılıkla hayvansal yağlar kullanılıyordu. Roma döneminde ise daha çok mineral yağ tercih edilirdi.

Mumlar ise Yunan, Roma dönemleri ve bütün Orta Çağ boyunca kullanıldı. Mumlardan başka diğer yaygın bir aydınlatma aracı da boynuz, hayvan mesanesi, yağlı bez gibi malzemelerle rüzgâra karşı dayanıklı kılınabilen, taşınabilir fenerdi. Sokaklar ‘‘LATERNARİT’’ denen bu fenerlerle aydınlatılırdı. Şamdanlar da 4. y.y.’dan itibaren kullanılmaya başlandı. Gerçek anlamda mum, 16. y.y. başlarında ortaya çıktı. Stearik asidin bulunmasıyla mum evrim geçirdi. 19. y.y. başında, daha çok ışık ama daha az is yayan mumlar kullanılıyordu.

18. y.y. sonuna doğru gazla aydınlatma olanağı doğdu. Aydınlatmada gaz kullanımı tam olarak 1820’de yaygınlaştı. Bu sırada örme fitiller bulundu. Bunlara lamba şişelerinin de eklenmesiyle tekrar yağ lambalarına dönüldü. 1860 yılında petrol artık tam olarak yağın yerini aldığı anda ise 19. y.y. sonuna doğru yağ kullanımının ortadan kalkması kaçınılmaz olmuştu. Elektrikle aydınlatma çalışmaları, 1802 yılında İngiliz kimyacı Davy’nin, platin tele bir pille akım vererek ilk kez sabit ışık elde etmesiyle başladı. 10 yıl sonra da ark lambası ilkesi bulundu. 19. y.y. sonlarına gelindiğinde akkor lamba yapıldı. Ancak ampul içindeki vakum ve flaman konusunda ortaya çıkan sorunlar, yeterli bir lamba olmasını engelliyordu. 1879’da Edison, iki günlük ömrü olan bir ampul yaptı. 1909 yılında ise ilk tungsten flaman elde edildi. Aynı yıl, Claude tarafından ışık tüpleri üretildi. 1933 yılından sonra da civa buharlı, sodyum buharlı ve nihayet flüoresan lambalar kullanılmaya başlandı. Bu lambalar hem düşük akım tüketimi hem de gün ışığına benzer bir ışık verme özelliklerinden dolayı çok yaygın olarak bugün de kullanılmaktadır.

Resim 1.1. Aydınlatma Tasarımına Günümüzden Bir Örnek¹



1.1.2. Aydınlatma Tekniği ve Önemi

“Aydınlatma; nesnelere, bunların çevrelere ya da bir bölgeye, bir kent bölgesine, görülebilmeleri için ışık uygulamaktadır”.²

“Aydınlatma”; belirli nesne ve yüzeyler üzerine, görsel algılamaya en elverişli biçimde ışık uygulamaktadır. “Aydınlatma tekniği” ise; insan gözünün ışık ve renk görme özelliklerini, ampulleri ve aydınlatma armatürlerinin türlü özelliklerini, yüzeylerin ve gereçlerin ışık yansıtma ve geçirme özelliklerini, estetik ve mimari kavramları, türlü ölçme tekniklerini oldukça karmaşık hesapları içeren çok geniş alana yayılmış bilimsel veri ve bilgilerden yararlanan bir bilim, sanat dalı ve uzmanlık koludur.”³

“Aydınlatmada amaç; belli bir aydınlık düzeyi elde etmek değil, iyi görme koşullarını sağlamaktır.”⁴

“İyi görmek, nesnelerin ufak ayrıntılarını, biçimsel ve üç boyutlu özelliklerini, renk ve doku ayrımlarını ve nesne konum ya da yer değiştiriyorsa, tüm

¹ http://www.damla-led.com/web2005/r_kak.htm.

² Sirel, Şazi, **Aydınlatma Sözlüğü**, İstanbul, YEM Yayınları, 1997, s. 18.

³ Esen, Aydın, **Aydınlatma Ders Notları**, M.S.G.S.Ü., İstanbul, 2000.

⁴ A.g.e.

özelliklerini, hiç zorlanmadan, yorulmadan uzun süre rahatça görebilmek demektir”.⁵

“Aydınlatmada görünürlülüğün sağlanması; iyi bir görüntünün elde edilmesi ve görüntünün gereği gibi olmasının sağlanması olmak üzere üç amaç vardır.”⁶

1- “Görünürlülüğün sağlanmasında amaç, nesnelerin varlıklarının görsel yolla anlaşılır duruma gelmesi gibi tanımlanabilir. Bu yaklaşımda amaç yalnızca aydınlığın niceliği, diğer bir ifadeyle kaç lüks aydınlık elde edildiğidir. Uygulamanın çok büyük bir bölümünde bu yaklaşım söz konusudur.

2- İyi bir görüntünün elde edilmesinde, aydınlığın niceliği yanında ve ondan çok daha önemli olarak aydınlığın niteliği konusu devreye girer. Görme koşullarının “iyi” olarak nitelendirilmesi, aydınlatma tekniğinde aşağıdaki sonuçların elde edilmiş olması koşuluna bağlanmıştır.

- a-** Görünmesi gereken en ufak parçaları kolayca görebilmek,
- b-** Yüzey biçimlerini ve dokuları doğru algılayabilmek,
- c-** Devingenliği, yön, hız, ivme vb. bileşenleri ile doğru algılayabilmek,
- d-** Renkleri doğru görebilmek ve en ufak renk ayrımlarını fark edebilmek,
- e-** “İyi görme” yi yorulmadan uzun süre sağlayabilmek gerekir.

Bu sonuçlardan gerekli olanların seçimi ve bunların sağlanması, aydınlatma tekniğinin eksiksiz uygulanmasına bağlıdır.

3- Aydınlatma ile elde edilen görüntünün gereği gibi olması, diğer bir ifadeyle belli bir amaca, bir isteğe uygun olması, konuya yalnız teknik açıdan değil, buna ek olarak sanatsal ve mimari açıdan da yaklaşmayı zorunlu kılar. Bu durumda aydınlatma tekniği belli estetik kurallar, bir mimari anlayış içinde uygulanmalıdır.”⁷

“Günümüzde aydınlatma öncelikle kişilerin asgari fizyolojik görme ihtiyacına cevap verme gayesini gütmekle birlikte, ekonomik koşullar içerisinde, görme konforunu ve iş verimini yükseltmeye, ayrıca mimarlıkta hacim ve yüzeylerin mimari özelliklerini de vurgulamaya çalışan özel bir tekniktir.”⁸

“Uygun aydınlatma; amacı iyi tespit edilmiş, bu amaca ve aydınlatma tekniğinin gereklerine uygun olarak projelendirilmiş, projesinde de gerek ışık

⁵ Sirel, Şazi, **Aydınlatma Enerji Kaybı**, İstanbul, YFU Yayınları, 1992.

⁶ Sirel, Şazi, **Aydınlatma ve Mimarlık**, sayı 110, İstanbul, YEM Yayınları, 1997, s. 102.

⁷ A.g.e., s. 102.

⁸ Esen, Aydın, **Aydınlatma Ders Notları**, M.S.G.S.Ü., İstanbul, 2000.

kaynakları, gerekse aydınlatma armatürleri yönünden kullanım amacına en uygun seçimler yapılmış olan aydınlatmadır.”⁹

“Uygun aydınlatma sonucu;

- 1- Gözün görme yeteneği artar,
- 2- Göz sağlığı korunur,
- 3- Kazalar azalır,
- 4- Yapılan işin verimi yükselir,
- 5- Ticarete iş hacmi artar,
- 6- Ekonomik potansiyel artar,
- 7- Güvenlik sağlanır,
- 8- Estetik hislere ve konfor ihtiyacına cevap verir.”¹⁰

“Bu nedenle gelişen teknoloji takip edilmeli, geçici, verimsiz, düşük kaliteli ve ilk bakışta ucuz görünen sistemler ve aydınlatma elemanları yerine kalıcı, yüksek verimli ve kaliteli, ucuz vadede özellikle işletme maliyeti yönünden ucuz olan sistem ve elemanlar tercih edilerek gerçek anlamda ekonomi sağlayan çözümlere gidilmelidir.

Bir yerin, bazı bölgelerindeki özel gereksinimler dikkate alınmadan, oldukça eşdeğerde bir aydınlık düzeyinin elde edilmesine “genel aydınlatma” denir. Örneğin bir sınıfta, okuma salonunda, aynı türden işlerin yapıldığı mekânlarda genel aydınlatmaya gereksinim vardır. Belli bir bölgenin kendine özgü gereksinimlerine cevap verecek şekilde aydınlatılmasına ise “bölgesel aydınlatma” denir. Büyük bir hacmin ufak bir bölümünde özel aydınlık gerekiyorsa, belli bir iş için çok fazla aydınlığa gereksinim varsa bölgesel aydınlatma yapılır. Yalnız burada dikkat edilecek önemli nokta, bir hacmin bir bölümünde bölgesel aydınlatma yapıldığı zaman hacmin bütününde de belli oranlardan az olmamak şartıyla genel aydınlatmanın yapılmasının gerekliliğidir. Aksi takdirde göz kamaşması, yorgunluk gibi sakıncalar ortaya çıkar.”¹¹

Aydınlatma ışığın geliş yönüne göre ise: “direkt”, “yarıdirekt”, “homojen”, “yarıendirekt” ve “endirekt aydınlatma” olarak adlandırılır.

Işığın %10-0’ı yukarıya, %90-100’ü aşağıya yansıtan aydınlatma şekli “direkt aydınlatma”dır. En az enerji sarfedilerek en çok verim elde edilir. Kesin

⁹ A.g.e.

¹⁰ A.g.e.

¹¹ Şerefhanoglu, Müjgan, **Konutlarda Aydınlatma**, İstanbul, Karaca Basımevi, 1972, s. 63.

sınırlı sert gölgeler oluşur. Yansıma ve kamaşma fazla olduğundan göz yorgunluğuna sebebiyet verir, baş ağrısı yapar. Yansıma ve kamaşmayı azaltmak için armatür adedi artırılır. Direkt görmemek için ampuller armatürde derine yerleştirilir. Devamlı ışık kullanılan fabrika, atölye gibi yüksek tavanlı yapılarda, cadde ve sokaklarda, tavan ve duvarlarında estetik özellikleri olmayan mekânlarda kullanılır.

Işığın %10-40'ı yukarıya, %90-60'ı aşağıya yansıtan aydınlatma şekli "yarıdirekt aydınlatma"dır. Aydınlatma armatüründen çıkan ışınların bir kısmı yansiyarak geldiğinden gölgeler yumuşamaya başlar. Kesin gölge sınırları yok olur. Kamaşma nispeten azalmaya başlar. Armatürden çıkan ışınların bir kısmı tavan ve duvarlarda yutulur. Bu yüzden aydınlatma verimi biraz düşer. Tavan yüksekliği normal olan mağaza ve lokanta gibi yerlerde kullanılır.

Işık her yeri eşit oranda aydınlatıyorsa buna "homojen aydınlatma"denir. Bu tip aydınlatmada ışığın büyük kısmı tavan ve duvarlardan yansır ve gölge yumuşar. Yansıma ve kamaşma belli oranda azalır. Armatürden çıkan ışınların büyük bir kısmı kullanılan malzemenin cinsine ve rengine göre yutulduğundan verim düşer. Okul, büro, kütüphane ve hastane gibi yüksek tavanlı yerlerde kullanılır.

Işığın %60-90'ı yukarıya, %40-10'u aşağıya yansiyorsa, bu tip aydınlatma şekli "yarıendirekt aydınlatma" olarak adlandırılır. Armatürden çıkan ışınların büyük kısmı tavandan yansıdığından dolayı tavan ışık üreticisi durumuna gelir ve aydınlatma verimi düşer. Yansıma ve kamaşma azaldığından dolayı ise göz rahatlar. Tavan ve duvarlarda estetik özellikler varsa ve gösterilmek isteniliyorsa kullanılır.

"Endirekt aydınlatma" ise ışığın %90-100'ü yukarıya, %10-0'ı aşağıya yansıtan aydınlatma şeklidir. Tavan tamamıyla ışık üreticisi durumuna geldiğinden aydınlatma verimi çok düşüktür. Işık duvar ve tavandan yansıdığından dolayı duvar ve tavan malzemesinin önemi de büyüktür. Yansıma ve kamaşma yok olmuştur. Fazla ışık istenmeyen estetik tavanlı mekânlarda kullanılır.

1.1.2.1. Aydınlatmada Temel Kurallar

"Aydınlatma tasarımındaki genel kuralları şu şekilde sıralayabiliriz;

1- Belli nesnelere ve/veya alanları aydınlatacak ışık, buralara yönlendirilmeli ve kesinlikle göze gelmemelidir. Gözün ışık kaynağını görmesi, hem rahatsız edici ve

yorucudur hem de oluşturulan aydınlıktan yararlanmayı azaltır. Diğer bir ifade ile göze gelen ışık, aydınlatılan nesne ya da alanların, olduğundan daha karanlık görünmesine neden olur.

2- Bir yüzeyde girinti ve çıkıntılarının algılanması önem taşıyorsa, bu yüzey için, baskın doğrultulu bir ışık alanı oluşturulmalı ve baskın doğrultu yüzeydeki girinti ve çıkıntılarının eğimine göre ayarlanmalıdır. Tüm üç boyutlu dokuların aydınlatılmasında aynı kural geçerlidir.

3- Gölge niteliği bakımından, içinde yaşanan iç mekanlarda yumuşak ve saydam gölgeli bir aydınlık oluşturmak uygun olur. Kara gölgeli aydınlıklar, oluşturdukları ışıklılık karşıtlıkları nedeniyle ilgi çekici fakat yorucudur. Bu tür aydınlıklar ancak vitrin ve sahne gibi içinde yaşanmayan ve kısa süre bakılan yerlerin aydınlatmaları için uygundur.

4- Sert gölgeli aydınlıklar düzlem olmayan yüzeylerde, var olmayan çizgiler oluşturabilir. Böylece sert ve gerçek dışı görüntülere neden olabilir. Bu nedenle yalnızca özel amaçlar için kullanılmalıdır.

5- Bakılan alan, çevre alandan daha aydınlık olmalıdır. Okunan bir kitabın sayfaları, çalışılan bir tezgâhın üstü, bir konuşmacının yüzü, bir yazı tahtası, yakın çevreye oranla daha karanlık olmamalıdır.

6- Bakılan alan ile çevre alanlar arasındaki ışıklılık oranları yorucu karşıtlıklar (kontrastlar) oluşturmamalıdır.

7- Büyük karşıtlıklar, küçük karşıtlıkların görülebilmesini engeller. Bu kural renk açısından da geçerlidir. Işığın göze gelmemesi, diğer bir ifadeyle gözün ışık kaynağını görmemesi gereklidir. Görsel algılama, renk ve ışıklılık karşıtlıklarının algılanmasından başka bir şey olmadığına göre, aşırı karşıtlıklar oluşturarak, bakılan yerin eksik algılanmasına meydan verilmemelidir.

8- Mat nesnelere, üzerlerinde oluşturulan aydınlık ile görünür duruma gelirler. Parlak nesnelere ise üzerlerinde oluşan çevre görüntüsü ile algılanırlar. Tam mat nesnelere kendi görünürlükleri de tamdır. Ayna gibi tam parlak yüzeyli nesnelere ise, tam olarak görünürlük, oluşan çevre görüntülerinin görünürlüğüdür. Tam mattan tam parlağa değişen ara durumlarda nesnelere kendi görünürlükleri de buna göre değişir.¹²

¹² Sirel, Şazi, **Aydınlatma Tasarımında Temel Kurallar**, İstanbul, YFU Yayınları, 1996, s. 5,6.

9- Mat nesnelere aydınlatılmasında elde edilecek sonuç, bu nesnelere üzerinde oluşturulacak aydınlığa, dolayısı ile bunların ışıklılığına bağlıdır. Parlak nesnelere üzerinde oluşturulacak aydınlık ise, bunların kendi görünürlüklerinde pek etkili olmaz. Yansıttıkları yüzeylerin aydınlatılması ve gerekli ışığa kavuşturulması gerekir.

10- Çok küçük mat ve parlak yüzeylerden oluşmuş iki boyutlu dokuların vurgulanması mat ve parlak yüzey elemanları arasında yeterli ışıklılık ayrımı oluşturmakla elde edilir. Bunun nasıl yapılabileceği sekiz ve dokuz numaralı kurallarda açıklanmaktadır.

11- Parlak nesnelere yansıttıkları yüzeylerde büyük ışıklılık karşıtlıkları varsa, bu nesnelere iyice parlak görünür. Bu nesnelere yansıttıkları yüzeylerde ışıklılık karşıtlıklarının azalması ile nesnelere algılanan parlaklıkları da azalır. Işıklılık karşıtlığı olmayan ya da çok az olan bir ortam içindeki parlak nesnelere mat görünür. Parlak nesnelere, olduğundan daha parlak ya da mat görünmesini gerektiren durumlar vardır. Aydınlatmada çevre düzeni buna göre kurulmalıdır.

12- Parlak nesnelere biçimlerinin algılanması, bunlar üzerinde çizgisel görüntülerin oluşmasına bağlıdır. Aynı zamanda parlaklığında vurgulanması gerekiyorsa, bu çizgisel görüntüler, çizgisel (doğrusal) ışık kaynaklarının görüntüleri olabilir.

13- Aydınlatmada, aydınlatan ışığın rengi ile aydınlanan nesne ve yüzeylerin renkleri arasındaki ilişkiler çok önemlidir. Değişik spektrumlu ışıklar, özdeş renklerde çok büyük renk türü değişikliklerine neden olabilir.

14- Dış aydınlatmada; kale, sur, şato gibi eski yapıların ve bunların kalıntılarının sıcak renkli ışıklar ve özellikle yüksek basınçlı sodyum buharlı lambanın sıcak sarı ışığı ile aydınlatılması uygun olur. Yeni taş yapılar ya da beyaza yakın renkli yapılar beyaz renkli ışıkla aydınlatılmalıdır. Metal ve cam yüzeyli çağdaş yapıların dış aydınlatmasında soğuk renkli ışıklar ya da başka renkli ışıklar kullanılabilir. Bu tür yapıların yüzeyleri parlak olabileceğinden, konu bu açıdan ele alınmalı ve aydınlatmanın dolaylı yollarını da kapsayan bir etüt ile işe başlanmalıdır.

15- Yapı dış yüzeyleri aydınlatılırken, anlamsız bir görüntü oluşturacak olan düzgün yayılmış aydınlıktan kaçılmalıdır. Yapı yüzeyi etüt edilerek, buradaki devigenliği vurgulayacak ve mimari anlatımı belirginleştirebilecek yeterli ışık ayrımları yaratılmalıdır.”¹³

¹³ A.g.e., s. 6.

16- “Kent aydınlatmasında konu, bölge ya da kentsel diziler olarak ele alınmalıdır. Karanlık içinde tek bir yapının aydınlatılması çok yönlü ciddi etütleri gerektirir.

17- Kent içi dış aydınlatmalarda, belli bir bölgede, örneğin bir meydanı çevreleyen yapıların yüzeylerinde tek renk ışık kullanmaya özen gösterilmelidir. Farklı bir renk ile bir vurgulama yapılmak isteniyorsa bunun çok iyi etüt edilmesi gerekir. Bu durumda bile ışık rengi sayısı ikiye aşmamalıdır. Daha iyi bir çözüm, vurgulamamın aynı rengin daha doymuşu ile yapılmasıdır.

18- Bitkilerin ve suların aydınlatılması mutlaka soğuk renkli ışıkla yapılmalıdır. Sular (havuzlar, göletler v.b.) su içinden aydınlatılmalı ya da bunları çevreleyen ağaçlar aydınlatılarak karanlık su yüzeyinde bunların görüntüleri elde edilmelidir. Su yüzeyinin parlak ve yansıtma çarpanının da düşük olduğu unutulmamalıdır.

19- Ağaçlık alanların aydınlatılmasında her ağacın aydınlatılması en büyük yanıştır. Aydınlatma, ağaç grupları için yer yer yapılmalı ve aydınlatılmış ağaç grupları bırakılmalıdır. Işık kaynağını yükseğe koyup ağaçların gövdesi karanlıkta bırakılarak ağaçlar yerden koparılmamalıdır. Işığın göze gelmemesi de sağlanmalıdır.

20- Tüm dış aydınlatma konularında da ışığın göze gelmemesi kuralı titizlikle uygulanmalıdır. Özellikle, parlak yüzeyli yapılarda ışık kaynaklarının görüntüleri de düşünülmalıdır.”¹⁴

1.2. Aydınlığın Nicelik ve Niteliği

1.2.1. Aydınlığın Niceliği

“Aydınlığın niceliği tek boyutlu bir kavramdır. Aydınlık düzeyi alçaktan yükseğe (karanlıktan aydınlığa) doğru değişim gösterir. Görme organı (gözden, beyindeki görsel algıları değerlendirme merkezine uzanan sistem), bu değişime değişik kademelerdeki ayarlanmalarla büyük oranda uyabilir. Göz, karanlığa ve fazla aydınlığa alışabilir. Buna, gözün aydınlık düzeyine uyması denir.”¹⁵

¹⁴ A.g.e., s. 7.

¹⁵ Sirel, Şazi, **Aydınlığın Niteliği**, İstanbul, YFU Yayınları, 1992, s. 2.

“Örneğin, dolunay ışığında birkaç satır yazı okunabilir. Ay ışığının oluşturduğu aydınlığın yüzbinlerce katı olan günışığı aydınlığı düzeyi de alışılmış bir aydınlık düzeyidir. Buna karşılık,

- Görülmesi gereken ayrıntıların boyutları,
- Nesnelerin yansıtma çarpanları,
- Nesne ile çevre ya da fon arasındaki ışıklık karşıtlığı,
- Görsel algılama süresi,
- Görme konusunun devingenliği,
- Kişinin yaş durumu,
- Mekanda yapılacak işin incelik ve kabalığı,
- Kişilerin çalışma süreleri

gibi verilere göre, sağlanması gereken en düşük ve kimi zaman da en yüksek aydınlık düzeyleri saptanmış ve bunlar değişik kuruluşlarca çizelgeler biçiminde yayınlanmıştır. Gerekli aydınlık düzeyi bu çizelgelere göre belirlenir.”¹⁶

1.2.2. Aydınlığın Niteliği ve Işık Kavramı

“Aydınlığın Niteliği, çok boyutlu ve karmaşık bir kavramdır. Aydınlığın niteliğinin, görsel algılama konusunun (ya da konularının) özelliklerine göre belirlenmesi gerekir. Böylelikle görme en iyi bir biçimde olur. Bu nedenle tam bu noktada görme konusuna değinmemiz gerekmektedir.

Görme ya da görsel algılama; insanın dış dünya, yakın ve uzak çevre ile olan algısal ilişkiler bütününde %95’e varan bir yer kaplar. Bu bakımdan, görmenin eksiksiz ve kusursuz olması büyük önem taşır. Görme ışık aracılığı ile olur. Nesnelere yansıyan ve geçen ışığın göze gelmesi ile bu nesnelere görülür. Bu nedenle ışığın niteliği, dolayısı ile aydınlığın niteliği iyi görmenin kesin belirleyicisidir.”¹⁷

¹⁶ A.g.e., s. 2,3.

¹⁷ Sirel, Şazi, **Aydınlığın Niteliği**, İstanbul, YFU Yayınları, 1992, s. 4.

“Görsel algılama konusunun (görülmesi gereken nesne ya da nesnelere bütünü), özelliklerine uygun olmayan bir aydınlık niteliği, gerekli görme koşullarını sağlayamaz. Görme organı da, aydınlık düzeyinde olduğunun aksine bu durumda yanlış niteliğe uyarak görme koşullarını düzeltmez. Gözün bu tür bir uyumu kesinlikle söz konusu değildir. Çünkü göz kendi dışındaki görüntüyü değiştiremez.”¹⁸

1.2.2.1. Işık Tanımı

Işığın çeşitli tanımları vardır. “Işık, görülebilen radyasyondur. Gözdeki foto reseptörlerin algıladığı enerji veya elektromanyetik dalgadır. Ancak gözün tepkisi daha sonra ortaya çıkar. Elektromanyetik dalgalar; yüzeyler, objeler ve malzemelerle etkileşime girdiğinde ışık algılanır. Bu yansıyan ve/veya gönderilen ışık, görsel sahnemizi oluşturur.”¹⁹ “Işık, göze etki eden ve görme olayını doğuran bir enerjidir. Dalga kuramına göre ışık, elektromanyetik ışınım (radyasyon) enerjisinin özel bir şeklidir. Belirli bir yayılma hızına, dalga boyuna ve frekansa sahiptir. Işığın yayılma hızı boşlukta yaklaşık saniyede 300.000 km’dir. Kuantum kuramına göre ise, ışığın enerjisi ışık kaynaklarından çok ufak fotonlar halinde her yöne fırlatılır.”²⁰

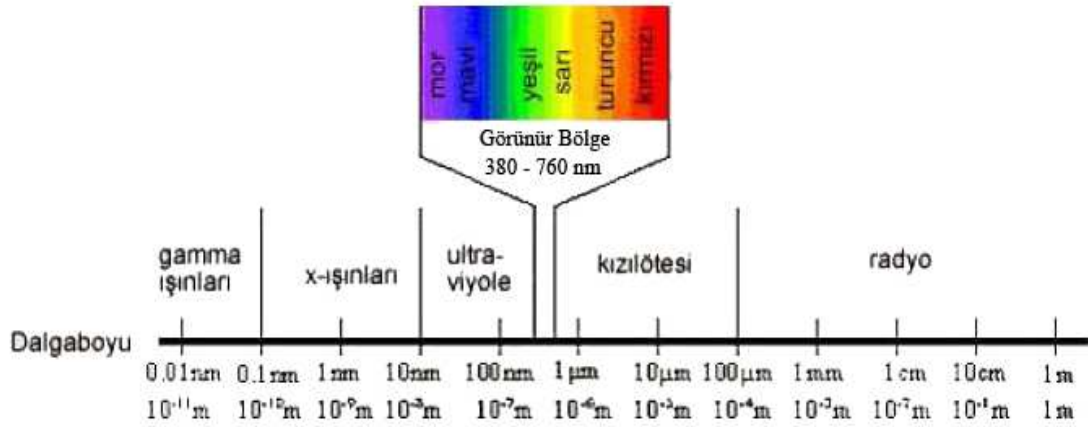
“Isaac Newton’un savunucusu olduğu Foton Teorisi’ne göre; ışığın, homojen ortamlarda, doğrusal ışınlar şeklinde yayılan fotonlardan meydana geldiği kabul edilmektedir. Geometrik optiğin bütün olayları, bu teoriye dayanarak açıklanabilmektedir.”²¹

¹⁸ A.g.e., s. 4.

¹⁹ Steffy, G., Architectural Lighting Design, 2nd Edition, 2002, s. 2.

²⁰ Şerefhanoglu, Müjgan, **Konutlarda Aydınlatma**, İstanbul, Karaca Basımevi, 1972, s. 3.

²¹ **Işık Hayattır**, Temel Aydınlatma Kitapçığı, Lamp 83, s. 7.

Şekil 1.1. Dalga Boylarına Göre Sınıflandırılmış Elektromanyetik Enerji Tayfı²²

James Clerk Maxwell'in 'Elektromanyetik Dalga Teorisi'ne göre; ışığın, bütün cisimlerin içine girebilen ve boşluğu da dolduran bir ortamdaki elektromanyetik dalgalardan meydana geldiği kabul edilmektedir. İnsan gözü elektromanyetik tayfın (Şekil 1.1.) çok dar sayılabilecek bir bandı olan kızılötesi ve morötesi radyasyon arasındaki dalga boyuna sahip ışıkları algılar ve görme olayı gerçekleşir. Dalga boyunun 760 nanometre (kırmızı) ile 380 nanometre (mor) aralığına 'ışık tayfı' denir. Her dalga boyu kırmızıdan mora doğru farklı renkler olarak algılanır: kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi, lacivert, mor. Ancak göz, ışık tayfının tüm dalga boylarına karşı aynı derecede duyarlı değildir. En fazla etkilendiği dalga boyu ise 555,5 nanometre olan sarımsı yeşil ışıktır.

1.2.2.2. Işık Akısı (Φ)

"Bir ışık kaynağının ışık akısı, her doğrultuda verdiği toplam ışık miktarıdır."²³ Işık akısı, en temel ışık ölçüm verisidir ve birimi lümen (lm) dir. Işık kaynakları lümen oranıyla ifade edilir. Örneğin; bir T12 40 watt flüoresan lamba, 3050 lümen ölçüsündedir. Benzer olarak, bir ışık fikstürü de lümen ile ifade edilir. Lambaların ve fikstürlerin zamanı geçtikçe ve kirlendikçe lümen değerleri düşer. Lamba verileri, başlangıç değerleri baz alınarak ifade edilir.

²² www.cscrs.itu.edu.tr.

²³ Esen, Aydın, **Aydınlatma Ders Notları**, M.S.G.S.Ü., İstanbul, 2000.

1.2.2.3. Işık Şiddeti (I) ve Etkinlik (e)

“Işık şiddetinin simgesi ‘I’, birimi kandela, biriminin simgesi ise (cd)’dir. Noktasal bir ışık kaynağının herhangi bir ‘ α ’ doğrultusundaki ışık şiddeti, bu doğrultuyu içine alan ‘ $\Delta\Omega$ ’ uzay açısından çıkan ‘ $\Delta\Phi$ ’ ışık akısının, ‘ $\Delta\Omega$ ’ uzay açısına bölümü ile elde edilir. Bu tanımdan giderek, her doğrultuya göre düzgün bir şekilde ışık yayan ve 1 steradyan’lık uzay açısı içinden 1 lm’lik ışık akısı geçiren bir noktasal ışık kaynağının ışık şiddeti, 1 cd’dır diyebiliriz.”²⁴ “Belli bir açıda gönderilen ışık akısı miktarına ışık şiddeti denir.”²⁵ “Işık kaynağının yayımladığı ışık akısının (lm), o akıyı elde etmek için harcanan enerjiye (W) oranı ise etkinlik olarak tanımlanır. Enerji tasarrufu sağlamak ve sistemin işletme maliyetlerini düşürmek amacıyla ışık etkinliği yüksek olan ışık kaynağı tercih edilmelidir.”²⁶

1.2.2.4. Aydınlık Düzeyi

“Aydınlik, bir yüzeyin, bir noktasını çevreleyen sonsuz küçük bir parçacığın aldığı akının, bu yüzey parçacığının alanına bölümüdür.”²⁷ “Aydınlığın nicel ifadesi aydınlık düzeyidir. Simgesi ‘E’, birimi lüx (lümen/m²) dir. Aydınlik düzeyi kısaca, birim alana düşen ışık akısı olarak tanımlanabilir. 1 m²’lik bir yüzeye düşen ışık akısı 1 lm ise bu yüzey üzerinde oluşan aydınlık düzeyi 1 lüx ya da 1 lm/m²’dir. Bir yüzeyde oluşan aydınlık düzeyi, yüzeyin türüne bağlı değildir. Yüzeyin yansıtma özelliği ne olursa olsun, örneğin; yüzey siyah ya da beyaz olsun, aydınlık düzeyi yalnız yüzey üzerine gelen ışık akısı yoğunluğunun bir fonksiyonudur.”²⁸

“Gözün görme yeteneği, aydınlık düzeyine bağlı olarak değişim göstermektedir. Aydınlik düzeyi mekânın fonksiyonuyla birebir ilişkilidir. Bir mekânın özellik ve karakteri ile ters düşen bir aydınlık düzeyi değişimleri o mekânın anlatımına ters düşebilir ve istenmeyen sonuçlara yol açar. Aydınlik düzeyi değişimlerinin renk düzeni ve doymuşluğu ile de birebir ilişkisi vardır. Bu konuda bilinçsizce yapılan aydınlatmayla istenmeyen gölgeler, ışık lekeleri oluşur. Bu

²⁴ **Temel Aydınlatma Bilgileri**, Lamp 83 Kataloğu, s. 8.

²⁵ **Esen, Aydın, Aydınlatma Ders Notları**, M.S.G.S.Ü., İstanbul, 2000.

²⁶ **Temel Aydınlatma Bilgileri**, Lamp 83 Kataloğu, s. 13.

²⁷ **Sirel, Şazi, Aydınlatma Sözlüğü**, İstanbul, YEM Yayınları, s. 19.

²⁸ **Temel Aydınlatma Bilgileri**, Lamp 83 Kataloğu, s. 8.

yüzden aydınlatma tasarımında aydınlık düzeyi değişimleri dikkatle ele alınarak uygulanmalıdır.

Aydınlık düzeyi belirlenirken, mekânda yapılacak işin inceliği, kabalığı, görülecek objenin açık veya koyu renkli oluşu (koyuysa daha fazla aydınlık düzeyi gerekir) görülecek obje ile fonu arasındaki açıklık koyuluk farkı, kullanıcının çalışma süresi ve hızı, görülmesi gereken obje hareketliyse, objenin hızı (arttıkça daha fazla aydınlık düzeyi gerekir) ve yaş faktörü (yaş ilerledikçe daha fazla aydınlık düzeyi gerekir) göz önünde tutulmalıdır.”²⁹

1.2.2.5. Parıltı

“Parıltının simgesi ‘L’, birimi Nit (bu birim yerine çoğunlukla cd/m^2 kullanılmaktadır) dir. Parıltı, gözü etkileyen bir ışık kaynağının ışıksal büyüklüğü ile ilgilidir. Belirli bir gözlemlene doğrultusunda 1 cd ışık şiddeti doğuran ve bu doğrultuya dik düzlem üzerindeki izdüşümü $1 m^2$ olan bir yüzeyin parıltısı 1 Nit (cd/m^2) dir.”³⁰

Parıltının görsel algılamadaki rolü çok önemlidir. Görülen herşey değişik parıltıları olan renkli ya da renksiz yüzeylerdir. Bir yerdeki aydınlık düzeyi, aydınlatma problemleri için çok önemli bir büyüklük olmakla beraber, göz tarafından doğrudan doğruya görülemez. Ancak, bu aydınlık düzeyinin etkilediği yüzeyler, ışık yansıtma çarpanları ve aydınlık düzeyinin değerine bağlı olarak, az ya da çok ışıklı olarak görülürler. Başka bir deyişle, görülen aydınlık düzeyi değil, parıltıdır. Örneğin; yazı tahtası üzerindeki tebeşir çizgisi daha parlak, daha ışıklı görülür. Bunun nedeni, aynı aydınlık düzeyinin etkisinde bulunmalarına karşın, beyaz çizginin ışık yansıtma çarpanının, siyah yazı tahtasının ışık yansıtma çarpanından daha büyük olmasıdır. Görsel hedef ve çevresinin aydınlatılma şekli, yapılan işin görülebilirliğini etkiler. Parıltısı yüksek ve renkli olan yüzeyler daha fazla dikkat çeker. Bir çevrede belirli bir görsel işe odaklanmak isteniyorsa, görsel işin yapıldığı bölgenin daha renkli olmasını ve parıltısının daha yüksek olmasını sağlayarak, dikkatin bu noktaya çekilmesi ve bu noktada tutulması gerçekleştirilebilir.

²⁹ Esen, Aydın, **Aydınlatma Ders Notları**, M.S.G.S.Ü., İstanbul, 2000.

³⁰ **Temel Aydınlatma Bilgileri**, Lamp 83 Kataloğu, s. 8.

1.2.2.6. Kamaşma

“Işıklılıkların uygun olmayan dağılımları ya da aşırı bir karşıtlık sonucu, nesnelerin ya da bunların ayrıntılarının ayırt edilmesinde bir yetenek eksikliği ya da bir güçlük, bir sıkıntıya yol açan görme koşulları kamaşma olarak tanımlanır.”³¹
 “Görsel alan içinde bulunan ışık kaynaklarının parıltıları arasındaki farklılığın gerekenden az olması durumu, görme yeteneğinin azalmasına bağlı olarak, görsel performansın azalmasına ve görsel açıdan konforsuzluk durumuna, kontrastın çok fazla olmasına, dolayısıyla kamaşma olayına neden olmaktadır. Kısaca, çevrede parıltı kontrastının yükselmesi kamaşmaya neden olur. İki tür kaynaşma olayından söz edilir:”³²

- **Yetersizlik Kamaşması:** “Kullanıcının görsel iş yapma yeteneğini düşürür. Işığın retina üzerinde saçılması nedeniyle meydana gelir. Gözün kontrast duyarlılığının düşmesi ile açıklanabildiğinden, ölçülebilir bir büyüklüktür. Yetersizlik kamaşması, ışık kaynağının parıltısı ve alanı ile doğru, kaynakla görsel hedef arasındaki açı ile ters orantılı olarak değişim gösterir. Bu nedenle, görsel hedef ile kamaşmaya neden olan kaynak arasındaki parıltı kontrastını azaltmaya yönelik olarak, aşağıda önerilen pratik önlemlerde yetersizlik kamaşmasını önlemek olanaklıdır:

1. Kamaşma kaynağının açısal sapmasını arttırarak (bu sapma 40° değerine ulaştığında yetersizlik kamaşması ihmal edilebilir düzeye inebilir),
2. Kamaşmaya neden olan kaynağın görülen alanını büyütme yoluyla parıltısını azaltarak ya da kaynağı ışık yayıcı veya kesici bir elemanla maskeleyerek,
3. Görsel hedefteki aydınlık düzeyini yükselterek,
4. Görsel hedef çevresindeki parıltıyı, hedef parıltısının 1/10’u ile 1/1’i arasında tutarak,
5. Görsel hedef ve çevresinde yüksek yansıtıcı yüzeylerden kaçınarak önlenabilir.”³³

³¹ Sirel, Şazi, *Aydınlatma Sözlüğü*, İstanbul, YEM Yayınları, s. 92.

³² Şahin, Pınar, *Aydınlatma Tasarımı ve Mağaza Kimliğine Katkısı*, Sanatta Yeterlik Tezi, İstanbul, M.S.G.S.Ü., s. 5,6.

³³ A.g.e., s. 6.

- **Konforsuzluk Kamaşması:** “Binalarda daha çok karşılaşılan bir kamaşma türüdür ve görsel işin belirli bir rahatsızlık duyumu altında yapılması sonucunu doğurur. Konforsuzluk kamaşmasının değerlendirilmesinde, kamaşmaya neden olan kaynağın parıltısı ve bakış doğrultusuna göre konumu (pozisyon faktörü), kaynağın gözlemlene noktasından görülen uzaysal açısı ve çevre parıltısı değişkenlerinin fonksiyonu olarak hesaplanabilen ‘Kamaşma İndeksi’ ölçütleri kullanılmaktadır.”³⁴

1.2.2.7. Işığın Rengi

“Görsel algılamamanın gerçekleşmesi için görme organı, maddesel bir varlık ve maddesel varlığı aydınlatan ışık gibi üç öğeye gereksinim vardır. Görsel algılama, aydınlanmış maddesel varlıklardan gelen ışıkların gözümüze ulaşması sonucunda oluşan bir olgudur. İnsanlar çevrelerindeki varlıkların rengini ise, bunlardan gelen ışığın rengine göre belirler ve algırlarlar.

Renk; “tür”, “değer” ve “doymuşluk” ifadeleri ile belirtilir. “Renk türü”; ışığın dalga boyuna bağlı olarak kırmızı, sarı, yeşil, mavi gibi rengin çeşidini belirtir. “Renk değeri”; rengin açıklık veya koyuluk derecesini ifade eder. “Renksel doymuşluk” ise; renklerin solgunluk ve canlılığını belirtir. Rengin bu yöndeki değişmesi, griye yaklaşma veya griden uzaklaşma olarak değerlendirilebilir. Griden uzaklaştıkça rengin renksel doymuşluğu artar.

Algılanmış renk; türsel bir renk elementi ile türsüz bir renk elementinin herhangi bir bileşiminden oluşan görsel algı niteliğidir. Bu özel nitelik, türü olan renkler için; sarı, turuncu, kahverengi, kırmızı, pembe, yeşil, mavi, mor gibi adlandırmalar ile betimlenebilir, anlatılabilir ya da türsüz renkler için, beyaz, gri, siyah gibi sözcükler ile belirtilebilir. Bu özel algı niteliği, anlamı daha da güçlendiren; açık, koyu gibi sıfatlar ile de değişebilir. Göze gelen ışığın renksel niteliği; o andaki koşullar için, o nesnenin, o yüzeyin renksel niteliği oluşturur. Gelen ışığın renksel özelliği değiştikçe algılanan renkler de değişecektir. Örneğin; limonun sarı görülmesinin nedeni sarı ışık, yaprağın yeşil görülmesinin nedeni ise yeşil ışık yansıtmasıdır.”³⁵

³⁴ A.g.e., s. 6.

³⁵ Ünver, Rengin, **Renk Algılamada Boyut Etkisi**, II. Aydınlatma Kongresi Bildirileri, İstanbul, 1998, s. 27.

“Renk algılama sürecinde; görsel algılama için gerekli olan üç öğeye bağlı olarak; aydınlatan ışığın renksel özellikleri, maddesel varlığın renksel özellikleri ve görme organının renk algılama sistemi rol oynar. Birbirinden bağımsız olarak değişebilen bu etkenlerin ilişkileri göz önüne alındığında aşağıdaki sonuçlara ulaşılır;”³⁶

1) Belli bir yüzeyi aydınlatan ışığın rengi değiştiğinde, yansıyan ışığın da renksel özelliği değişir, yüzey değişik görünen renklerde algılanır. Işıkların yansıma yolu ile renklendirilmesi ya da yüzeylerin görünen renklerinin değişimi, temelde çıkarımsal bileşim yasasına göre gerçekleşir. Yasa uyarınca, yüzeye gelen renkli ışık türleri, yüzeyin tayfsal yansıtma çarpanları eğrisinin içerdiği renk türleri tarafından belli oranlarda yutulur ya da yansıtılır. Söz konusu oranlar ise, yansıyan ışığın tayfını yani yüzeyin algılanan rengini oluşturur.

2) Belli bir ışıkla aydınlatılan yüzeylerin renksel özellikleri değiştiğinde, yansıyan ışıkların renksel özellikleri de değişir. Her renkli yüzey, kendi öz rengine bağlı olarak, aydınlatan ışığın rengini değiştirerek yansıtır.

3) Görme organının belli ve değişmez bir renk algılama sistemi vardır. Gelen ışıklar “toplamsal bileşim” yasası uyarınca değerlendirilir.

“Bir ışık kaynağının ışığının renginin sıcak ya da soğuk olarak nitelendirilmesi, ışığın tayfsal yapısına bağlıdır. Gözün görebildiği dalga boyları 380 nm ile 760 nm arasında değişir. Dalga boyları 570 – 760 nm arasında olan kırmızı, turuncu, sarı gibi ışıklar “sıcak renkli ışık” olarak adlandırılır. Dalga boyları 450 – 570 nm arasında olan mavi, yeşil gibi ışıklar ise “soğuk renkli ışık” olarak tanımlanırlar. Örneğin; akkor lambanın sarı ışığı “sıcak renkli ışık”, kapalı havadaki günışığı ise “soğuk renkli ışık”tır.

Aydınlatan ışığın renksel niteliği değiştiğinde yansıyan ışığın rengi dolayısıyla objenin görünen rengi de değişecektir. Objenin gerçek renginde görülebilmesi için ışığın renksel niteliğinin doğru olarak belirlenmesi zorunludur. Özel etkilerin istendiği durumların dışında ışık tayfı düzgün sürekli ve günışığına benzer tayflı olmalıdır. Işığın renk sıcaklığı “Kelvin” derecesiyle ölçülür. Gözün objeleri gerçek renkleriyle görebilmesi için ışığın renksel sıcaklığı “5000 – 5800 Kelvin” olmalıdır.”³⁷

³⁶ A.g.e., s. 27.

³⁷ Philips Lighting, Lighting Manual, Eindhoven, 1993.

“Renksel geriverim ise “Ra” değeri ile belirlenir. Rengin önemli olduğu yerlerde “Ra” değeri yüksek, rengin önemli olmadığı yerlerde “Ra” değeri düşük lambalar kullanılır. “Ra” değeri 100 ve 100’e yakın olan lambalar objeleri renklerine en yakın gösterirler. Ortamın ve içindeki cisimlerin net ve parlak görünmesinin birinci derecede önem taşıdığı uygulamalarda yüksek “Ra”lı ışık kaynakları kullanılmalıdır.

Yüksek “Ra”lı lambaların etkinlik faktörleri daha düşük olduğundan dolayı enerji tasarrufu açısından ekonomik değillerdir. Aydınlatılacak mekanda tasarımcı öncelikle renk ayırımının mı yoksa enerji tasarrufunun mu önemli olduğuna karar vermelidir. Buna göre uygun olan minimum değerdeki “Ra”lı ışık kaynağı seçilmelidir.

Günümüzde “Ra” değerinin saptanması için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Uluslararası Aydınlatma Komisyonu “L*a*b renk uzayı” tanımlamıştır. Son yıllarda ışık kaynaklarının renk ayırım özelliklerinin grafiksel tanımı için en çok kullanılan sistem olan “L*a*b renk uzayı”, 215 test renginin bir arada incelenmesine olanak sağlamaktadır. Renk uzayı yatay düzlemdeki iki dik ve bir de düşey eksenenden oluşmaktadır. Pozitif a değerleri renk uzayının kırmızı bölümünü, negatif a değerleri yeşil, pozitif b değerleri sarı ve negatif b değerleri de mavi kısmını tanımlamaktadır. Renk sapmalarını simgeleyen okların dip noktaları referans ışık kaynakları altında görülen rengi, okların başları, test edilen ışık kaynağı altında görülen rengi göstermektedir. Okların renkleri ise renk sapma doğrultularını işaret etmektedir.”³⁸

“Işığın tayfsal yapısı ile rengi ise aynı şey değildir. Her tayfsal yapının belli bir rengi vardır. Fakat belli bir ışık rengi çok değişik tayfsal yapılarla elde edilebilir. Bunun nedeni, görme organının rengi algılama biçiminin tayfsal yapıya değil, belli bir üçlü değerlendirme sistemine bağlı olmasıdır. Buna karşılık, nesnelerin görünen rengi yani bu nesnelere yansıtılarak ya da geçerek göze gelen ışığın rengi, bu nesnelere aydınlatan ışığın tayfsal özelliklerine bağlıdır. Bu nedenle renkleri doğru ve ayrıntılı görmeyen önemli olduğu tüm konularda (belli endüstri ve sanat dalları, kimi tıbbi konular vb. birçok konuda) ışığın tayfsal yapısının dikkatle seçilmesi

³⁸ A.g.e.

gerekir. Işık rengi konusu, renkli yüzey ya da yüzeylerden yansıyan ışıklardaki tayf yapısı değişiklikleri de düşünülürse, oldukça karmaşıktır.”³⁹

“Bu bağlamda belirtilen genel kurallar:

Sıcak renkli yüzeyler sıcak renkli ışıkla aydınlatıldıklarında;

- Renksel doymuşlukları artar (griden uzaklaşırlar)
- Işıklılıkları yükselir (daha çok aydınlanmış gibi görünürler)

Sıcak renkli yüzeyler soğuk renkli ışıkla aydınlatıldıklarında;

- Renksel doymuşlukları azalır (grileşirler)
- Işıklılıkları düşer (daha az aydınlanmış gibi görünürler)

Soğuk renkli yüzeyler için de aynı kural tersine geçerlidir.

- İnsanlar doğal olarak aydınlığa, sıcak renklere ve doymuş renklere yönelirler. Bu nedenle çekici ya da yönlendirici amaçla sıcak renkli ve yüksek düzeyli aydınlık kullanılır (girişler, başvuru bankoları, asansör ve merdiven önleri vb.)

- Soğuk iklimlerde sıcak renkli ışık, sıcak iklimlerde soğuk renkli ışık, insanların daha çok hoşuna gider.

- Genel aydınlatma içinde yer yer bölgesel aydınlatma varsa, bu bölgesel aydınlığı sağlayan ışığın rengi, genel aydınlığı sağlayan ışığın rengine göre daha soğuk olmamalıdır. Daha sıcak olması iyi sonuç verir.

- Işığın rengi aydınlık düzeyi ile de ilgilidir. Aydınlık düzeyi yükseldikçe ışığın rengi sıcaktan soğuğa değişmelidir. 250 lüks altında sıcak renkli, 400 lüks üzerinde soğuk renkli ışık. (Bu konuda Kruithof eğrileri kesin ve daha ayrıntılı bilgi verir.) Sıcak renkli ışıkla çok düşük düzeyde aydınlıklar insanı rahatsız etmez. Mum ışığı aydınlığı gibi. Düşük düzeyde soğuk renkli aydınlıkların soğukluğu, iticiliği ve yüksek düzeyde sıcak renkli genel aydınlıkların bunaltıcılığı çoğu kişice yaşanmıştır.

- Genel ilke olarak insan teni, boyanmamış ahşap yüzeyler, sofralar, büfeler, konutlar, otel odaları, sıcak renkli ışıkla aydınlatılmalıdır.”⁴⁰

“Sıcak renkli ışık, soğuk renkli ışık gibi, çok basit tanımlara dayalı olarak verilen, yukarıdaki kurallar, genelde doğru olmakla birlikte, renk konusunun temelinde, ışığın tayfsal özellikleri ve nesnelere tayfsal yansıtma ve geçirme

³⁹ A.g.e.

⁴⁰ A.g.e.

çarpınları ile ilgili olması nedeni ile önemli konularda mutlaka ayrıntılı etütler yapılmalıdır.”⁴¹

Tablo 1.1. Uluslararası Aydınlatma Komitesi'nin Renk Ayırım Endeksi Grupları⁴²

Ra	Ra	Renk	Uygulama Örnekleri	
Grup	Bölgesi	Görünümü	Tercih Edilen	Kabul Edilen
1A	$Ra > 90$	sıcak orta sıcak soğuk	Renk Karşılaştırması Klinik İncelemeler Resim Galerileri	
1B	$90 > Ra > 80$	orta sıcak orta soğuk	Ev, Otel, Restoran, Mağaza, Ofis, Okul, Hastane Baskı, Boya, Özel Endüstri İşleri	
2A, 2B	$80 > Ra > 60$	sıcak orta sıcak soğuk	Endüstriyel İşler	Ofisler, Okullar
3	$60 > Ra > 40$		Kaba İşler	Endüstriyel İşler
4	$40 > Ra > 20$		İşğin fazla önemli olmadığı yerlerde kullanılır.	

“Görsel konfor açısından, renklerin özgün halleriyle, günışığındaki renkleriyle görülmesinin hedeflendiği aydınlatma sistemlerinde kullanılacak yapay ışık kaynaklarının renksel geriverim özellikleri özel bir önem taşımaktadır.

İşık kaynaklarının renksel özelliklerini tanımlayan diğer değişken de ‘Renk Sıcaklığı’dır. Bir kaynağın renk sıcaklığı Kelvin (K) ile belirtilir. Kara cisme (Planck ışıyıcısı) ısı enerjisi verildiğinde ısınmaya başlayarak sıcaklığı belirli bir düzeye ulaştığında önce kıvımsı, daha sonra sarımsı, sarı, sarı beyaz, beyaz ve sonunda mavi beyaz bir ışık yaymaktadır. İşte bunun gibi özellikle ısısal yoldan ışık üreten kaynaklar, örneğin akkor telli lambalar için belirlenebilen renk sıcaklıkları, ışıl yoldan ışık üreten kaynaklar için referans alınarak belirlenebilmektedir.”⁴³ Renk sıcaklıkları; Tablo 1.2.’deki gibi

⁴¹ A.g.e.

⁴² Şahin, Pınar, *Aydınlatma Tasarımı ve Mağaza Kimliğine Katkısı*, Sanatta Yeterlik Tezi, İstanbul, M.S.G.S.Ü., s. 11.

⁴³ Philips Lighting, *Lighting Manual*, Eindhoven, 1993.

Tablo 1.2. Renk Sıcaklıkları⁴⁴

3300 K >	Sıcak (kırmızımsı beyaz)
3300 K - 5300 K	Orta-sıcak (beyaz)
5300 K <	Soğuk (mavimsi beyaz)

sınıflandırılmaktadır. “Işık kaynaklarının renk sıcaklıkları, mekânda yaratılmak istenen ambiyansa, tasarım konseptine, mekânın işlevine, mekândaki diğer öğelerin renksel özelliklerine ve kullanıcının özel isteklerine bağlı olarak belirlenebilmektedir.”⁴⁵

1.2.2.8. Işığın Doğrultusal Yapısı

“Belli bir **S** alanına düşen ışığın, akısı (Φ) değişmeksizin, değişen her özelliği, o ışığın niteliği ile ilgilidir. Bu özelliklerden birkaç örnek vermek nitelik konusuna biraz daha açıklık getirecektir. Belli **S** alanına düşen ışık, tek bir doğrultudan, birkaç doğrultudan, sonsuz doğrultudan gelebilir ve bunların, ikişer üçer, değişik oranlarda karışımları da olabilir. Bu özelliğe **ışığın** (ya da ışık alanının) **doğrultusal yapısı** denir.

İrili ufaklı nesnelere, üç boyutlu dokularda, kırık ya da bükey yüzeylerde, mimari mekânlarda, ışığın doğrultusal yapısına göre değişik biçimde gölgeler oluşur ve bu gölgeler, görsel algılamının iyi ya da kötü olmasında, mimari ve genelde estetik değerlerin belirtilmesi, vurgulanması, güçlendirilmesi ya da gizlenmesinde önemli rol oynar.”⁴⁶

Belli bir alana düşen ışık akısı değişmeksizin, bu akının bu alandaki dağılımı değişebilir. Ortalama aydınlık değişmeksizin bu aydınlık alan içinde düzgün yayılmış (statik karakterde), düzgün yayılmamış (az ya da çok dinamik karakterde), ya da bölge vurgulamalı (bölge karakterde) olabilir.

“Aydınlık dağılımı mimari gerekler ve kullanım biçimine göre belirlenmelidir. Ortalama aydınlık düzeyinin değişmesi bu dağılışı etkilemez. Bu

⁴⁴ Şahin, Pınar, **Aydınlatma Tasarımı ve Mağaza Kimliğine Katkısı**, Sanatta Yeterlik Tezi, İstanbul, M.S.G.S.Ü., s. 12.

⁴⁵ Philips Lighting, Lighting Manual, Eindhoven, 1993.

⁴⁶ Sirel, Şazi, **Aydınlığın Niteliği**, İstanbul, YFU Yayınları, 1992, s. 4,5.

bakımdan aydınlık düzeyindeki bu göreceli ve planlanmış değişimler de aydınlığın niteliği konusuna girer. Işığın doğrultusal yapısı değişik biçimlerde ve değişik tanımlara göre ele alınabilirse de, hiçbir tanımlar bütünü, doğrultusal yapının tüm özelliklerini içermez.”⁴⁷

1.2.2.9. Gölgelemlerin Dağılım Özellikleri

Gölgelemlerin dağılım özellikleri şunlardır;

Sert-Yumuşak gölgelemler

“Sert gölge, sınırları kesin gölgedir, gölgelemleri alandan gölgesiz alana birdenbire geçilir. Bu tür gölge, gölge oluşturan nesneye uzaklığına göre boyutu ufak ışık kaynakları ile elde edilir. Örneğin normal büyüklükte bir mekânda (oda, salon vb.) çıplak akkor lambalar, mini spotlar vb. ile aydınlatmalarda. Sert gölgelemleri aydınlık, çok özel kimi doku ve biçimlerin seçilmesini kolaylaştırmakla birlikte, doğada ve çevremizde bulunan, düzlem olmayan, yani bükümlü yüzeyleri bulunan nesnelere için yanlış algılamalara neden olacak yanıltıcı ve doğal olmayan görüntüler oluşturur. Estetik açıdan üç boyutlu değerleri de ya maskeler ya da yok eder. Örneğin; koninin piramit gibi algılanmasına neden olabilir, insan yüzünde fazladan çizgiler oluşturur, yumuşak görüntüleri sertleştirir vb. Birbirinden uzakça birkaç ufak ışık kaynağının (çok sayıda değil) oluşturduğu aydınlıkta, her nesne sert gölge atar. Bu, kesinlikle kaçınılması gereken bir durumdur. Yumuşak gölge, sınırları kesin olmayan, yani gölgelemleri alandan gölgesiz alana, gölgelemlerin giderek yok olması ile (giderek saydamlaşması ile) geçilen gölgedir. Yumuşak gölgelemleri aydınlık, genelde her tür yüzey için doğru ve doğal görüntüler sağlar ve üç boyutlu değerleri de ortaya çıkarır. Bu tür aydınlık, yumuşak ve zengin bir görüntü sağlar. Birden fazla yumuşak gölge oluşturan bir aydınlık, birden fazla sert gölge oluşturan aydınlık kadar olmasa bile sakıncalıdır.”⁴⁸

“Bir aydınlık düzeninde hem sert hem yumuşak gölgelemlerin oluşması aydınlatmada ışığın doğrultusal yapısı bakımından en sakıncalı durumdur. Sert ve yumuşak gölgelemlerin birbiri üzerine ya da birbirine yakın düşmesi, görsel algılamının yanıltıcı, eziyet verici ve çok yorucu olması sonucunu doğurur.”⁴⁹

⁴⁷ A.g.e., s. 4,5.

⁴⁸ Sirel, Şazi, **Aydınlığın Niteliği**, İstanbul, YFU Yayınları, 1992, s. 6,7.

⁴⁹ A.g.e. s. 6,7.

Saydam ve Kara Gölgeler

“Gölgeyi oluşturan ışık kaynağının dışında, başka bir ışık kaynağından ya da çevredeki yüzeylerden yansiyarak gelen ışıkla aydınlanmış gölgelere saydam gölge denir. Gölge ne kadar aydınlanırsa o kadar saydamlaşır. Hiçbir biçimde aydınlanmayan ya da aydınlık düzeyi çevreye oranla 1/20 den düşük gölgelere ise kara gölge denir.

Saydam gölgelerde saydamlık derecesi önem taşır. Çok saydam gölgeli aydınlıkta, görsel algılamaya gölgelerin sağladığı katkı azalır. Çok az saydam gölgeli aydınlıkta ise, kara gölgeli aydınlığın sakıncaları ortaya çıkar. Saydamlığın dozu dikkatle belirlenmelidir. İyi ayarlanmış saydam gölgeli aydınlık, pek çok konuda iyi görme koşulları sağlar. Burada, çevre yüzeylerden yansımış ışık alarak saydamlaşan gölgeler yeğlenmelidir. Çevre yüzeylerin yansıtma çarpanları ayarlanarak gölgede gerekli saydamlık sağlanır.

Kara gölgeli aydınlıklar kısa süre için etkili ve ilgi çekicidir. Buna karşılık bu tür aydınlıklar görsel algılamada eksikliklere neden olur ve uzunca sürelerde de yorucu olur. Etkisi doğal değildir. Vitrin ve sahne aydınlatmalarında başarı ile kullanılabilir.

Bir aydınlık, kara ve sert gölgeli, kara ve yumuşak gölgeli, saydam ve sert gölgeli, saydam ve yumuşak gölgeli olabilir. Bu bağlamda, özel amaçlar dışında kara ve sert gölgeli aydınlıklardan kaçınmanın ve olabildiğince dereceleri ayarlanmış yumuşak ve saydam gölgeli aydınlıklar oluşturmanın genelde daha iyi sonuçlar verir. Ayrıca, görme konusunun özelliklerine göre gölge niteliklerinin belirlenmesi, bu genel kuralların dışında daha ayrıntılı çalışmaları da gerektirir.”⁵⁰

Gölgesiz Aydınlık

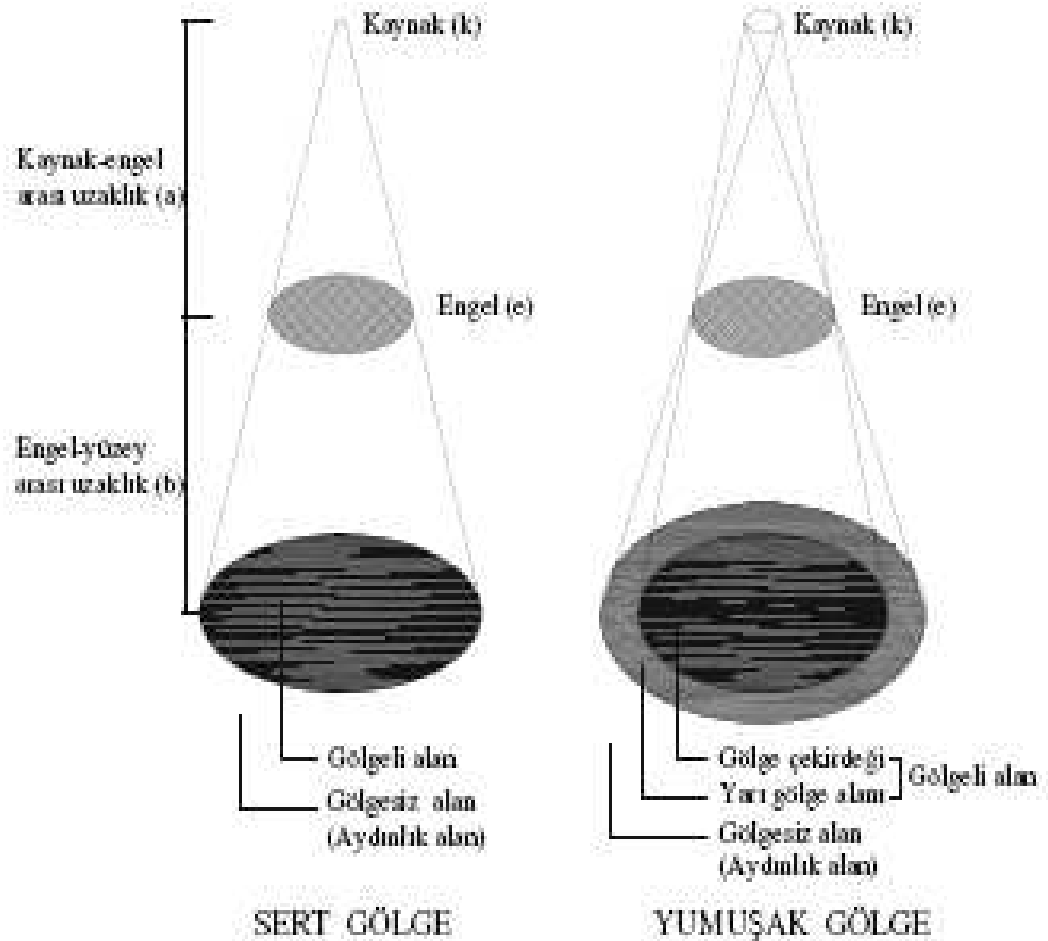
“Gölgesiz aydınlık, daha doğru bir deyişle, gölgelerin belirgin ve etkili olmadığı bir aydınlık, alışılmamış bir aydınlık türü değildir. Bulutlu ve sisli havalardaki günışığı aydınlığı böyle bir aydınlıktır. Alışılmış olmasına karşın bu tür bir aydınlıkta her görme konusu için görsel algılamamanın iyi olacağı söylenemez. Yayınık ışıkla, yani sonsuz doğrultudan gelen ışıkla elde edilen bu aydınlığa, yumuşak gölge veren doğrultulu bir aydınlığın eklenmesi, doğrultu, doğrultuluk oranı, gölge yumuşaklığı gibi öğeler doğru belirlenmek koşulu ile pek çok konu için en iyi görme koşullarını sağlar. Böyle bir aydınlıkta gölge saydamlığını yayınık ışık

⁵⁰ A.g.e. s. 6,7.

sağlar. Bu aydınlık, baskın doğrultulu ışık alanı olarak tanımlanan bir doğrultusal yapı ile elde edilir.

Yukarıdaki açıklamalardan anlaşılacağı gibi, ışığın doğrultusal yapısını belirlemede, iç yüzey yansıtma çarpanlarının ve aydınlatma biçiminin (dolaylı, dolaysız, yarı dolaylı, yayınlık vb.) önemli rolü vardır. Aydınlık düzeyi hesaplarında da dikkate alınan bu veriler, öncelikle aydınlıkta gerekli niteliğin elde edilmesine yönelik olarak belirlenmeli, aydınlık düzeyi hesapları daha sonra buna göre yapılmalıdır. Bu bağlamda, ışığın doğrultusal yapısı, nesnelere biçimsel ve üç boyutlu dokusal özellikleri ile ilgilidir. Bu özelliklere ve elde edilmek istenen görüntüye göre belirlenir.”⁵¹

Şekil 1.2. Sert ve Yumuşak Gölgenin Şematik Gösterimi⁵²



⁵¹ A.g.e. s. 6,7.

⁵² Efe, Esin, *Aydınlatmada Gölge Niteliğinin İrdelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, YTÜ, 2007, s. 9.

1.2.2.10. Işığın Dağılım Özellikleri

“Bir mekân içinde aydınlık dağılımı değişik nitelikler gösterir. Düzgün yayılmış bir aydınlık, statik, durağan bir karakter gösterir. Böyle bir aydınlık, bulunduğu mekânın her ufak bölümünün benzer bir kullanışa konu olduğu anlamına gelir. Örneğin çalışma masaları ile dolu büyük bürolar, aynı işi yapan tezgâhlarla dolu büyük atölyeler vb.

Bir mekânın her noktası aynı zamanda, aynı yoğunlukta ve aynı biçimde kullanılmıyorsa, düzgün yayılmamış ve dinamik karakterde bir aydınlık düzeyi düzeni kurmak daha uygun olur. Bu, hem mekânın kullanım biçimi, işlevi ve mimari karakteri ile uyum sağlar, hem insan doğasına daha uygundur, hem de ekonomik açıdan daha doğru olur. Örneğin bir oturma odasının, bir otel lobisinin, hatta bir mağaza vitrinin, büyük bir büro gibi düzgün yayılmış bir aydınlıkla aydınlatılması birçok bakımdan yanlış ve anlamsızdır.

Bölgesel (bölgelek) aydınlık, bir mekân içinde belli bir bölgenin vurgulanması, insanları o bölgeye yöneltme gibi amaçlarla ya da belli bir bölgede çok daha yüksek aydınlığa gereksinim olması durumlarında yapılır. Bölgelek aydınlığın bu karakteri taşıması için, düzeyinin, genel aydınlık düzeyinden en az üç kat daha yüksek olması gerekir. Bir mekânda belli bir süre için yalnızca bölgelek aydınlık gereksinimi olsa bile, buna belli bir düzeyde genel aydınlığın eşlik etmesi belli yorulmaların önlenmesi bakımından gereklidir.”⁵³

1.3. Işık Kaynakları

“Işık kaynakları farklı sistemlerde sınıflandırılmaktadır.

* Işık üretimleri açısından ışık kaynakları:

- Birincil ışık kaynakları; güneş, mum, akkor telli lamba v.b. kendi kendilerine ışık yayabilen nesnelere.
- İkincil ışık kaynakları; ay, atmosfer, pencere, duvar yüzeyi v.b. gibi birincil ışık kaynaklarından aldıkları ışığı yansıtarak ya da geçirerek ışık yayan nesnelere.

* Işık kaynakları geometrik biçimlerine göre ise;

- Noktasal ışık kaynakları,

⁵³ Sirel, Şazi, *Aydınlığın Niteliği*, İstanbul, YFU Yayınları, 1992, s. 6,7.

- Çizgisel ışık kaynakları,
- Yüzeysel ışık kaynakları olarak sınıflandırılmaktadır.

* Işık kökenine göre ışık kaynakları sınıflandırıldığında;

- Doğal ışık kaynakları; güneş, gök v.b.
- Yapay ışık kaynakları; mum, akkor telli lamba, metal halide lamba v.b. olarak iki ayrı ana grupta karşılaşmaktayız.

Öte yandan, ışık dağıtım özellikleri açısından ise her yöne eşit enerji yayınlayan ‘izotrop dağıtımlı ışık kaynakları’ olarak tanımlanmaktadır. Bunun ideal örneği kuşkusuz güneş’tir. Ancak çıplak akkor telli lamba, halojen kapsul lamba v.b. izotrop dağıtımlı ışık kaynağı olarak kabul edilebilmektedir.”⁵⁴

1.3.1. Doğal Işık Kaynakları

“Doğal ışıktan kastedilen gün (gündüz) ışığıdır. Güneş ışığı, güneş ışığının ve gök ışığının değişik oranlarda birleşmesinden oluşur. Gök ışığı, soğuk renkli ve doğrultusuz, güneş ışığı ise sıcak renkli ve doğrultuludur. Güneş ışığının oluşumunda iklimlerin, mevsimlerin, hava koşullarının sürekli değişkenliği unutulmamalıdır. Zaten güneş ışığını lamba ışığından ayıran en belirgin özellik bu sürekli değişkenliğidir. Yani, güneş ışığının mevsimlere ve hava koşullarına göre dağılışı aydınlatma sorunlarına çözüm getirecek kişinin denetimi altında değildir. Ayrıca güneş ışığının yapıların mimari planlamasında önemi büyük olmuştur. Yüzyıllardır güneş ışığının çokluğundan ziyade görünüşe ve etkisine önem verilmiştir. Ancak son 20-30 yıldır aydınlatmacılar güneş ışığı sorunlarına eğilmişlerdir. Öncelikle mimarların yapıların içinde gerekli aydınlığın elde edilmesinde pencerelerin konumu ve boyutları arasındaki bağıntıların, dışarıdaki engellerin durumunun incelenmesinde önemli katkıları olmuştur.”⁵⁵

“Gökyüzünün aydınlığı değişkendir. Hava kapalıyken bulut, toz, duman v.b. sebebiyle daha düşük, açık ve bulutsuzken ise yüksek değerdedir. Uygulamalarda yararlanılacak aydınlık minimum alınır, pencere boyutları küçüleceğinden, kış aylarında erken saatlerde yapay aydınlatmaya geçilmesi gerekir. Ayrıca aydınlık düzeyleri coğrafi ve mevsimsel olarak da değişmektedir. Örneğin;

⁵⁴ Şahin, Pınar, *Aydınlatma Tasarımı ve Mağaza Kimliğine Katkısı*, Sanatta Yeterlik Tezi, İstanbul, M.S.G.S.Ü., s. 29,30.

⁵⁵ A.g.e., s. 30.

kuzey ülkelerinde yazın açık havada aydınlık değeri 10.000–14.000 lüks, kış aylarında 5000–6000 lüks iken güney ülkelerinde bu değerler daha yüksektir.”⁵⁶

Aydınlık iki şekilde incelenir;

Yatay Aydınlık: “Pratik olarak gündüz hesaplarında yararlanılacak yatay aydınlık C.I.E. (Uluslararası Aydınlatma Komisyonu) tarafından 5000 lüks olarak önerilmektedir.

Düşey Aydınlık: Pratik olarak düşey aydınlık, yatay aydınlığın yarısına eşittir. Çünkü yatay düzlem bütün gökten ($\frac{1}{2}$ gök küresi), düşey düzlem ise göğün yarısından ($\frac{1}{4}$ gök küresi) ışık almaktadır.”⁵⁷

1.3.2. Yapay Işık Kaynakları

“Elektrikli ışık kaynaklarının seçiminde rol oynayan üç kriter vardır;

- Etkinlik, Lümen/Watt olarak tanımlanmaktadır. Bazı lamba türleri enerjiyi görünen ışığa dönüştürmede diğerlerine oranla daha verimlidir. Lambanın verimliliği, etkinlik faktörüyle yani lambadan çıkan lümen miktarıyla lambanın ve balastın gereksinimi olan güç (watt) miktarının karşılaştırılmasıyla ilgilidir. Etkinlik faktörü yüksek lambalar, bir mekanı aydınlatmak için az elektrik enerjisine gereksinim duyanlardır.”
- Renksel geriverim (Ra), algılanan renklerle gerçek renklerin nasıl eşleştiğini gösteren ve 0–100 arasında ifade edilen skaladır. Objelerin belirli bir ışık kaynağı altında aydınlatıldığında algılanan renk dereceleriyle aynı objelerin referans ışık kaynağı (güneş) altındaki renkleriyle karşılaştırır. Daha yüksek renksel geriverim, daha düşük renk değişimi ve bozulma anlamını taşımaktadır. Ancak aynı renksel geriverim değerine sahip iki ayrı ışık kaynağının altında renkler farklı da görülebilmektedir.”⁵⁸

⁵⁶ A.g.e., s. 31,32.

⁵⁷ A.g.e., s. 32.

⁵⁸ A.g.e., s. 36.

75<Ra<100 mükemmel,
 65<Ra<75 iyi,
 55<Ra<65 normal,
 0<Ra<55 zayıftır.

- “Renk Sıcaklığı, lambanın verdiği ‘sıcaklık’ ve ‘soğukluk’ ölçüleridir. Genellikle, yemek ve yaşama mekânları gibi daha loş mekânlarda daha sıcak, market gibi daha aydınlık mekânlarda daha soğuk olanlar tercih edilir. Örneğin; soğuk-beyaz flüoresan lamba mavimsi görünür ve renk sıcaklığı 4100 Kelvin civarındadır. Daha sıcak renkli flüoresan lamba ise daha sarımsı görünür ve renk sıcaklığı 3000 Kelvin civarındadır.”⁵⁹

“Genel olarak bir ışık kaynağında aşağıdaki özellikler aranır;

1. Etkinlik faktörünün büyük olması,
2. Lamba ömrünün uzun olması: İki tür ömür tanımı yapılmaktadır;
 - a) Ekonomik ömür: İstatistiksel bakımdan değerlendirmeye yetecek sayıda lambadan oluşan bir aydınlatma tesisinde, 100 saat kullanmadan sonraki toplam ışık akısının, lambaların kullanılmaz hale gelmeleri ve ışık akılarının azalmalarında dolaylı %30 değer kaybetmesi için geçen süredir.
 - b) Ortalama ömür: İstatistiksel bakımdan değerlendirmeye yetecek sayıda lambadan oluşan bir aydınlatma tesisinde, normal şartlarda lambaların %50’sinin kullanılmaz hale gelmesi için geçen süredir.”⁶⁰

"Gereksiz yere enerji tüketip yeterince aydınlanamama tehlikesini ortadan kaldırmak için, lambaların ekonomik ömürleri sonunda, yenileriyle değiştirilmeleri esas alınmalıdır.

3. Lambanın sarsıntıya dayanıklı olması,

⁵⁹ A.g.e., s. 36,37.

⁶⁰ A.g.e., s. 36,37.

4. İşletme açısından basit olması: Bir ışık kaynağının kolay sökülüp takılabilmesi, çalışabilmesi için çok fazla yardımcı aksama gerek duyulmaması, tesisat ve armatür tasarımı açısından önemlidir.

5. Işık renginin mümkün olduğunca güneş ışığına yakın olması.

Ayrıca özel olarak parılının büyük, boyutların küçük, ışığın özel spektral yapıda olması ve darbe dayanıklılığı da istenebilir. Yapay ışık kaynaklarının seçimi, mekanın fonksiyonuna göre farklılık gösterir. Her lamba tipinin özel avantajları vardır. Uygun kaynağın seçimi ise işlev, tesisat gereksinimi, maliyet, renk niteliği, dimmerleme yeteneği ve yaratılması istenen etki gibi ölçütlere bağlıdır.

‘Elektrikli ışık kaynakları, elektrik enerjisini ışığa dönüştürüşlerine göre üç ana grupta toplanabilir:

1. Grup: Akkor ve akkor-halojen lambalardır.

2. Grup: Deşarj lambalar; geniş bir spektrumu olan ışık kaynaklarını içerir. Flüoresanın tüm çeşitleri, sodyum buharlı ve metal halide lambalardır.

3. Grup: Yarı iletken lambalar olan LED lambalardır.

Ayrıca kendisi ışık kaynağı olmayıp, diğer ışık kaynaklarından birini kullanarak ışığı ileten, fiber optik sistemler de bulunmaktadır.⁶¹

1.3.2.1. Akkor ve Akkor Halojen Lambalar

‘Akkorlaşmış bir tel ile ışık üretiminde problem, herşeyden önce yüksek sıcaklığa çıkarılabilen madenler bulmaktadır. Böyle bir maden teli elektrik akımı ile akkor hale gelinceye kadar ısıtılırsa ışık kaynağı olarak kullanılabilir. Tel çevresinde hava bulunması, havadaki oksijen etkisiyle telin çok çabuk tahrip olmasına neden olur. Buna engel olmak için akkor haline gelinceye kadar ısıtılan tel, havası boşaltılmış veya asal gaz ile doldurulmuş bir cam balon içine konur. Bu şekilde işe yarayan ilk akkor telli lamba 1854’te H. Goebel tarafından bulunmuş ve 1879’da Th. Edison tarafından icat edilmiş ve geliştirilmiştir.

Bir akkor telli lamba, üç kısımdan oluşur;

1. Işık yayan tel,
2. Havası boşaltılmış veya doğal gazı (asal gaz) doldurulmuş cam balon,
3. Işık yayan telden elektrik akımının geçmesini sağlayan başlık.⁶²

⁶¹ A.g.e., s. 37,38.

Akkor Lambalar

“Akkor lambalar en eski elektrikli aydınlatma teknolojisidir. Etkinliği 6-24 lümen/watt aralığında olan akkor lambalar, enerji verimliliği en düşük ve ömrü oldukça kısa (750-2500 saat) olan ışık kaynaklarıdır.

Işık elektriğin bir tungsten filamandan geçip akkor hale gelerek parlaması sonucu oluşur. Kullanıldıkça, tungsten yavaş yavaş buharlaşıp filamanın kopmasına neden olur. Bu lambaların çeşitli şekil ve bitişlerde olanları bulunmaktadır. En yaygın kullanımı olan iki tip, A-tipi ve reflektör biçimli olanlardır.”⁶³

Resim 1.2. Akkor Telli Lamba⁶⁴



Akkor Halojen Lambalar

“Akkor halojen lamba enkandesan lambanın diğer tipidir. Kuvars lamba diye de bilinir. İçinde tungsten filaman ve halojen gaz dolu, yüksek sıcaklıklara dayanıklı kuvarsla kaplı küçük bir kapsüldür. Standart akkorlardan daha yüksek etkinlikte ışık üreten bu lambalarda filaman yüksek sıcaklıkta çalışabilir. Halojen gaz (iyodin, klorin, bromin, florin) tungstenin buharlaşmasını yavaşlatır. Bu süreç, filamanın ömrünü uzatır ve lambayı siyahlaşmaya ve düşük ışık çıkışına karşı korur.

Bu lambalar akkor oluşumu prensibine bağlı olduğu için kırmızımsı sarı bir renk alır ve bu da mekâna daha sıcak bir etki verir. Parlak ve göz alıcı bir ışık kaliteleri vardır. Bu nedenle objeleri daha parlak ve üç boyutlu gösterirler ki bu da

⁶² Özkaya, Mustafa, *Aydınlatma Tekniği*, İstanbul, Birsen Yayınevi, 2004, s. 115,116,117.

⁶³ Şahin, Pınar, *Aydınlatma Tasarımı ve Mağaza Kimliğine Katkısı*, Sanatta Yeterlik Tezi, İstanbul, M.S.G.S.Ü., s. 38.

⁶⁴ www.hedefelektrik.com/html/isik_kaynaklari.html.

onları tercih edilebilir lambalar arasında tutar. Ancak ömürleri diğer ışık kaynaklarına oranla daha kısadır.”⁶⁵

Resim 1.3. Akkor Halojen Lamba⁶⁶



Normal Akkor Telli Lambalar

“Akkor telli lambalarda yeni bir gelişme, ancak vakum yerine cam balon içine gaz doldurma suretiyle mümkün oldu. Normal olarak cam balon asal bir gazla, örneğin argon gazı ile doldurulur. Gaz, tel yüzeyine basınç etkisi yapar ve tungsten parçacıklarının uzaklaşmasını bir dereceye kadar önler. Şüphesiz dolgu gazından ötürü bu defa ısı kayıpları artar. Bu kayıpların azaltılması için de tel helis şeklinde sarılır. Bu sayede telin ısı kaybına neden olan yüzey küçülür. Bu gibi lambalara helisel telli lambalar denir. 1000 saatlik ekonomik ömrün korunması ile helisel telli lambaların sıcaklığı 2500 °C ye kadar çıkarılabilir. Etkinlik faktörleri, lamba büyüklüğüne ve tel kesimine göre 10–20 lm/W arasındadır.”⁶⁷

Resim 1.4. Helisel Telli Lamba⁶⁸



⁶⁵ Şahin, Pınar, **Aydınlatma Tasarımı ve Mağaza Kimliğine Katkısı**, Sanatta Yeterlik Tezi, İstanbul, M.S.G.S.Ü., s. 38,39.

⁶⁶ www.hedefelektrik.com/html/isik_kaynaklari.html.

⁶⁷ Özkaya, Mustafa, **Aydınlatma Tekniği**, İstanbul, Birsen Yayınevi, 2004, s. 119,120,121.

⁶⁸ <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/e/e7/Nernst-lamp2.jpg/300px-Nernst-lamp2.jpg>.

Kripton Lambaları

“İstenildiği takdirde bu lambanın dolgu gazı değiştirilebilir ve dolayısıyla ısı iletim katsayısı daha küçük olan kripton gazı ile daha yüksek kaliteli lambalar elde edilir (K-lambası). Fakat kripton gazı pahalı olduğundan böyle bir lamba ancak özel yerlerde kullanılır.”⁶⁹

Tungsten Halojen Lambalar

“Akkor telli lambanın cam balonu içine iyod konursa, tungsten halojen lamba elde edilir. İyod buharlaşan tungsten parçacıkları ile cam balon içinde kimyasal bir bileşik olan tungsten iyodid oluşur. 1400 °C'nin üstündeki sıcaklıklarda bu bileşik tungsten teli yakınında tekrar tungsten ve iyoda karışır. Böylece akkor telli lamba başlangıçtaki ışık akısını 2000 saatlik ortalama ömre kadar korur.”⁷⁰

1.3.2.2. Ark Lambalar

“İki elektrot arasındaki bir boşalma olayına dayanan ve elektrotları bu boşalma sırasında akkor haline gelinceye kadar ısınan lambalara ark lambaları denir. Bunlar projeksiyon ve projektör tekniğinde çok kullanılırlar. En belirgin özellikleri parıltılarının çok büyük ve kararlı olması ve noktasal bir ışık kaynağı olarak kullanılabilmesidir. Ark lambaları, bugün artık dış aydınlatmada ikinci derecede rol oynarlar ve iç aydınlatmada ise hemen hemen hiç kullanılmazlar. Işığın üretimi ve tayfı bakımından bu lambalar üç sınıfa ayrılabilir. Birinci sınıftaki ark lambalarında ışık, esas olarak elektrik boşalması ile akkor hale gelen elektrotlar tarafından üretilir; yani ışık üretimi akkor telli lambalarda olduğu gibi radyasyon yasalarına göre olur. Saf kömür elektrotlu ark lambaları ile tungsten elektrotlu ark lambaları bu sınıfa girerler.”⁷¹

“İkinci sınıftaki ark lambalarında ışık, yalnız akkor haline gelen elektrotlar tarafından üretilmez; elektrotlar arası iyonize olmuş ortamda bulunan maden gazları ve buharlarda ışık üretimine katılırlar. Burada ışık üretimini sadece radyasyon

⁶⁹ Özkaya, Mustafa, **Aydınlatma Tekniği**, İstanbul, Birsen Yayınevi, 2004, s. 120.

⁷⁰ A.g.e., s. 121.

⁷¹ A.g.e., s. 128.

yasaları ile açıklamaya olanak yoktur. Işığın tayfı, radyasyon yasalarının verdiği sürekli tayftan başka çizgili ve bandlı tayfı da içerir. Aktif kömürlü ark lambaları bu sınıfa girerler. Üçüncü sınıftaki ark lambalarında ışık daha çok elektrotlar arası iyonize olmuş ortamdaki maden buharları ve gazlar tarafından üretilir. Cıva buharlı ark lambaları bu sınıfa girerler.

Ark lambaları kullanıldıkları akım türüne göre doğru akım ve alternatif akım ark lambaları olmak üzere ikiye ayrılabilirler gibi, elektrot türüne göre de kömür elektrotlu ve maden elektrotlu ark lambaları diye iki bölüme ayrılabilirler. Kömür elektrotlu ark lambaları saf kömürlü ve aktif kömürlü ark lambaları olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Aktif kömürlü ark lambaları da ayrıca akım yoğunluğuna göre alevli ark lambaları ve Beck tipi büyük güçlü ark lambaları olmak üzere ikiye ayrılırlar.”⁷²

Resim 1.5. Cıva Buharlı Kısa Arklı Lamba⁷³



1.3.2.3. Deşarj Lambalar

“Deşarj lambaları ilke olarak boşalma yardımıyla ışık üretimi eskiden beri bilinen Geissler tüpüne dayanır. Geissler tüpü, basıncı birkaç mmHg sütünü aşmasına (yaklaşık 4 mmHg) indirilmiş ve içinde iki elektrot bulunan bir cam tüpten ibarettir. Elektrotlara bir doğru gerilim uygulanınca tüp içinde bulunan serbest elektrotlar hızlanır ve çarpma suretiyle iyonizasyon başlar. Elektron sayısı iyonizasyonla çok çabuk artar ve elektron çığları meydana gelir. Elektronların kütleleri çok büyük olduğundan bunlar iyonlardan en az 100 defa daha hızlı hareket ederler. Böylece tüp içinde elektron sayısı azalır. Pozitif yük sayısı artar ve katot yakınında gerilim düşümü büyür. Uzay yük bulutu katoda çarpınca katottan birçok

⁷² A.g.e., s. 128.

⁷³ www.hedefelektrik.com/html/isik_kaynaklari.html.

elektron çıkar ve tüp tutuşmuş (parlamış) olur. Tutuşma gerilimi, tüpün boyutlarına, basınca ve gazın cinsine bağlıdır. Tüpün tutuşması ile iki ışıklı bölge meydana gelir;

1. Negatif ışık bölgesi,
2. Pozitif ışık bölgesi.”⁷⁴

Alçak Basıncı Deşarj Lambalar

Flüoresan Lambalar

“Flüoresan lambaların çalışma prensipleri ışınım elde etmeye dayalıdır. Flüoresan lambalar ışığı şu yöntemle üretir;

- Elektrik deşarj, elektrotlar arasında cıva buharı ve hareketsiz gaz yoluyla korunur.
- Görünmeyen morötesi ışınım yayımlayan cıva atomları harekete geçirir.
- Morötesi ışınım tüpün iç yüzündeki fosfor aracılığıyla görünür ışığa dönüşür.

Cam tüpten yapılan flüoresan lamba şunları içerir;

- Argon veya argon-kripton ve az miktarda cıva ile doludur.
- İç yüzeyi opalleştirilmiştir.
- Her iki uçta elektrotlarla donatılmıştır.”⁷⁵

Resim 1.6. Flüoresan Lamba Örnekleri⁷⁶



Yüksek Gerilimli Flüoresan Lambalar: “Soğuk elektrotlu olup, metre başına 600 voltluk gerilime gereksinme gösterirler. Etkinlik faktörleri 30 lm/W, ömürleri 10000 saattir. Bu tür lambalar, anma şebeke geriliminden büyük gerilim gerektiği ve etkinlik faktörleri de küçük olduğundan günümüzde pek kullanılmamaktadır.

⁷⁴ Özkaya, Mustafa, **Aydınlatma Tekniği**, İstanbul, Birsen Yayınevi, 2004, s. 129.

⁷⁵ Şahin, Pınar, **Aydınlatma Tasarımı ve Mağaza Kimliğine Katkısı**, Sanatta Yeterlik Tezi, İstanbul, M.S.G.S.Ü., s. 40.

⁷⁶ www.hedefelektrik.com/html/isik_kaynaklari.html.

Alçak Gerilimli Konvansiyonel Flüoresan Lambalar: Elektron bakımından zengin baryum oksit tabakalı tungsten helisel elektrotludurlar, 110 veya 220 V'luk şebekelerde kullanılırlar (Wehnelt elektrotları). Yeteri kadar güç sağlamak ve pozitif ışık sütunundan yararlanmak amacıyla tüp boyları 15 ile 150 cm ve tüp çapları 16 ila 38 mm arasında değişir. Lamba güçleri de 4 ila 65 W arasındadır.

Kompakt Flüoresan Lambalar: Enerji fiyatlarının yükselmesi sonucu akkor telli lambaların yerine kullanılmak ve daha estetik flüoresan lambalı armatürler ve aydınlatma elde etmek için geliştirilmişlerdir. Ömürleri 8000 saattir. Cam balonlu ve balonsuz olarak iki gruptur. Etkinlik faktörleri 39–75 lm/W'dır. Cam balonlular kıvrılmış, ince flüoresan lamba cam balon içine konulmuştur. Güçleri 9 W- 25 W, etkinlik faktörleri ise 39 lm/W- 48 lm/W aralığındadır. Piyasada SL lamba olarak bilinmektedirler. Cam balonsuzlar ise piyasada PL lamba olarak isimlendirilmektedir. Entegre balastlı ve balastsız olarak iki ana grupta toplanırlar.⁷⁷

Resim 1.7. Kompakt Flüoresan Lamba Örnekleri⁷⁸



Sodyum Buharlı Deşarj Lambalar

“Bunlar kızgın elektrotlu alçak basınçlı ve alçak gerilimli deşarj lambalarıdır. Tüp içinde oda sıcaklığında katı halde bulunan sodyum madeni bulunur. Tüpün sıcaklığı 250 ila 300 °C ye çıktığı zaman sodyum madeni buharlaşır ve tüpün basıncı birkaç mmHg aşamasına iner. Boşalma, önce yardımcı bir gaz içinde, örneğin neon veya argon gazı içinde meydana gelir. Bu nedenle tüp az miktarda asal gaz içerir. Kızgın elektrotlar baryum oksitle kaplı tungstendir. Kural olarak sodyum buharlı lamba, alternatif akım şebekelerinde kullanıldığından, tüpün her iki ucunda aynı iki tip elektrot bulunur. 220 V'luk şebeke gerilimi tutuşturmaya

⁷⁷ Özkaya, Mustafa, **Aydınlatma Tekniği**, İstanbul, Birsen Yayınevi, 2004, s. 158,159.

⁷⁸ www.hedefelektrik.com/html/isik_kaynaklari.html.

yetmez. Onun için tüp içine elektrotları birbirine yaklaştırmaya yarayan madeni bir tutuşturma teli konmuştur. Bu sayede gerilim uygulandıktan sonra ana dolgu gazında (neon veya argon) küçük ışıltılı boşalma yolları oluşur ve ön boşalma başlar. İyonizasyon yardımıyla ön boşalma ana boşalmayı başlatır. Dolayısıyla tüp ısınır, sodyum buharlaşır ve ışıklı plazma dolgu gazından sodyum buharına geçer.

Deşarj tüpü U şeklinde bükülmüş ve havası boşaltılmış, iç yüzeyi indium oksitle kaplanmış bir dış tüpün içine yerleştirilmiştir. İndium oksit, kızıl ötesi ışınları yansıtarak vakum ise ısı kaybını azaltarak lambanın veriminin yüksek olmasını sağlar.”⁷⁹

Resim 1.8. Alçak Basıncılı Sodyum Buharlı Deşarj Lamba⁸⁰



Yüksek Basıncılı Deşarj Lambalar

Cıva Buharlı Deşarj Lambalar

“Bu lambalarda kullanılan cıva buharının rezonans çizgisi, morötesi ışınlama bölgesinde, 253,7 nm’lik dalga uzunluğundadır. Yalnız cıva buharının basıncı yükseldikçe, kısa dalgalı ışınlar buhar tarafından yutulur, buharın sıcaklığı yükselir ve cıva buharı uzun dalga boylu termik yoldan ışık yaymaya başlar. Dolayısıyla lambanın parlaklığı ve etkinlik faktörü büyür. Yüksek basıncılı cıva buharlı lambaların ömrü aşağı yukarı 6000 ile 9000 saat arasındadır. Gerilim dalgalanmaları ömüre, akkor telli lambalara göre daha az etki eder. Cıva buharlı lambalar ekonomik olduklarından dış aydınlatmada, fabrika ve atölyelerde çok kullanılır.”⁸¹

Çok Yüksek Basıncılı Cıva Buharlı Lambalar: “Bu lambaların spektrumunda kırmızı ışınlar vardır. Çizgiler 500 nm’ye kadar yayılır. Deşarj tüpü, sert cam veya

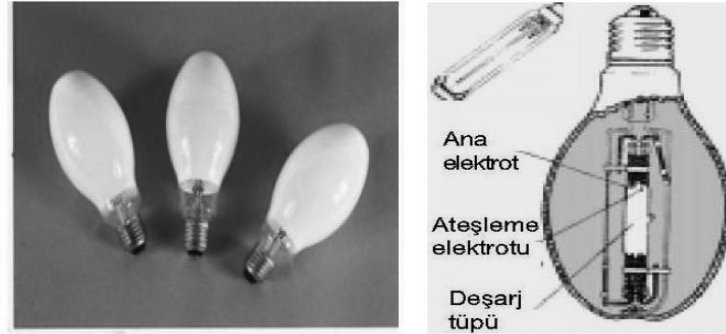
⁷⁹ Özkaya, Mustafa, **Aydınlatma Tekniği**, İstanbul, Birsen Yayınevi, 2004, s. 145.

⁸⁰ www.tackin.com/products.php?p=262.

⁸¹ A.g.e. s. 149.

kuvarstan yapılmıştır. Bunlarda ark, yüzey stabilize edici ark ve elektrot stabilize edici ark olmak üzere ikiye ayrılır.”⁸²

Resim 1.9. Yüksek Basıncılı Cıva Buharlı Lambalar⁸³



Sodyum Buharlı Deşarj Lambalar

“Yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalar sodyum ve ateşlemeyi sağlamak için cıva ve asal gaz içerirler. Çalışma sıcaklığı 700 °C’dir; deşarj tüpü bu sıcaklıktaki sodyum buharının kimyasal aktivitesine dayanabilmesi için sinterlenmiş alüminyum oksitten imal edilmiştir. Deşarj tüpü havası boşaltılmış tüp veya armut biçimindeki bir sert cam balon içine konulmuştur.

Yüksek basınçlı sodyum buharlı lambaların radyasyonu oldukça geniş bir bölüme yayılır, dolayısıyla renk seçimi bakımından alçak basınçlı sodyum buharlı lambalardan üstündür. Buna karşılık etkinlik faktörleri balast kaybı hariç 90 ile 120 lm/W mertebesindedir. Bu lambalarda da balast ve ateşleyici (ignitron) kullanılır. Dış balonu armut şeklinde olanlarda balonun iç cidarı dağıtıcı toz ile kaplanmıştır. Tüp şeklindekilerde ise dış balon saydamdır. 1970’li yıllarda enerji fiyatlarının çok yükselmesi sonucu enerji tasarrufunun önem kazanması üzerine tesis edilmiş cıva buharlı armatürlerde hiçbir teçhizat değişikliği yapmadan sadece lamba değiştirerek kullanılacak yüksek basınçlı cıva buharlı lambalar geliştirilmiştir. Bu lambalar 210 W ve 350 W gücündedir. Bu lambalarında dış balonu armut şeklindedir ve yayıcı tozla kaplanmıştır.”⁸⁴

⁸² A.g.e. s. 149.

⁸³ http://elektroteknoloji.com/elektrik_elektronik/teknik_yazilar/cevre_aydinlatma_ampulleri_sodyum_buharli_ve_civa_buharli_lambalar.html.

⁸⁴ Özkaya, Mustafa, **Aydınlatma Tekniği**, İstanbul, Birsen Yayınevi, 2004, s. 147.

Resim 1.10. Yüksek Basıncılı Sodyum Buharlı Lambalar⁸⁵

Metal Halide (Metal Halojenürlü) Lambalar

“Bu lambalar yüksek basınçlı cıva buharlı lambalarla benzer yapıdadır, ancak deşarj tüpünde cıvaya ek olarak indiyum, thalyum ve sodyum gibi metal halojenlerde konulmuştur. Işık renk kaliteleri cıva buharlıdan daha iyidir. Gerilim dalgalanmaları \pm % 10’u aşmamalıdır. Daha büyük dalgalanmalar ışık renginin değişmesine yol açar. Ayrıca lambanın montaj pozisyonunda üretici önerisine uyulmalıdır.

Dış balonları şeffaf tüp veya iç cidarı fosfor kaplı armut biçimindedir. 250 W- 2000 W aralığında üretilmekte, etkinlik faktörleri 64–88 lm/W arasındadır. Düşük kârlı çalışma gerilimli metal halojen lambalarda cıvaya disprosyum, thalyum ve sodyum eklenmiştir. Tek lamba başlıklı ve çift uçlu tipleri vardır.”⁸⁶

Resim 1.11. Metal Halide Lambalar⁸⁷

⁸⁵http://elektroteknoloji.com/elektrik_elektronik/teknik_yazilar/cevre_aydinlatma_ampulleri_sodyum_buharli_ve_civa_buharli_lambalar.html.

⁸⁶ Özkaya, Mustafa, **Aydınlatma Tekniği**, İstanbul, Birsen Yayınevi, 2004, s. 151.

⁸⁷http://elektroteknoloji.com/elektrik_elektronik/teknik_yazilar/cevre_aydinlatma_ampulleri_sodyum_buharli_ve_civa_buharli_lambalar.html.

2.1. LED Aydınlatma ve Kullanım Alanları

2.1.1. LED Nedir?

“LED ismi, ingilizce Light Emitting Diode (Işık Yayan Diyot) kelimelerinin baş harflerinden oluşmaktadır. Bu ışıklı diyotlar, kullanışlı ve pratik olmalarının yanısıra oldukça ucuz olmaları nedeniyle indikatör (gösterge) olarak diğer tip lambaların yerini almışlardır. Piyasada çok değişik şekil, ebat, renk ve fiyatta LED bulunduğundan herhangi bir devrede ne tip bir LED kullanılabileceği, genellikle bir soru işareti oluşturmaktadır.

Işık yayan diyotlar, ilk olarak 1954 yılında bulunmuştur. Galyum Fosfat (GaP) ile yapılmış bir diyotun, iletim yönünde akım geçirildiğinde kırmızı bir ışık yaydığı farkedilmiştir. Böylece bir yarıiletken ışık kaynağı keşfedilmiş ancak yarıiletkenlerdeki ışık yayımının fiziği pek anlaşılamadığı ve seri üretim için yeterli teknolojik düzeye erişilemediği için LED'ler yakın zamana kadar pek popüler olamamışlardır. Bu sorunların aşılmasından sonra LED'ler inanılmaz bir şekilde kendilerine çok geniş bir uygulama alanı bulmuşlardır.

İlk LED'ler TO-18 transistör kılıfı içerisinde ve uçları şeffaf plastik mercek şeklindeydi. Mevcut ışık rengi sadece kırmızıydı ve verim, yani uygulanan güce karşı elde edilen ışık miktarı son derece yetersizdi. Zamanla yarıiletkenlerde yayılan ışık ile ilgili teorik bilgiler geliştikçe GaP diyotlarından yayılan kırmızı ışığın, bu yarıiletken madde içerisinde bulunan çinko ve oksijen atomlarının sayesinde oluştuğu anlaşılmıştır. Daha saf GaP maddesiyle yapılan Led'lerin, bu sefer yeşil bir ışık yaydıkları gözlenmiştir. Daha sonra ise çok çeşitli yarıiletken maddeler denenmiş ve kullanılmıştır. Günümüzde ise en çok kullanılan madde ise Galyum Arsenit Fosfat (GaAsP) 'tır. Bu maddenin avantajı, arsenik ve fosfat oranlarını değiştirmek suretiyle infraruj (infra-red) ile yeşil arasında pek çok renk elde edilebilmesidir.”⁸⁸

⁸⁸ <http://www.silisyum.net/htm/optoelektronik/led.htm>.

2.1.2. LED Aydınlatmanın Nicelik ve Nitelik Açısından Özellikleri

2.1.2.1. LED Aydınlatmanın Genel Özellikleri

“LED aydınlatmanın genel özellikleri şunlardır;

- Tek renk ışık kaynağı (dar bantlı): Işık istenilen dalga boyunda olduğu için renk filtresi, prizma gibi renk ayrıştırıcılara ihtiyaç yoktur. Örneğin; kırmızı trafik lambasında 617 nm dalga boyunda kırmızı LED’lerde üretilen ışığın tamamı kullanılır. Oysa akkor lambalarda üretilen ışığın mavi ve yeşil bileşenleri bastırılarak sadece kırmızı bileşeni kullanılır. 75 W akkor lamba yerine 8 – 10 W LED dizini kullanılarak % 80 enerji tasarrufu sağlanır.
- Çok küçük ışık kaynağı (birkaç mm²): Küçük ebatlı armatürler geliştirilir, ışık kolayca yönlendirilebilir.
- Ortalama 3,5 – 5V da 20 – 40 mA akım çekerler ve 2 – 20 CD ışık şiddetleri vardır. Kullandıkları enerjinin çok az bir bölümü ısıya dönüşür.
- Akım sınırlayıcı elemanlar kullanılarak üretilir ve şebeke voltajları 5V ile 220V arası her voltaja göre dizayn edilebilirler.
- Vibrasyondan etkilenmeme özelliği taşır.
- Görülebilen ışıkların yanında IR ve UV üreticisi olarak da üretilirler.
- Fiber optik kadar uzun ömürlü ve sağlıklı olmamakla beraber daha ekonomik çözümler sunar.
- Darbelere, sarsıntılara ve vibrasyona karşı dayanıklılığı fazladır.
- Yarıiletken teknolojisiyle üretildiklerinden dolayı hava sıcaklığındaki değişmelerden fazla etkilenmezler.
- Tasarımcılara geniş ve kolay kullanım imkânları sunmaktadır.
- Hızlıdır, 200 ns içinde ışık vermeye başlar.
- Uzun ömür: Kullanım kondisyonuna bağlı olarak 100.000 saate kadar ulaşmaktadır.
- Tanımlanmış ışık açıları vardır.
- Görülebilir renk tayfındaki hemen hemen bütün renkler elde edilebilir. ”
- Dimerlenebilir (0 – 100 %).⁸⁹

⁸⁹ <http://www.ledmar.com/ledh.html>.

- “Şok ve titreşimlere dayanıklıdır. Cam, flaman gibi kırılğan elemanlar ihtiva etmez.
- Beyaz LED için farklı renk sıcaklıkları: 3200, 4700, 5400, 6500 Kelvin.
- Çevrecidir; yapısında cıva gibi ağır metaller ve halojen gazları yoktur.
- Uzun vadede daha ucuz bir aydınlatma aracıdır.
- Geleneksel flüoresan lambasına karşın ortalama 1/10 güç tüketimi vardır.
- Şoka dayanıklıdır ve güvenilirdir.
- Enerji tasarrufu sağlar ve bakıma ihtiyaç duymaz. Maliyet açısından verimlidir.
- Göz alıcıdır ve emniyet düşünülmüştür.
- Elektromanyetik çatışma yoktur.
- Plug-N-Play (Fişe sok ve çalıştır) özelliğine sahiptirler.
- LED’ler solar panellerle uyum içerisinde çalışabilme özelliğine sahiptirler.
- Isı dağılımı ve zararlı ışın (radyasyon) yoktur.
- 16.7 milyon renk elde edilebilme özelliğine sahiptirler (RGB)
- Hem iç mekânda hem de dış mekânda suya dayanıklıdır.
- Tek ve çok renk elde edilebilir.
- Diyot oldukları için, dijital dünyayla daha kolay uyum sağlarlar.
- Yüksek yoğunluk, yüksek kontrast hatta parlaklık.
- Eşsiz ve tutarlı renkler sağlayan tek “Işık Rengi” ışık kaynağıdır.
- Düşük güç tüketimi ve ısı dağıtma olanakları sunmaktadır.
- Kapsamlı çalışan voltaj.
- Kolay kurulum olanağı sunar.
- Çevre dostudur ayrıca hafiftir.
- Flamanları olmadıkları için sıradan bir lamba kırılırken onlar bu koşullar altında zarar görmezler.
- Yeşil ve kırmızı gece görüşünü korumak için harikadır.
- Amaçları için iyi bir çözümdür, mavi genellikle estetik amaçlar için kullanılır. Beyaz ise genel kullanım amacı içindir.
- Aşırı derecede verimlidir ve doğal bir ışık görünümü de sağlanabilir.⁹⁰

⁹⁰ <http://www.ledmar.com/ledh.html>.

- “LED’lerin yumuşak parıltısı gölgeyi, yansımayı ve göz kamaştırıcı parıltıyı azaltır.
- Birçok alanda başarıyla uygulanır.
- LED’ler aşırı derecede dayanıklıdır.
- Bütünüyle şoka ve titreşime dirençli olurlarken ortada ne paramparça olacak bir cam ne de kırılacak bir flaman vardır.
- LED’ler kullanım açısından güvenlidir.
- Genel bir kural olarak LED’ler; patlayıcı sıvıların ve gazların yanında ya da başarısız aydınlatmacıların kazalar neden olabilecekleri yerlerde kullanılmak için en iyi çözümdür.”⁹¹

2.1.2.2. Elektriksel Özellikleri

“Elektriksel olarak LED’ler, bilinen normal diyotlar gibi davranırlar. Ancak normal diyotlardan farklı olarak iletim esnasında üzerinde oluşan gerilim, silisyum diyotlara nazaran daha fazladır. Bu gerilim sabit olmayıp LED çeşidine göre değişmektedir. Kırmızı LED’ler için 1,6 Volt olan iletim gerilimi, yeşil LED’lerde 2,4 Volta kadar çıkmaktadır. Bilindiği gibi bu gerilim silisyum diyotlarda 0,65 - 0,70 Volt arasındadır.

Normal diyotlarda olduğu gibi LED’lerin de iletim dirençleri oldukça düşüktür. Bundan dolayı iletim gerilimleri aşıldıktan sonra çekecekleri akım çok hızlı bir biçimde artar. Bu durum, LED’ler ile beraber seri olarak akım sınırlayıcı dirençler kullanılması zorunlu kılar.

Eğer kullanılacak LED ile ilgili bilgiler mevcut değil ise, genel olarak LED’lerin 40 mA ’lık iletim akımlarında çalıştıkları bilinmelidir. Aslında birçok LED çeşidi, bu değerden daha fazlasına dayanabilmektedir. İletim gerilimlerini 2 Volt olarak kabul etmekte pratik bir yöntemdir.”⁹²

“LED’ler, düşük gerilimli kaynaklarda kullanılacakları zaman maksimum akım sınırlarına yakın değerlerde kullanılmamalıdır. Çünkü böyle durumlarda seri direncin değeri küçük olacağından kaynak gerilimindeki en ufak bir değişim, yüksek akım geçmesine sebep olarak LED’i tahrip edebilir.

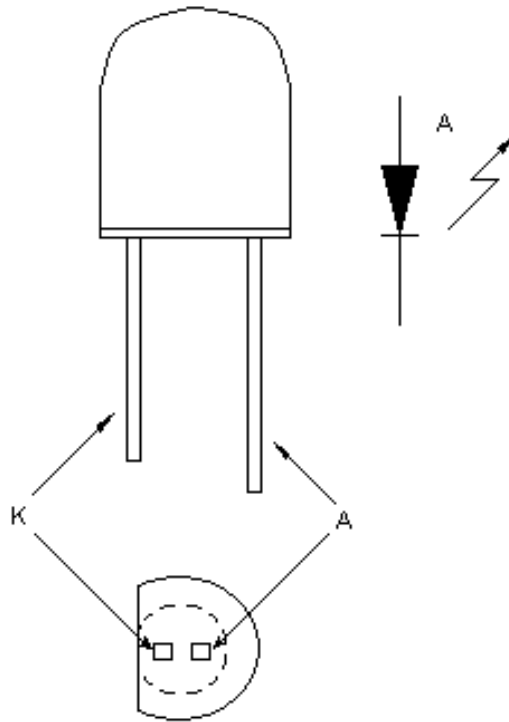
⁹¹ <http://www.ledmar.com/ledh.html>.

⁹² http://www.silisyum.net/hm/optoelektronik/ledlerin_elektriksel_ozellikleri.htm.

LED'leri devreye bağlarken polaritelerine dikkat edilmelidir. Bunların ters dayanma gerilimleri 4-5 Volt gibi küçük bir değer olduğundan ters bağlanmaları halinde yanmaları işten bile değildir. Bu yüzden polariteleri bilinmeyen LED'lerin bacalarının tespit edilmeleri esnasında dikkatli olunmalıdır. Bu iş için yöntemlerden biriside, 150 ohm 'luk seri bir dirençle beraber 3 Voltluk bir kaynak kullanılmasıdır.

LED'lerin polariteleri genellikle iki türlü belirtilmektedir. Birinci olarak katot, anoda nazaran daha kısa yapılmaktadır. İkinci olarak ise LED'in kılıfının katot tarafı düz olarak imal edilmektedir. Bu yöntem, sadece dairesel kesitli LED'ler için geçerlidir. Şekil 2.1.'de LED polaritelerinin belirtilme yöntemleri görülmektedir.”⁹³

Şekil 2.1. Led Polariteleri⁹⁴



2.1.2.3. Ömürleri

“İlk LED'lerde diyot eklemeni kirleten bakır moleküllerinden dolayı, bir kaç yüz saatlik çalışma sonunda LED'lerin parlaklığı büyük ölçüde azalıyordu.

⁹³ http://www.silisyum.net/htm/optoelektronik/ledlerin_elektriksel_ozellikleri.htm.

⁹⁴ http://www.silisyum.net/htm/optoelektronik/ledlerin_elektriksel_ozellikleri.htm.

LED'lerin ömürleri, verdikleri ışığın %50 oranında düşmesi için geçen süre olarak tanımlanmaktadır.”⁹⁵

“LED'lerin daha uzun ömürlü olabilmeleri için bazı hususlara dikkat edilmesi gerekmektedir. Bacaklar, kılıftan itibaren 2mm'den daha yakın kıvrılmamalıdır. Kılıfın çatlatılmamasına özellikle dikkat edilmelidir. Çatlaklardan sızacak rutubet, LED'in ömrünü büyük ölçüde azaltacaktır. Lehim yapılırken bacakların 125 °C den daha fazla ısıtılmaması gerektiğinden bacaklar soğutma amacıyla metal maşa veya krokodillerle tutulmalıdır.

LED'ler, aşırı sıcaklıklarda çalıştırılmamalıdır. 75 °C de çalıştırılan bir LED 25 °C dekine nazaran yarı yarıya daha az ışık verebilmekte, ömrü de o nisbette azalmaktadır. Bu yüzden LED'ler, devrenin sıcak bölgelerinden uzak tutulmalı ve maksimum akım sınırlarına yakın değerlerde çalıştırılmamalıdır.”⁹⁶

2.1.2.4. Işık Etkinliği ve Şiddeti

“Lambaların verdiği ışığın, harcadığı elektrik enerjisine oranı ışık etkinliği h'dır, birimi ise lümen/watt'dır. Eğer rakamlarla tarif etmek gerekirse;

Akkor lambalarda ışıksal verim 12 – 15 lm/W

Halojen lambalarda 18 – 22 lm/W

Kompakt flüoresan lambalarda 60 lm/W

Flüoresan lambalarda 55 – 104 lm/W”⁹⁷

“Led'lerde durum biraz farklıdır, LED rengine göre ışık etkinliği farklılık gösterir. Örnek; kırmızı en yüksek verimliliğe sahiptir 45 lm/W, sarı 35 lm/W, yeşil 18 lm/W, mavi 8 lm/W civarındadır. Aydınlatmada beyaz ışık önemli olduğuna göre beyaz LED için verimlilik, üretici firmalara göre değişmekle birlikte 18 – 25 lm/W arasında değişmektedir. Bu bağlamda, LED'ler akkor ve halojen lambalara alternatif olabilmekte ancak flüoresan ve kompakt flüoresan lambalarla verimlilik açısından rekabet edebilecek seviyede değildir. Diğer taraftan ışık verimliliğinde çok hızlı

⁹⁵ http://www.silisyum.net/htm/optoelektronik/ledlerin_omurleri.htm.

⁹⁶ http://www.silisyum.net/htm/optoelektronik/ledlerin_omurleri.htm.

⁹⁷ <http://www.ledmar.com/ledh.html>.

gelişmeler olmaktadır. 2008 – 2010 yıllarında beyaz LED’de verimliliğin 50–70 lm/W değerlerine ulaşması beklenmektedir. LED üretici bir firmanın ifade ettiğine göre, laboratuvar ortamında kırmızı ışıktaki 108 lm/W değeri yakalanmıştır.”⁹⁸

“LED ışık değerleri konusunda dikkat edilmesi gereken bir diğer konu da ışık açılarıdır. LED’ler yönlendirilmiş ışık oldukları için ışık değerleri, cd (candela) veya mcd (milicandela) cinsinden verilmektedir. Işık açıları düşük tutularak yüksek candela değerleri telaffuz edilmektedir. LED seçiminde değerlendirme yapılırken bu konu dikkate alınmalıdır.

Bir LED’den yayılan ışık miktarı eksen üzerindeki tek bir noktayla, aydınlık şiddeti değeriyle ölçülür (lv). LED’in şiddeti milicandela (mcd) olarak belirtilir. Bu eksen üzeri ölçüsü, enkandesan lambalar tarafından üretilen ışığı ölçmede kullanılan orta küresel ışık gücü değerleriyle karşılaştırılabilir değildir. Aydınlık şiddeti, LED’e sağlanan akım miktarıyla kabaca orantılıdır. Akım ne kadar büyükse şiddet de o kadar yüksektir. Tabiki dizayn sınırları vardır. Genellikle LED’ler 20 miliamper’de (mA) işlemek üzere tasarlanmıştır. Ancak uygulamadaki ısı miktarına bağlı olarak, işleme akımı düşürülmelidir. İleri voltaj akımla birlikte artar ve ısıyla birlikte yaklaşık 2 mV/ °C azalır.

LED’lerin optik davranışları, ısıyla birlikte belirgin bir şekilde farklılık gösterir. İlk olarak, birleşme ısı arttıkça, LED tarafından yayılan ışık azalır. Bunun nedeni deliklerin ve elektronların yeniden birleşimindeki bir artışın, ışık yayılımına katkıda bulunmamasıdır. Ayrıca genellikle ısıyla birlikte değişen yarı iletken enerji boşluğu nedeniyle yayılan dalga boyuda ısıyla birlikte değişir.

LED’ler dalga boyu aralığında ışık yayarlar, ancak baskın dalga boyu LED izlenirken görülen renktir. Ölçü, gözümüzün farklı renkleri farklı parlaklık düzeylerinde kavrama yeteneğine dayanarak tartılıyorsa, candela oranlaması, farklı dalga boylarındaki LED’ler arasında bile algılanan parlaklık için iyi bir ölçüdür.”⁹⁹

2.1.2.5. Işık Rengi Özellikleri

“Günümüzde kullanılan LED’ler arasında en popülerleri, kırmızı olanıdır. Bu tip LED’ler GaAs_{0,6}P_{0,4} formülü ile yapılmaktadır. As : P oranı 6 : 4 ’tür. Kırmızı LED’ler yapımı en kolay, dolayısıyla en ucuz, bunun yanında da verimi en yüksek

⁹⁸ <http://www.ledmar.com/ledh.html>.

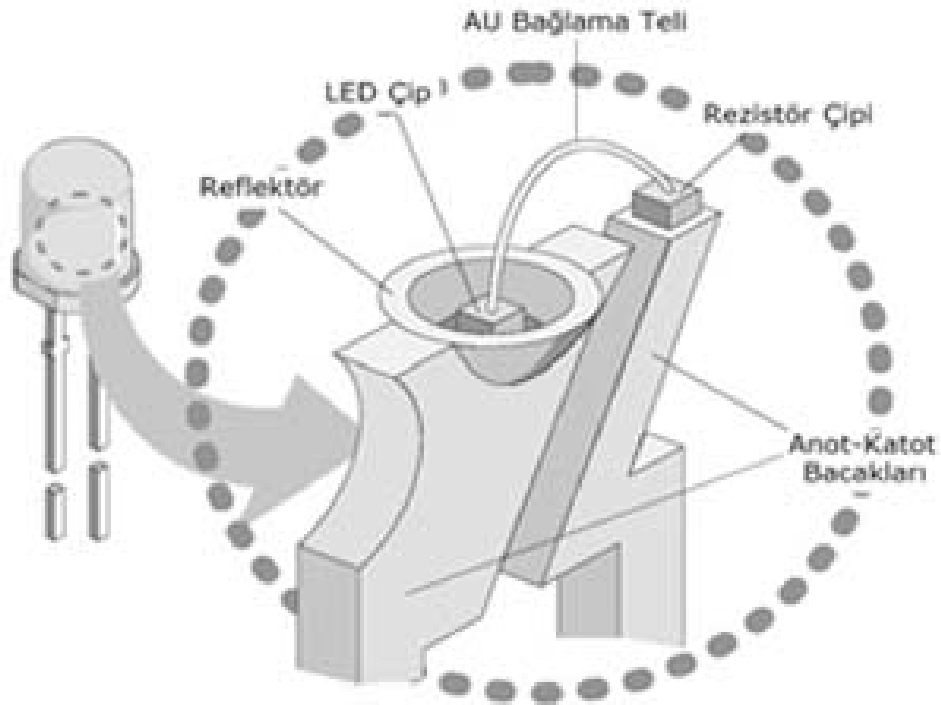
⁹⁹ <http://www.ledmar.com/ledh.html>.

olanlarıdır. Yeşil LED'ler ise verimi en düşük LED çeşididir. Ancak bu dezavantajı insan gözünün yeşile kırmızıdan daha hassas olması nedeniyle ortadan kalkmaktadır.

Herhangi bir uygulama için renk seçimi yaparken bazı hususlara dikkat edilmelidir. Kırmızı, genellikle ikaz devreleri için tercih edilmelidir. Ancak sarı, turuncu ve yeşil LED'ler, diğer bazı amaçlar için daha estetik olabilmektedir.

LED seçiminde verim önemli bir faktördür. Yeşil ve sarı LED'lerin verimleri, kırmızı LED'lere nazaran daha düşüktür. Ancak pille çalışan küçük cihazlar dışında bu durum bir problem teşkil etmemekte, verim düşüklüğü biraz daha fazla güç tatbikiyle ortadan kalkmaktadır. Yeşil bir LED'den kırmızı LED'lerdeki kadar ışık elde edebilmek için iki katına yakın LED akımına gereksinim duyulmaktadır. Ancak şebekeden beslenen cihazlar için bu bir sakınca teşkil etmemektedir.”¹⁰⁰

Şekil 2.2. LED'in İç Yapısı¹⁰¹



¹⁰⁰ <http://www.silisyum.net/htm/optoelektronik/led.htm>.

¹⁰¹ http://www.damla-led.com/web2005/led_bilgi.htm.

2.1.3. LED Aydınlatmanın Kullanım Alanları

“LED aydınlatma ışık tasarımcısının vazgeçemeyeceği bir konudur. Büyüleyen ışığı, verimliliği, faydaları ile ışıkla uğraşan herkesin ilgi odağıdır. Işığın geleceği LED ile kesişmiştir. Bugün LED’ler aşağıdaki uygulamalarda sıkça kullanılmaktadır;

- Bir otomobilde 300 den fazla LED kullanılmaktadır (konsol, radyo, CD çalar, navigasyon sistemi, göstergeler ve butonlar içinde).
- Cep telefonları gösterge ve tuş aydınlatması için 12 adet LED kullanılmakta (fotoğraf çeken modellerde flaş olarak).
- Büyük ölçekli göstergeler de kullanılmakta. Örneğin futbol sahaları, dış mekân görüntü cihazları, büyük trafik bilgilendirme göstergeleri.
- Estetik özellikli aydınlatmalar da ışık kaynağı olarak.
- Reklâm panolarında renkli ışık tüplerine alternatif olarak kullanılmaktadır.”¹⁰²

Resim 2.1. LED Aydınlatma Sistemiyle Aydınlatılmış Mekan Örneği¹⁰³



¹⁰² <http://www.ledmar.com/ledh.html>.

¹⁰³ <http://www.oms.sk/23.html>.

2.2. Fiber Optik Aydınlatma ve Kullanım Alanları

“Fiber optik aydınlatma sistemlerinde, optik lifler ve dağıtıcı mercekler her noktaya kolayca ulaşabildiğinden, bilinen ışık kaynaklarının sığdıramadığı dar alanlarda rahatlıkla kullanılmaktadır. Bunun yanısıra ışık kaynağının sıcaklık ve morötesi ışın gibi bozucu etkileri bulunmamaktadır. Tek bir kaynakla çok fazla sayıda ışık noktası elde etmek mümkün olduğundan mimariye uygun, yaygın ve estetik yapılabilmektedir. Plastik fiberli sistemlerde suda, zeminde ve havada istenilen şekil ve yazılar değişik renkli ışıklarla gerçekleştirilebilmektedir.

Fiber optik aydınlatma; yangın, patlama, aşırı sıcaklık ve soğukluk gibi nedenlerle, bilinen normal lambalı aydınlatma sistemlerinin tehlikeli olabileceği ortamlarda güvenle kullanılabilirler. Fiber optik sistemlerin tüm bu üstünlüklerine karşı sistemin kayıpları önlenemediğinden, ışık akısı düşüktür. Sistemin tamamında aynı aydınlık izleniminin yaratılabilmesi yüksek kaliteli lifler ve detaylı bir işçilik gerektirir ki bu da sistemin ilk maliyetini yükseltir.”¹⁰⁴

2.2.1. Fiber Optik Aydınlatmanın Tarihçesi

“İlk çağlarda ışık, ateş şeklinde işaretler olarak haberleşmede kullanılıyordu. Bu tip haberleşmenin örneklerine bugün bile rastlamak mümkündür. (Donanmaların bayrak işaretlerinde, fenerlerde, trafik ışıklarında, makinelerin kontrol ışıklarında, vs.). Fiber optik kablonun çalışması basit ışık teorisiyle açıklanabilir. Işık fiziksel açıdan elektromanyetik dalga veya foton olarak görülebilir. Işık tüm elektromanyetik dalga yayılımının küçük bir parçasıdır. Elektromanyetik dalga spektrumundaki değişik yapılar dalga boylarının, foton enerjilerinin ve elektromanyetik alan frekanslarının farklılıklarından dolayı oluşur. Ancak ışık kullanılarak uzak mesafelere bilgi iletimi ilk olarak 200 yıl kadar önce ele alınmıştır. Örneğin; 1790 yıllarında Fransa’da Claude Choppe tarafından bir optik telgraf sistemi kurulmuştur. Sistem bir dizi hareket edebilir işaret kolları olan kuleyi kapsamaktadır. Söz konusu sistem ile bilgi 200 km uzaklığa 15 dakika içerisinde nakledilebiliyordu. Bu sistem elektrikli telgrafın icadına kadar önemini korumuştur.

¹⁰⁴ Ağiroğlu, Orkun, **Fiber Optik Aydınlatma Sistemleri**, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, Gazi Üniversitesi, s. 3.

Alexander Graham Bell'in 1880'de geliştirdiği ses sinyallerini ışık aracılığı ile ileten fotofon cihazı, pratik olarak uygulama alanı bulamadı. Çünkü hava ve görünürlük, iletim kalitesi üzerinde çok olumsuz bir etkiye sahipti. 1880 yılında Alexander Graham Bell kendi fotofon'unu icat etti. Bu kendisine göre en büyük icadıydı, hatta fiber optik teknolojisinin bir iletişim aracı olarak kullanılması için ilk ciddi öneriydi. İngiliz fizikçi John Tyndall 1870'de Bell'in icadından kısa bir süre önce, bu soruna bir çözüm önerdi ve ışığın bir huniden (fiskiyeden) geçirilebileceğini gösterdi. Deneyi, bugünün fiber optiklerine uygulanan toplam iç yansımadan faydalanıyordu."¹⁰⁵

"Her ne kadar ışık yol göstericileri tıp teknolojisinde 1930'lu yıllarda kullanılmaya başlandıysa da, 1950'li yıllara kadar ayrı fiberlerin kaplanması fikri ortaya konmamıştı. Fiber optik camın çok dikkatlice düşük kırılma indisine sahip bir madde ile kaplanmasıyla, ışık dalgaları bir çekirdek içerisinde lateral bir kayıpla iletilebilmiştir.

Bell'in ışık modülasyonu ve Tyndall'ın ışık kılavuzu çalışmaları üzerine olan tecrübelerinden faydalanan Norman R. French'in optik telefon sistemi için patent alması 1934 yılını buldu. Bu sistem ile French, kabloların katı cam çubuklardan ya da benzer bir materyalden yapılması ve çalışılan dalga boyunda düşük bir zayıflama katsayısına sahip olması gerektiğini, ayrıca bir optik kablo şebekesiyle ses sinyallerinin nasıl nakledilebileceğini tanımlamaktaydı.

Bu fikrin teknik olarak gerçekleştirilmesi ancak 25 yıl sonra başarıldı. Önce iletim aracı olarak uygun bir ışık kaynağı bulunmuştur. 1958 yılında Nobel ödülünü kazanan Arthur Schawlow ve Charles H. Townes, ilk olarak Theodor H. Naiman tarafından 1960 yılında uygulanmaya başlanan lazeri geliştirmişlerdir.

Lazer uygulamasında yarı iletken tekniğinden faydalanılabileceği 1962 yılında fark edilmiştir. Aynı zamanda alıcı eleman olarak yarı iletken fotodiyotlar kullanılmıştır. Bu aşamadan sonra sıra uygun bir iletim elemanının bulunması için çalışmalara devam edilmiştir."¹⁰⁶

"1966 yılında İngiltere'de Charles Kao ve George A. Hockham optik fiberlerin, ışık kılavuzu olarak kullanılmasını önerdiler. Bunun yanında bu optik liflerin, uygun uzaklıklarda faydalı optik iletim sistemleri kurmak için 20 dB/km'den daha az zayıflama değeri göstermeleri gerekiyordu. Ancak, 1965'de

¹⁰⁵ A.g.e., s. 5,6.

¹⁰⁶ A.g.e., s. 6.

optik dalga kılavuzları hala ortalama 100 dB/km'lik zayıflamalar gösteriyordu. Bununla beraber tıp alanında optik lifler, 1950'lerden itibaren çok kısa mesafelerde görüntü nakli için kullanılmaya başlanmıştır.”¹⁰⁷

“1970’de Corning Glass Work basamak indisli fiberi üretti ve 633 nm’lik dalga boyunda 20 dB/km’den daha az zayıflama değerleri elde etmeyi başardı. 1970’de Corning Glass 20 dB/km’lik kayıplı bir fiber optik üretmiş olmasına rağmen, bu sistemin ticari olarak kullanımı 1975 yılına kadar mümkün olmamıştır. Fiber optikler halkın kullanımına 1975 yılından itibaren “Anemone” lambaların satışı ile girmiştir. 1970’lerin sonunda Du Pont ilk küçük çaplı akrilik fiberi sunmuş, bu patent daha sonra Mitsubishi firmasına satılmıştır.

Basamak İndisli (stepindex) optik fiberler kullanılarak 1972 yılında 0,4 dB/km’lik zayıflama değerine ulaşıldı. Günümüzde tek modlu lifler ile 1550 nm’de 0,2 dB/km’den daha iyi zayıflama değerleri elde edilmiştir. Aynı zamanda nakledici, alıcı ve verici elemanların dayanıklılık, güç seviyesi ve hassaslık derecelerinde de takdir edilecek ölçüde gelişmeler olmuştur. Bugün ağırlıksız ve ekli bağlantılara uygun olan optik kablo teknolojisi, bu yeni iletim elemanını sonsuz olarak kullanmayı mümkün kılmaktadır.

İlk optik kablolar 1973’de Amerika’da gemilerde ve askeri amaçlı telefon hizmetlerinde kullanılmaya başlandı. Western Electric firması 1976 yılında Atlanta’daki tesislerinde ilk fiber optik haberleşme sistemini denedi. Bir yıl sonra Bell Sistemleri tarafından 2,5 km’de ilk alan testleri gerçekleştirildi, daha sonra da General Telephone tarafından 9 km’de sürdürülmüştür.

Siecor Corporation, Siemens ve Corning Glass Works’un bir kolu, 1983 yılında New York’daki bir telefon şirketine tek modlu fiber kabloları veren ilk imalatçılar oldular. Işığın kontrollü bir yapı içinde iletimi 19. yüzyılda John Tyndall’ın ışığın bir eğimli su akışı içerisinde geçebileceği fikrini ortaya atmasıyla başlamıştır.”¹⁰⁸

“Günümüzde dünyanın uzun mesafeli ses ve veri iletim trafiğinin % 80’inden fazlası fiber optik kablolar üzerinden taşınmaktadır. Fiber optik malzeme üretiminin artışı ve kullanılan malzeme ücretlerinin azalması ile birlikte fiber optikle

¹⁰⁷ A.g.e., s. 6,7.

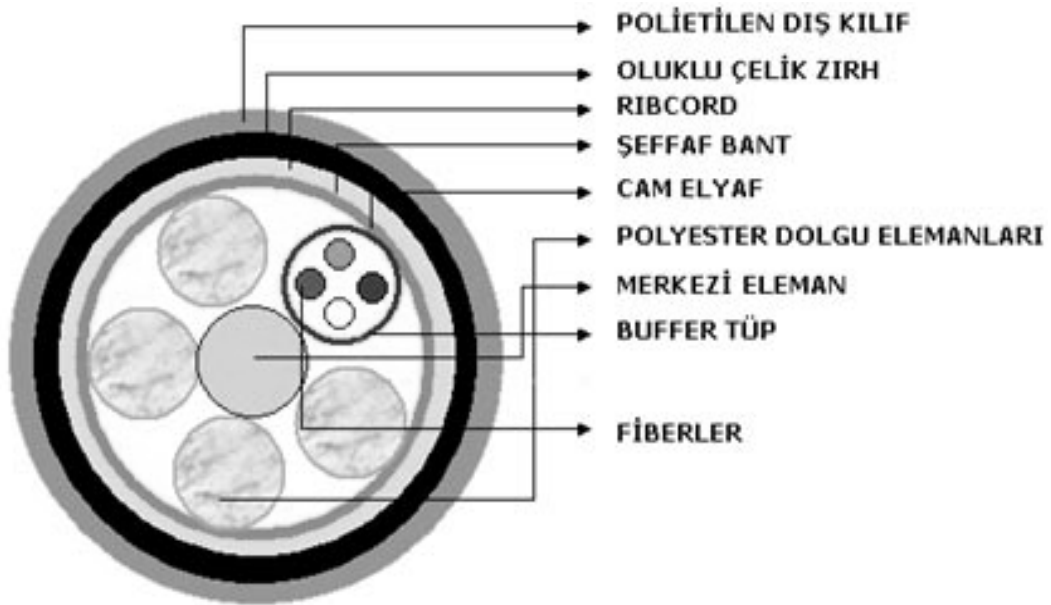
¹⁰⁸ A.g.e., s. 7.

ışık iletimi ve aydınlanma her geçen gün artan bir kabulle birlikte hayatımıza girmektedir.”¹⁰⁹

2.2.2. Fiber Optik Çalışma Prensibi

“Fiber optik kabloların ışığı ileten kısmı, temel olarak çekirdek (core) ve örtü (cladding) olmak üzere iki kısımdan oluşur. Çekirdek ve örtü hammaddesi saydam eritilmiş camdır. Çekirdek fiberin merkezindedir ve ışığı ileten kısımdır. Çekirdek indisi onu örten örtünün indisine göre daha büyük olduğundan ışınlar sadece çekirdek ortamında iletilir. Ayrıca çekirdek ve örtüyü saran dışta kılıf (coating) dediğimiz saydam plastik bir tabaka vardır.”¹¹⁰

Şekil 2.3. Fiber Optik Kablo İç Yapısı¹¹¹



¹⁰⁹ A.g.e., s. 8.

¹¹⁰ A.g.e., s. 23.

¹¹¹ <http://www.elektrikhaber.com/HaberResim/fiberkablo.jpg>.

“Kılıf üretimi sırasında kaplama yüzeyine doğrudan uygulanan tabakayı ifade eder. Işığın fiber içine ve dışına bağlantısı veya fiberlerin eklenmesi için kılıf ayrılabilir nitelikte olmalıdır. Kablo, tüm uzunluğu boyunca kalınlığı değişmeden muntazam bir şekilde çeşitli plastik tabakalarla düzenlenebilir. Kılıfa renk katılabilir ve gerekiyorsa işaret halkaları ilave edilebilir. Bazı ışınlar çekirdek içinde yansımayıp kayarak örtüye kaçar. Kılıfın indisi örtüye göre büyük olduğundan, örtüye kaçıp kontrolden çıkan ışınlar kılıfta emilir. Ayrıca kılıf, çekirdek ve örtüyü mekaniksel etkilerden korur.”¹¹²

“İç yüzeyde yansıma, ışığın doğru açıdan yansiyarak yayılması, kablo boyunca tüm yansımanın minimum kayıpla gerçekleşmesini sağlar. Işığın yanlış açıdan yansiyarak yayılması ışığın kaybına neden olur.

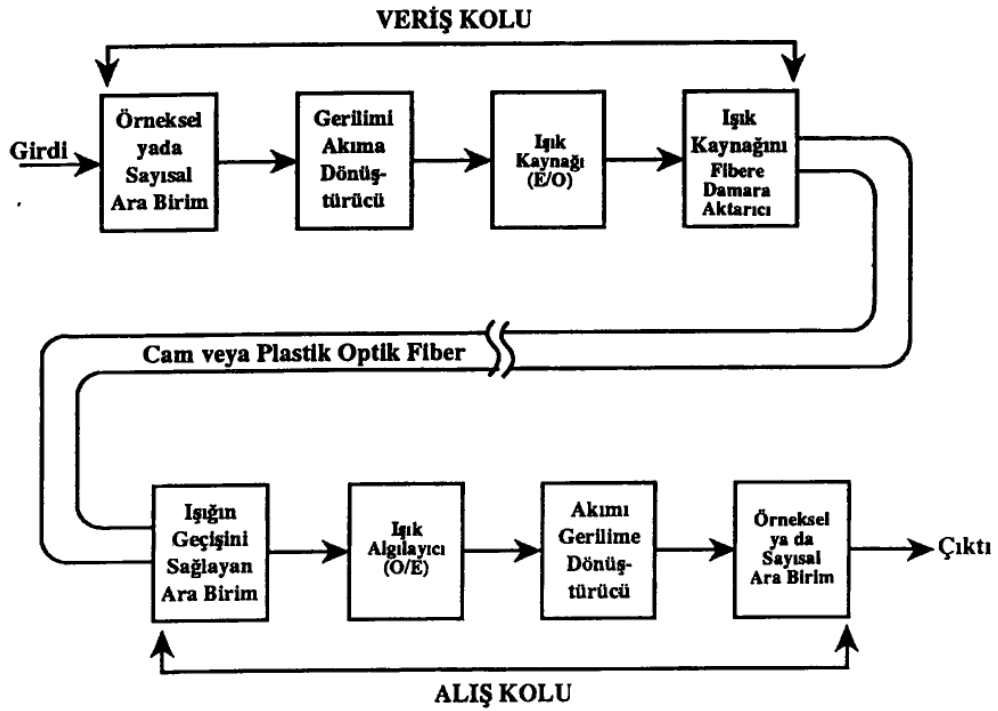
Işığın bir optik lif içindeki yayılımını incelemek için, dielektrik ortamın kırılma indisini hesaba katmak gerekir. Bir ortamın kırılma indisi, ışığın havadaki hızının o ortamdaki hızına oranı olarak tanımlanır. Bir ışık ışını, optik olarak yoğun bir ortamda, daha az yoğun ortamındakinden daha yavaş ilerler ve kırılma indisi bu etkinin bir ölçüsünü verir.

Fiber, çekirdek eksenine belli bir değerden büyük açıyla gelen ışınları kabul etmez. Çünkü bu açının üstüne gelen ışınların açısı kritik açının altında kalır ve kırılmaya uğrayarak örtüye geçer. Örtüye geçen ışın kaybolur. Işığın çekirdek tabakasına girdiği açının alabileceği maksimum sinüs değeri, fiberde çekirdek, örtü ve havanın kırılma indisleri ile kabul açısı arasındaki kavram olan Nümerik Açıklık’dır (Numerical Aperture-NA). Nümerik açıklık, fiberin ışık toplama kabiliyetinin bir ölçüsüdür.

NA çekirdek ve örtünün indis farklılığına bağlıdır ve doğru orantılıdır. İndis farkı arttıkça NA büyüyeceğinden fiberin kabul ettiği ışın miktarı artar. Kısaca NA fiber lif içinde ilerleyebilecek ışınların ışık kaynağından en çok kaç derecelik açı ile geldiğini belirleyen bir değerdir. Çapraz ışınlar fiber içinde helezonik bir yol izlerler. Hava ortamında, çapraz ışınların fiberden çıkış noktası maruz kalınan yansıma sayısına bağlı olur.”¹¹³

¹¹² A.g.e., s. 24.

¹¹³ A.g.e., s. 24, 25.

Şekil 2.4. Işıksal İletim¹¹⁴

2.2.3. Fiber Optik Türleri

“Fiber optik türleri temel olarak günümüzde üçe ayrılır. Bu üç fiber optik türü de camdan, plastikten ya da cam ile plastiğin birleşiminden yapılır. Bu üç fiber optik türü şunlardır:

1. Plastik çekirdekli, plastik koruyucu zarflı,
2. Cam çekirdekli, plastik koruyucu zarflı (çoğunlukla PCS fiber denir: plastik koruyucu zarflı silika),
3. Cam çekirdekli, cam koruyucu zarflı (çoğunlukla SCS denir: silika koruyucu zarflı silika).

Halen silikat olmayan bir maddenin, çinko klorit kullanıldığı dördüncü bir çeşidin kullanılıp kullanılmayacağı araştırılmaktadır. Yapılan ilk deneyler bu maddeden yapılmış fiberlerin, cam (silika tabanlı) benzerlerinden yaklaşık 1000 kat daha verimli olacağını göstermiştir.”¹¹⁵

“Plastik fiberlerin cam fiberlere oranla çeşitli avantajları vardır. Birincisi, plastik fiberler daha esnektir ve bu nedenle camdan daha dayanıklıdır. Monte

¹¹⁴ A.g.e., s. 11.

¹¹⁵ Tomasi, Wayne, **Elektronik İletişim Teknikleri**, İstanbul, Milli Eğitim Basımevi, 1997.

edilmeleri daha kolaydır, basınca daha dayanıklı ve daha ucuzdurlar. Üstelik cama oranla yaklaşık %60 daha hafiftirler. Plastik fiberlerin dezavantajları yüksek zayıflama özellikleridir; ışığı iletimi onusunda cam kadar verimli değildirler. Dolayısıyla, plastik fiberlerin kullanımı nispeten kısa (bina içi veya yakın çevre) mesafelerle sınırlıdır.

Cam çekirdekli fiberler düşük zayıflama özellikleri sergilerler. SCS fiberler en iyi yayılım özelliklerine sahiptir ve sonlandırılmaları PCS fiberlere oranla daha kolaydır. Ancak, SCS kablolar en dayanıksız kablolardır ve en fazla zayıflama bu kablolarda meydana gelir.

Belli bir uygulama için bir fiberin seçimi, sistem gereksinimlerine bağlıdır. Seçim söz konusu uygulamanın sadece ekonomik şartlarına değil aynı zamanda kablonun dağıtım ve kullanım şartlarına da bağlıdır.”¹¹⁶

2.2.4. Mod Kavramı

“Tek bir ışının fiber içinde izlediği yola (path) mod denir. Fibere değişik açılarla giren ışınlar farklı açılarla yansırarak gideceğinden farklı yollar izler ve diğer uca farklı sürelerde ulaşırlar. Örneğin; core eksenine 0° açıyla gelen ışın, yansımaya uğramadan, asal eksene paralel, en kısa yolu katederek en kısa zamanda uca ulaşır. Bu moda ana mod denir.

Eksene açıyla gelen ışınlar ise çekirdek içinde yansırarak gider. Işının geliş açısı büyüdükçe yani yansıma açısı küçüldükçe katedilen yol artar. Fibere farklı açılardan gelen ışınlar, diğer uca farklı zamanlarda ulaşır. Veri işaretleri (sinyaller) bir grup ışın demeti ile bir uçtan diğerine iletilir.”¹¹⁷

“Modlar arası faz farkından (ayrı yollardan ilerleyen ışınların farklı zamanlarda diğer uca ulaşması) meydana gelen girişimle, işaretler zaman içinde genişler. Bu durum işaretin veri iletim hızını (bit rate); dolayısıyla bant genişliğini azaltır. İstenmeyen bu duruma modsal dağılım (modal dispersion) denir. Tanımından da anlaşılacağı üzere bu sadece çok modlu (multi mod) fiberlerde oluşan bir durumdur.

¹¹⁶ Ağroğlu, Orkun, **Fiber Optik Aydınlatma Sistemleri**, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, Gazi Üniversitesi, s. 26, 27.

¹¹⁷ A.g.e. s. 27.

Modsal dağılıma kesin çözüm sadece ana modun geçişine izin veren single mod (tek modlu) fiberdir. Single mod fiberde modsal dağılım olayına rastlanmaz. Fiber kablolardaki her mod, giriş ışık sinyalinin bir bölümünü taşır. Daha genel bir deyişle fiber içindeki mod sayısı (N), fiber damarının çapına (d), ışığın dalga boyuna (λ) ve Nümerik Açıklık (NA) denilen büyüklüklere bağlıdır.

Tek modlu fiberlerin üstünlüğü, bir tek modun yayılmasından dolayı, çok modlu bir fiberde farklı modlar arasındaki gecikme farklılıklarının sebep olduğu işaret dispersiyonundan korunabilmesidir. Tek modlu çalışma, yarıçap biraz küçük tutulup, fiberin bağıl kırılma indis farkı azaltılarak da elde edilebilir. Tek modlu fiberde özellikle mikro bükülmelerden doğan ilave kayıplar hesaba katıldığı zaman yelek kalınlığı artar ve bu yüzden fiber kesiti çok modlu fiber kesiti kadar olur. Böylelikle eksene paralel ve farklı açılarla yansiyarak ilerleyen ışınlar farklı ortalama hızlara sahip olur ve aralarındaki zaman farkı, dolayısıyla faz farkı ortadan kaldırılmış olur. Kısa mesafelerde (2000 metreye kadar) dereceli indis modsal dağılımı ihmal edilebilir seviyeye indirse de çok uzun mesafelerde modlar arası tekrar faz farkı oluşur.”¹¹⁸

2.2.5. Band Genişliği

“Band genişliği, dalga kılavuzunda yayılan sinyalin dağılımlar ve diğer zayıflamalar nedeniyle gücünün yarıya indiği frekanstır ve fiber optik için dağılım özelliklerinin bir ölçüsü olarak kullanılır. Işık darbeleri bir optik kablo içinde ilerlerken dağılımından dolayı zamanla genişlemektedir. Frekans ilişkilerinde bunun anlamı, optik fiberin bir alçak geçiren filtre gibi hareket etmesidir. Diğer bir ifade ile fiber içindeki bir ışık dalgasının fm modülasyon frekansı artarken genliği sonuçta görünmeyene kadar azalır. Bundan ötürü optik fiber düşük frekanslı işaretlerin geçişine izin verir ve onları frekansın arttığı oranda zayıflatır.”¹¹⁹

¹¹⁸ A.g.e. s. 27, 28.

¹¹⁹ A.g.e. s. 29.

2.2.6. Fiber Optik Düzenlemeleri

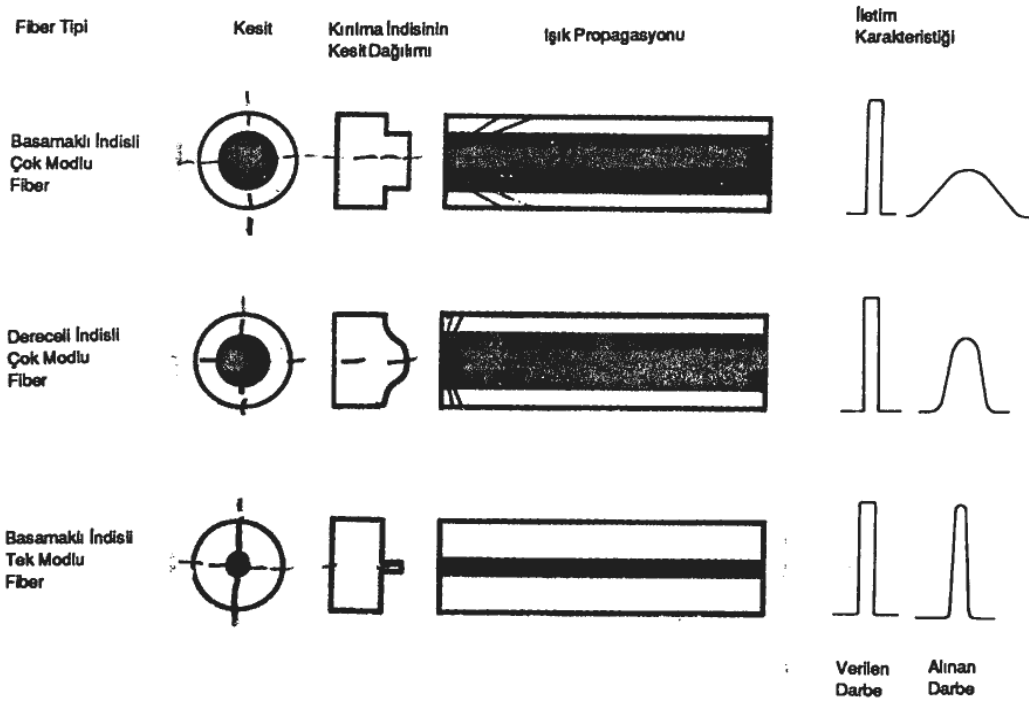
“Temel olarak üç tür fiber optik düzenlemesi vardır.

1. Tek modlu basamak indisli fiber optikler
2. Çok modlu basamak indisli fiber optikler
3. Çok modlu dereceli indisli fiber optikler¹²⁰

Tablo 2.1. Üç Değişik Yapıdaki Fiber Değerleri¹²¹

Fiber Tipi	Çap (μm)		
	Öz	Örtü	Kılıf
Basamaklı İndisli Çok Modlu Fiber	85-100	125-140	250-300
Dereceli İndisli Çok Modlu Fiber	50	125	250
Basamaklı İndisli Tek Modlu Fiber	9-10	125	250

Şekil 2.5. Optik Fiber Damar Çeşitlerinde İletim, Kırılma İndisi, Dağılıma ve Darbe İletimi¹²²



¹²⁰ A.g.e. s. 30.

¹²¹ A.g.e. s. 26.

¹²² A.g.e. s. 27.

Tek Modlu Basamak İndisli Fiber Optikler

“Tek modlu basamak indisli fiber, oldukça küçük bir merkezi çekirdeğe sahiptir; öyle ki, temel olarak ışığın kabloda yayılım yaparken izleyebileceği tek bir yol vardır. En basit tek modlu basamak indisli fiber biçiminde, dıştaki koruyucu zarf havadır. Cam çekirdeğin kırılma indisi yaklaşık 1,5’tir. Hava koruyucu zarfının kırılma indisi ise 1’dir. Kırılma indislerindeki büyük fark, cam/hava sınırında küçük bir kritik açı (42°) oluşturur. Dolayısıyla fiber, geniş bir açıklıktan gelen ışığı kabul eder. Bu da, ışığı kaynaktan kabloya bağlamayı nispeten kolay hale getirir. Ancak bu tür fiber, tipik olarak çok zayıftır ve pratikte bu fiberin kullanımı sınırlıdır.

Tek modlu basamak indisli fiberin daha kullanışlı bir türü, koruyucu zarf olarak hava yerine başka bir malzemenin kullanıldığı türdür. Koruyucu zarfın kırılma indisi merkezi çekirdeğin kırılma indisinden biraz daha azdır ve koruyucu zarf boyunca sabittir. Bu tür kablo, hava koruyucu zarflı kablodan fiziksel olarak daha güçlüdür, ancak kritik açısı da çok daha yüksektir (yaklaşık 77°). Kritik açının bu kadar yüksek olması, kabul açısının küçük, kaynak-fiber açıklığının ise dar olmasına yol açarak ışığı ışık kaynağından fibere bağlamayı güçleştirir.

Her iki tür fiberde de, ışık fiberde yansıma yoluyla yayılım yapar. Fibere giren ışık ışınları, çekirdekte doğrudan yayılım yaparlar ya da belki bir kez yansır. Dolayısıyla bütün ışık ışınları kabloda aynı yolu izler ve kablonun bir ucundan diğer ucuna olan mesafeyi yaklaşık aynı sürede kat ederler. Bu tek modlu basamak indisli fiberin çok önemli avantajlarından biridir.¹²³

Tek Modlu Basamak İndisli Fiber Optiklerin Avantajları

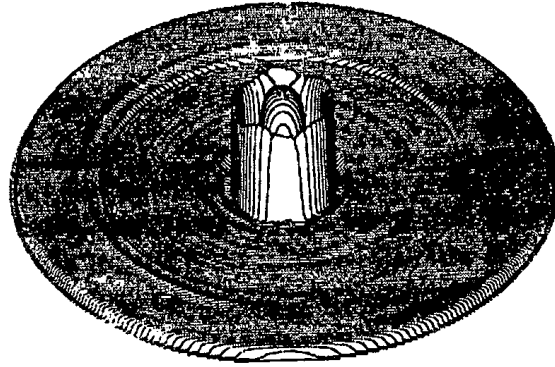
1. “Minimum ayırma söz konusudur. Fiberde yayılım yapan bütün ışınlar yaklaşık aynı yolu izledikleri için, kabloyu yaklaşık aynı sürede kat ederler. Dolayısıyla kabloya giren bir ışık darbesi, alma ucunda başlangıçtakine çok yakın bir biçimde tekrar oluşturulabilir.
2. Gönderilen darbeler alma ucunda yüksek doğrulukla tekrar oluşturulabildiği için diğer tüm fiberlere oranla daha geniş bant genişlikleri ve daha yüksek bilgi iletim hızları mümkündür.

¹²³ A.g.e. s. 30, 31.

Tek Modlu Basamak İndisli Fiber Optiklerin Dezavantajları

1. Merkezi çekirdek çok küçük olduğu için, ışığı kaynaktan bu tür fibere ve fiberden ışık dedektörüne bağlamak güçtür. Kaynak fiber açıklığı en küçük olan fiber türü budur.
2. Yine küçük merkezi çekirdeği nedeniyle, ışığı tek modlu basamak indisli fibere bağlamak için lazer gibi oldukça güçlü bir ışık kaynağı gerekmektedir.
3. Tek modlu basamak indisli fiberler pahalıdır ve imal edilmeleri zordur.”¹²⁴

Şekil 2.6. Tek Modlu Basamak İndisli Fiberin İndis Kesiti¹²⁵



Çok Modlu Basamak İndisli Fiber Optikler

“Çok modlu basamak indisli düzenleme, tek modlu düzenlemeye benzer; aradaki fark, merkezi çekirdeğin çok daha geniş olmasıdır. Bu fiber türü, daha geniş bir ışık-fiber açıklığına sahiptir, dolayısıyla kabloya daha çok ışık girmesine imkan verir. Çekirdek/koruyucu zarf arasındaki sınıra kritik açıdan daha büyük bir açıyla çarpan ışık ışınları, çekirdekte zikzak şeklinde yayılım yapar ve sürekli olarak sınırdan yansır.”¹²⁶

“Çekirdek/koruyucu zarf sınırına kritik açıdan daha küçük bir açıyla çarpan ışık ışınları koruyucu zarfa girer ve yok olurlar. Fiberde yayılım yaparken, bir ışık ışınının izleyebileceği çok sayıda yol olduğu görülebilir. Bunun sonucu olarak,

¹²⁴ A.g.e. s. 31,32.

¹²⁵ Bulut, Orhan, **Fiber Optik Kablolar ve Kullanım Alanları**, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, YTÜ, 1999, s. 29.

¹²⁶ Ağroğlu, Orkun, **Fiber Optik Aydınlatma Sistemleri**, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, Gazi Üniversitesi, s. 32.

bütün ışık ışınları aynı yolu izlemez, dolayısıyla fiberin bir ucundan diğer ucuna olan mesafeyi aynı zaman süresi içinde kat etmezler.”¹²⁷

Çok Modlu Basamak İndisli Fiber Optiklerin Avantajları

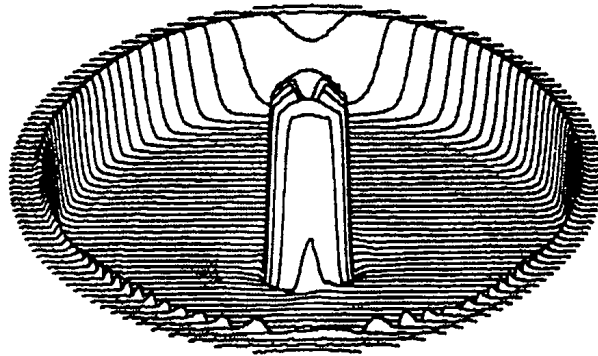
“Çok modlu basamak indisli fiberlerin başlıca iki tür avantajı vardır.

1. Çok modlu basamak indisli fiberler ucuzdur ve imal edilmeleri kolaydır.
2. Işığı çok modlu basamak indisli fiberlere ve bu fiberlerden ışık dedektörüne bağlamak kolaydır, bu fiberlerin nispeten geniş kaynak fiber açıklıkları vardır.

Çok Modlu Basamak İndisli Fiber Optiklerin Dezavantajları

1. Işık ışınları fiberde çok farklı yollar izler; bu da yayılım süreleri arasında büyük farklılıklara neden olur. Bu nedenle, bu tür fiberlerde ilerleyen ışınlar dağılarak yayılma eğilimi gösterirler. Dolayısıyla, çok modlu basamak indisli bir fiberde yayılım yapan bir ışık darbesi, öteki tür fiberlerde olduğundan daha fazla bozulmaya uğrar.
2. Bu tür kabloda bant genişliği ile bilgi aktarım hızı, öteki tür fiberlere oranla daha azdır.”¹²⁸

Şekil 2.7. Çok Modlu Basamak İndisli Fiberin İndis Kesiti¹²⁹



¹²⁷ A.g.e. s. 32.

¹²⁸ A.g.e. s. 33.

¹²⁹ Bulut, Orhan, **Fiber Optik Kablolar ve Kullanım Alanları**, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, YTÜ, 1999, s. 27.

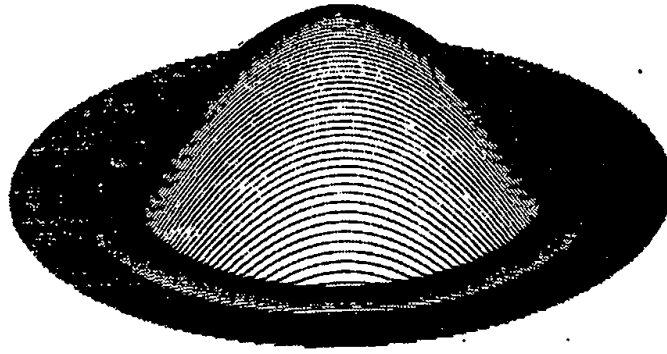
Çok Modlu Dereceli İndisli Fiber Optikler

“Çok modlu dereceli indisli fiberin belirleyici özelliği, sabit olmayan kırılma indisli merkezi çekirdeğidir; kırılma indisi, merkezde en yüksek seviyededir ve dış kenara doğru azalır. Işık bu tür fiberde kırılma aracılığıyla yayılır. Bir ışık ışını, çekirdek boyunca diyagonal olarak yayılım yaparken, sürekli olarak daha az yoğun ortamdaki daha yoğun ortama geçer. Dolayısıyla, ışık ışınları devamlı kırılırlar ve sürekli olarak bükülürler.

Çok modlu fiberde ışık fibere çok farklı açılardan gelir. Işık ışınları fiberde yayılım yaparken, fiberin dış bölgesinde ilerleyen ışık ışınları, merkeze yakın ilerleyen ışıklardan daha fazla mesafe kat ederler. Kırılma indisi merkezden uzaklaştıkça azaldığı ve ışığın hızı kırılma indisi ile ters orantılı olduğu için, merkezden uzakta ilerleyen ışık ışınları, daha yüksek bir hızda yayılım yapar. Dolayısıyla ışıklar, fiberin bir ucundan diğer ucuna olan mesafeyi yaklaşık aynı sürede kat eder.

Temel olarak, bu tür fiberin çok önemli avantajları ya da dezavantajları yoktur. Çok modlu dereceli indisli fiberlerde, ışığı kaynaktan fibere ve fiberden varış yerine bağlamak, tek modlu basamak indisli fiberlerden daha kolay, ancak çok modlu basamak indisli fiberlerden daha zordur. Çok sayıda yayılım yolunun olmasının neden olduğu bozulma, tek modlu basamak indisli fiberlerden daha fazla, ancak çok modlu basamak indisli fiberlerden daha azdır. Dereceli indisli fiberlerin imalatı, tek modlu basamak indisli fiberlerden daha kolay, ancak çok modlu basamak indisli fiberlerden daha zordur. Çok modlu dereceli indisli fiberler, öteki fiber türlerine kıyasla bir ara fiber türü olarak değerlendirilir.¹³⁰

¹³⁰ Ağiroğlu, Orkun, **Fiber Optik Aydınlatma Sistemleri**, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, Gazi Üniversitesi, s. 33.

Şekil 2.8. Çok Modlu Dereceli İndisli Fiberin İndis Kesiti¹³¹

2.2.7. Tek Modlu ve Çok Modlu Fiberlerin Karşılaştırılması

“Çok modlu fiberler tek modlu fiberlere göre daha iyi mekaniksel özelliklere sahiptir. Diğer taraftan tek modlu fiberdeki küçük çekirdekten dolayı verilen güç, çok modlu fibere göre daha azdır.”¹³²

Tablo 2.2. Tek ve Çok Modlu Fiberlerin Karşılaştırılması¹³³

	Tek Modlu	Çok Modlu Basamak İndisli	Çok Modlu Dereceli İndisli
Çapı	<0.01mm	>0.1mm	~0.05 mm
Kırılma indeksi	Kademeli	Kademeli	Dereceli
Dağılıma	Düşük	Yüksek	Orta
Üretim Maliyeti	Yüksek	Düşük	Yüksek
İletim Kapasitesi	100–1000 Gbps/km	500 Mbps/km	5 Gbps/km

2.2.8. Fiber Optik Kablolar

Fiber optik kablolar; cam fiber, plastik fiber, uçtan ışık kılıfsız kablolar, uçtan ışık kılıflı kablolar ve yandan ışık kablolar olarak sınıflandırılırlar.

¹³¹ Bulut, Orhan, **Fiber Optik Kablolar ve Kullanım Alanları**, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, YTÜ, 1999, s. 28.

¹³² Ağroğlu, Orkun, **Fiber Optik Aydınlatma Sistemleri**, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, Gazi Üniversitesi, s. 34.

¹³³ A.g.e., s. 35.

2.2.8.1. Cam Fiber Optik Kablolar

“Temel madde olarak camdan yapılır. Çapları 5–10 mikron civarındadır. Plastik fiber optik kablolarla oranla, ışık geçirgenlikleri % 5–10 oranlarında daha iyi olmalarına karşın, bu kablolar ile uygulama yapmak oldukça zordur. Bu nedenle bu kablolar demetler haline getirilmiş ve kılıflandırılmıştır. Oldukça esnek ve aynı zamanda kırılğan olan bu kablolar ile aydınlatma sektöründe yapılacak uygulamalar; vitrin aydınlatmaları, yandan ışığıyan ışık perdeleri su altı spotları gibi sınırlı sayıdadır.”¹³⁴

2.2.8.2. Plastik Fiber Optik Kablolar

“Temel madde olarak Akrilikten (PMMA) yapılırlar. 0,25 mm ile 3 mm arasındaki çaplarda üretilirler. -40 - +70 C sıcakta uzun süre + 110 C ye kadar kısa süreli olarak çalışabilmektedirler. Işık kaynaklarının ışık çıkışlarına takılarak, üretilen ışığın taşınmasını sağlarlar.

Bu kablolar uçlarında ışık verebildikleri gibi, demet haline getirilip örülerek yandan ışık vermeleri veya demetler haline getirilip kılıflandırılarak daha fazla miktarda ışık taşımaları sağlanır. Kabloların ışık kaynaklarına takılan kısımlarının kesilmesi oldukça özel bir teknoloji gerektirir. Bu da fiber optik sistemlerin yerinde imalatını oldukça güçleştirir. Bu nedenle belirli sayılarda ve boylarda fiber optik kabloların uçları birleştirilerek, paket sistemler oluşturmuş bulunmaktayız veya istenilen ebat ve sayılarda kabloları demetleyip uçlarını sonlandırmaktayız.”¹³⁵

2.2.8.3. Uçtan Işıyan Kılıfsız Kablolar

“Fiber optik kabloların en az işlem görmüş halidir. Alçı tavan veya PVC gergi tavan üzerine yıldız ışığı uygulamalarında, tabela imalatında, vitrin aydınlatmalarında, imalatın arka kısımlarının görülmediği mekânlarda kullanılır. Tüm ışık kaynakları ile birlikte kullanılabilir. Kullanım alanı en geniş üründür. Su bazlı veya sentetik esaslı boyalar ile boyanabilir.”¹³⁶

¹³⁴ www.fiberli.com.

¹³⁵ www.fiberli.com.

¹³⁶ www.fiberli.com.

2.2.8.4. Uçtan Işıyan Kılıflı Kablolar

“Kılıflı kablolar plastik fiber optik kabloların tek tek veya gruplar halinde kılıflandırılması ile üretilir. Koruyucu kılıflarından dolayı bazı uygulama kolaylıkları vardır: zemin uygulamalarında, beton içi uygulamalarda, vitrin aydınlatmalarında tercih edilebilir. LED ışık kaynakları dışındaki tüm ışık kaynakları ile birlikte kullanılabilir.”¹³⁷

2.2.8.5. Yandan Işıyan Kablolar

“Kılıfsız fiber optik kabloların, birleştirilip örülerek, şeffaf kılıf ile kılıflandırılmasıyla üretilir. En fazla 30 m'lik parçalar halinde kullanılması tavsiye edilir. Siluet aydınlatmalarında, havuz aydınlatmalarında çizgi ışık olarak kullanılır. Zeminde, cam zeminde, tabelalar da tercih edilir. Yalnızca deşarj ampullü ışık kaynakları ile kullanılması tavsiye edilir.”¹³⁸

2.2.9. Fiber Malzemeleri ve Özellikleri

2.2.9.1. Camlar

“Camsı durumu tanımlamak kolay değildir. Cam olmayan şeyi tanımlamak veya bir camı elde etmede kullanılan işlemi tanımlamak daha kolaydır. Bu nedenle, bir cam, amorf (yani kristal halde olmayan) bir malzeme olarak göz önüne alınır veya alternatif olarak, kristalleşmeye başlayacak yeterli zaman bulunamayacak kadar hızlı bir şekilde soğutulan bir sıvı olarak kabul edilebilir. İkinci tanımlama, cam üretmede kullanılan pek çok metottan sadece birini belirler.

Bugün denilebilir ki, sıvı durumdan yeterince hızlı bir şekilde soğutarak camsı yapı elde edilemeyen hiçbir malzeme pratik olarak yoktur. Yeterince düşük bir soğutma hızında, erime noktasına ulaşıncaya sıvı kristal şeklinde katılaşır. Hızlı soğutmada katılaşma cam geçişi sıcaklığında meydana gelir. Bu sıcaklık sabit bir parametre değildir ve soğutma hızına bağlıdır.”¹³⁹

¹³⁷ www.fiberli.com.

¹³⁸ www.fiberli.com.

¹³⁹ Özsoy, Sedat, **Fiber Optik**, İstanbul, Birsen Yayınevi, 2001, s. 108.

“Kompozisyon, bir camın özelliklerini tanımlamak için yeterli değildir; çünkü, cam, termal ve mekanik bir sürecin sonucudur ve özellikleri bu sürece bağlıdır. Farklı süreç parametreleri, kompozisyonları aynı olsa bile farklı malzemeler oluşturur. Pek çok durumda farklar önemli derecededir. Bu yüzden, hızlı soğutma süreçleri, daha yavaş soğutma ile elde edilen camlardan daha düşük yoğunlukta, atomlar arası mesafesi daha fazla, daha düşük kırılma indisli, düşük viskoziteli camlar meydana getirir.”¹⁴⁰

Yüksek Silikalı Camlar

“Çok düşük kayıplı optik fiberler, şimdiye kadar yüksek silika içerikli camın sentezlenmesiyle elde edilmiştir. Bu camları tanımlamak zordur. Çünkü, onları çok bileşenli camlardan ayırt eden hiçbir kesin kompozisyon yoktur. Silika temel elemandır. Bu elemana diğer oksitler eklenir, böylelikle onun kimyasal ve fiziksel özellikleri uygun şekilde değişir. Sonuç olarak, silikadan başka oksitlerin oranı yükseldikçe, camın davranışı geleneksel çok elemanlı camlarınkine daha çok benzer. Cam çekme sıcaklığı, bu iki sınıfın arasını en iyi ayıran parametredir. Çekme sıcaklığı 800 °C ile 1200 °C arasında olan fiberler, çok elemanlı cam fiberler olarak adlandırılır. Çekme sıcaklığı yaklaşık olarak 2000 °C’ye ulaşanlar ise, yüksek silikalı cam fiberler olarak adlandırılırlar.

Yüksek silikalı cam fiberler için, özdeki silika oranı, çok modlu fiberlerde %85’den, saf silika özlü tek modlu fiberler için %100’e kadar değişebilir. Kompozisyonu oluşturmada kullanılacak olan diğer bileşikler, böylece nisbeten düşük oranlarda kullanılırlar ve katkı (dopant) olarak adlandırılırlar. Yüksek silisyumlu camların özellikleri, bu yüzden silika camlarınkine çok yakın olur.

Kimyasal özellikleri bakımından silikalı cam, normal olarak (fosforik ve hidroflorik asitler, bazik çözeltiler ve pek çok tuzlar tarafından çevresel sıcaklıkta kötü şekilde etkilenseler de) iyi bir malzeme olarak görülebilir. Sonuç olarak, bu cam hasar verebilen ve bozabilen ürünlerle temasa karşı korunmalıdır.”¹⁴¹

¹⁴⁰ A.g.e., s. 109.

¹⁴¹ A.g.e., s. 110, 111.

Oksit Camlar (Çoklu-Oksit Camlar)

“Cam yapım tekniği, önemli derecede silikaya (SiO₂) eklendiği zaman, çok geniş şekilde değişen karakteristikleri olan camlar oluşturan çoklu oksit kompozisyonlar kullanmayı esas alır. İlk modern optik fiberler oksit camlarla yapılmıştır (haberleşme fiberi olarak tanımlanan ilk fiber de dahil). Bu fiber de yüksek zayıflamaya sahipti ve geleneksel oksit camlardan oluşmuştu. Fakat geleneksel olmayan bir işlemle elde edilmişti. Haberleşme optik fiberlerine ait araştırma çeşitli katkılara sahip camsı silikaya doğru kaydı. Bunun sebebi hem 20 dB/km'nin altında zayıflamaya sahip ilk fiberin yüksek silika olması hem de külçe halindeki camlar üzerinde yapılan ölçmelerin, camsı silikanın en iyi çoklu oksit camlardan daha geçirgen olması tezini doğrulamasıdır. Zayıflatma mekanizmalarının (özellikle saçılma) daha iyi anlaşılması, ilgiyi tekrar oksit camlara yöneltmiştir. Bu camlar silika camdan daha düşük cam geçiş sıcaklığına sahiptirler. Bu yüzden daha düşük saçılma kayıpları vardır.

Bazı oksit camlarda ölçülen saçılma kayıplarının, camsı silika için olandan daha düşük olacağı etkin şekilde bulunmuştur. Ancak, tozlardan başlayarak oldukça saf camlar elde etmekteki zorluklar, yüksek-silikalı işlemlerin (IVPO ve OVPO) düşük-silikalı camları pratik olarak dışlayan bir ölçüde, endüstriyel seviyede kabul edilmesini sağlamıştır.”¹⁴²

Halojen Camlar

“1960'ların başında IR (infrared) görüntüleme demetleri için, orta kızılaltı (MIR) bölge için fiberler imal edilmişti. 1970'den bu tarafa, silika fiberlerle elde edilen çabuk ve cesaret verici sonuçlar, diğer malzemelere olan ilgiyi yok etmiştir. Son yıllarda yeni malzemelere yönelen araştırmalar, zayıflatmada daha fazla azalma elde etme ümidiyle yeniden başlamıştır. İncelenen malzemelerin geçirgen (şeffaf) olduğu dalga boyu bölgesi kızılaltı bölgedir. Camsı malzemeler arasında en ümit verici olan metal halojenleri olarak gözükmektedir.”¹⁴³

¹⁴² A.g.e., s. 114, 115.

¹⁴³ A.g.e., s. 116.

Çinko Klorür Camlar

“Çinko klorür camların, optik özellikleri mükemmel olduğu halde kararsız ve oldukça hijroskopiktir (yani, genellikle iletim özellikleri su buharının soğurulmasıyla önemli derece etkilenen madde).”¹⁴⁴

Berilyum Florür Camlar

“Morötesinden kızılaltına uzanan yüksek geçirgenliğe ek olarak, berilyum florür (BeF_2) tabanlı camların en ilginç özellikleri düşük kırılma indisi ve düşük kromatik dispersiyondur. Bu özellikler, özellikle kendi kendine odaklanma (self-focusing) problemini azaltan düşük nonlineer kırılma indisi bu camları yüksek enerjili lazerler için uygun hale getirmektedir. Bunların düşük zayıflatması ve oksit camlardan daha uzun dalga boylarına uzanan iletim penceresi, bu malzemeleri hem üçüncü pencerede hem de MIR bölgesinde çalışan optik fiberler için ilginç hale getirmektedir. Berilyum florür oldukça zehirleyici ve hijroskopiktir. Bu yüzden bu konudaki araştırma çalışmalarının cesaretini kırmıştır.

Alüminyum Florür Camlar

K. H. Sun alüminyum florlu (AlF_3) camları elde etmiştir. Bunlar kızılaltı bölgede geçirgendirler fakat çekme sırasında cam yapının bozulması problemi vardır ki, hiçbir kristal oluşumu olmayan fiberler üretmeyi zorlaştırır.”¹⁴⁵

Ağır Metal Florür Camlar

“1975’de, şimdi kızılaltında iletim fiberleri için en ümit verici malzemeler olarak gözüken, ağır metal florür camları (HMFG) J. Lucas ve M. Ponlain tarafından keşfedilmiştir. Özellikle ilgilenilenler, ana eleman olarak zirkonyum florür (ZrF_4) veya hafniyum florür (HfF_4), modifikatör olarak baryum florür (BaF_2) ve stabilazör olarak alkali metallerin, geçiş metallerinin, nadir toprak elementlerinin veya aktinidlerin bir veya daha çok florürlerini ihtiva eden kompozisyonlardır.

¹⁴⁴ A.g.e., s. 117.

¹⁴⁵ A.g.e., s. 118.

Kalkojen Camlar

Kararlı camlar; sülfürler, selenürler ve tellürler gibi kalkojen karışımlardan da oluşabilirler.”¹⁴⁶

2.2.9.2. Kristaller

“İyi kalitede bir kuartz kristalinde, saçılma değerleri en iyi camsı silikanınkinden 15 kez daha düşük olabilir. Kristal fiberler elde etmek için çalışmalar yapılmıştır. Ancak çoklu kristal (polycrystalline) kabul edilemez ışık saçma değerleri gösterebilmektedir.”¹⁴⁷

2.2.9.3. Plastikler

“Plastik fiberler kendi içinde ikiye ayrılır;

1. Plastik Yelekli Silika Fiberler (PCS) veya Plastik Yelekli Optik Fiberler (PCOF)
2. Tamamen Plastik Fiberler (POF)

PCOF fiberler, çoğu kez camsı silika olan bir cam öze ve genellikle silikon elastomer olan daha düşük kırılma indisli yeleğe sahiptirler. 1984’te IEC (International Electrotechnical Commission) aşağıda verilen çaplara sahip bir fiberi standartlaştırmıştır. Bunun, öz çapı 200 µm, silikon elastomer yelek 380 µm, ceket 600 µm. PCOF fiberler genellikle 850 nm’de bulunan birinci pencerede kullanılırlar. Bu fiberin kaybı cam fiberinkinden daha fazladır ve optik gücün bir kısmını taşıyan yüksek kayıplı plastik yelek yüzündendir. PCS’lerdeki soğurum mekanizmaları cam fiberlerdekine benzerdir. Bununla beraber, yelek malzemesi olarak düşük indisli plastik kullanıldığı zaman, yüksek NA’lı fiberler elde edilebilir.”¹⁴⁸

“Silikon elastomerin üç ana kusuru vardır; önemli derecede plastikliği konnektör uygulamalarını zorlaştırır, yapıştırılarak bağlama imkânsızdır ve pratik olarak organik çözücülerde çözülmezler. Bu sıkıntılar bu malzemeyi sevimsiz hale

¹⁴⁶ A.g.e., s. 118, 119.

¹⁴⁷ A.g.e., s. 120.

¹⁴⁸ A.g.e., s. 120, 121.

getirir. Bağlantı uygulamalarındaki güçlüklerden dolayı silikon elastomer yelek yerine, sert yelekli silika (HCS) fiberler yapılmıştır. Bu fiberlerde yelek malzemesi perfloro-akoksi polimer (PFA) dır.”¹⁴⁹

2.2.10. Fiber Optik Kaplama Yöntemleri

“Kablolamadan önce fibere, kablolama işlemi sırasında onu korumak ve kuvvetlendirmek için sıkı ceketleme yapılabilir. Alternatif olarak, fiber sadece birinci kaplama ile kablonun içine sokulabilir. İlk durumda fiberler, bir kablo özü haline doğrudan getirilebilirken; ikinci durumda, kâfi miktardaki fazla uzunluk ile uygun kablo yapısı içinde gevşek olmalıdırlar. Bu çözüm bazen sıkı kaplanmış fiberler için de kullanılmaktadır. Fiber iletim karakteristiklerinde kötüleşmeye sebep olabilecek mikro bükülmeyi önlemek için; kullanılan malzemelere, yapıya ve ikinci kaplamanın yapılmasına özel bir dikkat gösterilmelidir. Fiber, çok düzgün olmayan bir yüzey tarafından zorlandığında veya içinde bulunduğu yapının daralması yüzünden mikro bükülme oluşur. Mikro bükülme özellikle büyük dalga boylarında (1300 ile 1550 nm) ve çok modlu fiberler için önemlidir.”¹⁵⁰

2.2.10.1. Sıkı Kaplamalı Fiberler

“Sıkı ceketleme ile koruma yöntemi, fiberin mekanik direncini artırır ve onu mikro bükülmeye yol açacak olan yanıl baskılardan korur. Fiberler, teker teker, tek veya çift plastik kılıfla korunabilir veya birçoğu şerit halinde toplanabilir. Genelde kullanılan maddeler, yumuşak plastik için UV küründen geçirilmiş yumuşak poliüretan akrilik veya epoksi; sert plastik için naylon 6 veya 12 ihtiva ederler.

Şerit düzenlemesinde kaplanmış fiberler, şerit biçiminde paralel olarak düzenlenirler ve plastik ile kaplanırlar. Kaplanan plastik malzemelerin fiber üzerindeki etkisinden ortaya çıkan ilave kayıpları önlemek için, özellikle şerit yapıda sıkı kaplamayı uygularken dikkatli olunmalıdır. Tek modlu fiberlerin modern sıkı ceketlenmesinde zayıflama artışları önemsizdir.¹⁵¹

¹⁴⁹ A.g.e., s. 121.

¹⁵⁰ A.g.e., s. 190.

¹⁵¹ A.g.e., s. 190.

“Düşük sıcaklıklarda dış kılıf maddesinin büzülmesi, eksenel büzülmelere ve mikro kırılmalara sebep olabilir. Bu etki, ısısal genleşme katsayısına (fiberinkinden daha büyük) ve nisbeten yüksek Young Modülüne bağlıdır. Fiberin, yüksek mikro bükülme hassasiyeti ile birlikte önemli bir kayıp artışına düşük sıcaklıklarda rastlanır. Bu kayıp artışı iki yolla ortadan kaldırılabılır. Birinci yol kılıflama metodunda en iyi şartların sağlanmasıdır. Bu, uygun maddenin seçimi, uygun kalınlığın seçimi ve fiberi mümkün olduğu kadar düzgün tutarak yapılabilir. Bu yolla, tek modlu fiberlerde genellikle mükemmel performans sağlanır. İkinci yol ise, fiberi ısısal büzülmesini azaltmaya yarayan bir destek elemanı etrafına sararak kablolanmaktadır.

Sıkı koruma ve optik fiber tek bir eleman oluşturur. Sonuç olarak, yapıya tatbik edilen mekanik etkiler, ceketlenmesine ve fiberin Young Modülü'ne bağlı olarak belli bir oranda fibere iletilir. Sıkı korumalı fiberler kolayca kullanılabilir, bağlanabilir ve sonlandırılabilir. Şerit yapılar, yüksek yoğunluklu kabloların eldesini ve çoklu ek yapma tekniğini kolaylaştırır.”¹⁵²

2.2.10.2. Gevşek Kaplamalı Fiberler

“Fiber sadece birincil kaplamayla kablonun içine sokulabilir. Tanımak amacıyla renkli çok ince bir plastik tabakası eklenebilir. Bu durumda fiberler, tüplerin veya bir plastik öz üzerindeki olukların içine saklanabilir. Tüp veya oluklar, fiberin içinde rahat hareket edebileceği şekilde fiberden daha geniştir.

Gevşek teknik, fiberi yapı çökelmedikçe yanal etkilerden korur. Bu durumda, fiber kayıplarını arttıran mikro bükülme etkileri ortaya çıkabilir. Fiberler, tüpün içine veya oluklu özün içine teker teker veya gruplar halinde sokulabilir. Fiberin etrafındaki alan boş olabilir veya uygun jelsi bir madde ile doldurulabilir”¹⁵³

“İyi bir gevşek yapı, tüpün veya oluğun içindeki fibere yüksek bir serbestlik temin eder ve fiberlere eksenel baskılardan iyi bir koruma sağlar. Eksenel sıkışma, genellikle kablo düşük sıcaklıklara maruz kaldığı zaman ve fiberinkinden farklı olan kablo malzemesinin ısıl büzülmesi yüzünden oluşur. Eksenel uzama esas olarak kablo çekildiğinde olur. Aynı etkiler ayrıca yüksek sıcaklık genleşmesi yüzünden de olur.

¹⁵² A.g.e., s. 190, 191.

¹⁵³ A.g.e., s. 192.

Gevşek kabloda, tüp veya oluğa ve sarma adımına (stranding pitch) göre fiberin uzunluğu, kabul edilmiş büzülme ve uzama sahasından başlayarak tasarlanmalıdır. Aslında, istenen sahada fiberin gerilmeden ve tüp veya oluk duvarlarına karşı zorlanmadan korunması için dikkat edilmelidir.

Tüp yöntemi için, fiberin fazla uzunluğu tüpün geçirilmesi esnasında kontrol edilir (soğumada tüpün büzülmesini hesaba katmak gerekir). Oluklu öz yöntemi için bu uzunluk kablolama sırasında genellikle oluklu öze bir kontrollü gerilme vererek kontrol edilir. Böylece, gevşek fiberli kablolar geniş sıcaklık aralığında kararlı performans sağlar. Fiberin gerilmesi ve kayıp artışı olmadan büyük uzanımları emebilir. Gevşek yapı, ikincil sıkı kaplama yapılmış fiberler içeren kablolarda da kullanılabilir. Böylece ikincil kaplamanınkilerle gevşek düzenlemenin faydaları birleştirilmiş olur. Bu yöntem, tekli fiberlerde nadiren fakat şeritler içindeki fiberler için çokça kullanılır.”¹⁵⁴

2.2.11. Fiber Optik Kablolarda Kayıplar

“Fiber optik kablolarda iletim kayıpları, fiberin en önemli özelliklerinden biridir. Fiberdeki kayıplar, ışık gücünde bir azalmaya neden olur ve böylece sistem bant genişliğini, bilgi iletim hızını, verimliliği ve sistemin genel kapasitesini azaltır. Başlıca fiber kayıpları şunlardır;

- Soğurma kayıpları
- Malzeme ya da Rayleigh saçınım kayıpları
- Renk ya da dalga boyu ayrılması
- Yayılım kayıpları
- Modal yayılma
- Bağlaşım kayıpları”¹⁵⁵

***Soğurma Kayıpları:** “Fiber optikteki soğurma (yutma) kaybı, bakır kablolardaki güç kaybına benzer. Fiberin saf olmaması nedeniyle fiberde bulunan maddeler ışığı soğurur ve ısıya dönüştürür. Fiber optikleri imal etmede kullanılan aşırı saf cam, yaklaşık %99.99 saftır. 1 dB/km arasındaki soğurma kayıpları tipik değer olarak

¹⁵⁴ A.g.e., s. 192, 193.

¹⁵⁵ <http://www.hobidevleri.com/projeler/2008/ecoelec/notlar/fiberoptik2.pdf>.

kabul edilir. Fiber optikteki soğurma kayıplarına yol açan üç faktör vardır; morötesi soğurma, kızılaltı soğurma ve iyon rezonans soğurması.

***Morötesi Soğurma:** Morotesi soğurmaya, fiberin imal edildiği silika malzemesindeki valans elektronları neden olur. Işık, valans elektronlarını iyonize ederek iletkenlik yaratır. İyonizasyon, toplam ışık alanındaki bir kayba eşdeğerdendir ve bu nedenle fiberin iletim kayıplarından birini oluşturur.

***Kızılaltı Soğurma:** Kızılaltı soğurmaya, cam çekirdek moleküllerinin atomları tarafından soğurulan ışık fotonları neden olur. Soğurulan fotonlar, ısınmaya özgü rastgele mekanik titreşimlere dönüştürülür.

***İyon Rezonans Soğurması:** İyon rezonans soğurmasına, malzemedeki OH-iyonları neden olur. OH-iyonlarının kaynağı, imalat sürecinde camın içinde sıkışık kalan su molekülleridir. İyon soğurmasına demir, bakır ve krom molekülleri de neden olabilir.

***Malzeme ya da Rayleigh Saçınım Kayıpları:** İmalat sürecinde, cam çekilerek çok küçük çaplı uzun fiberler haline getirilir. Bu süreç esnasında, cam plastik haldedir(sıvı ya da katı halde değil). Bu süreç esnasında cama uygulanan germe kuvveti, soğuyan camda mikroskopla görülmeyecek kadar küçük düzensizliklerin oluşmasına neden olur. Bu düzensizlikler fiberde kalıcı olarak oluşur. Işık ışınları, fiberde yayılım yaparken bu düzensizliklerden birine çarparsa kırınım meydana gelir. Kırınım, ışığın birçok yönde dağılmasına ya da saçılmasına yol açar. Kırınım yapan ışığın bir kısmı fiberde yoluna devam eder. Bir kısmı da koruyucu zarf üzerinden dışarı çıkar. Kaçan ışık ışınları, ışık gücünde bir kayba karşılık gelirler. Buna Rayleigh saçınım kaybı denir.

***Renk ya da Dalga Boyu Ayrılması:** Bir ortamın kırılma indisi dalga boyuna bağlıdır. Işık yayan diyodlar (LED'ler) çeşitli dalga boylarını içeren ışık yayarlar. Bileşik ışık sinyalindeki her dalga boyu farklı bir hızda ilerler. Dolayısıyla, bir LED'den aynı zamanda yayılan ve fiber optikte yayılım yapan ışık ışınları, fiberin en uç noktasına aynı anda ulaşmazlar. Bunun sonucu olarak, alma sinyalinde bozulma meydana gelir. Buna kromatik bozulma denir."¹⁵⁶

¹⁵⁶ <http://www.hobidevreleri.com/projeler/2008/ecoelec/notlar/fiberoptik2.pdf>.

***Yayılm Kayıpları:** “Yayınım kayıplarına, fiberdeki küçük bükümler ve burulmalar neden olur. Temel olarak, iki tür büküm vardır; mikro büküm ve sabit yarıçaplı büküm. Mikro büküm, çekirdek malzemesi ile koruyucu zarf malzemesinin ısıl büzülme oranları arasındaki farktan kaynaklanır. Mikro büküm, fiberde Rayleigh saçınımının meydana gelebileceği bir süreksizlik oluşturur. Sabit yarıçaplı bükümler; fiberin yapımı ya da monte edilmesi sırasındaki bükülmeler sonucu meydana gelir.

***Modal Yayılma:** Modal yayılmanın ya da darbe yayılmasının nedeni, bir fiberde farklı yollar izleyen ışık ışınlarının yayınım surelerindeki farktır. Modal yayılmanın yalnızca çok modlu fiberlerde meydana gelebileceği açıktır. Dereceli indisli fiberler kullanılmak suretiyle modal yayılma önemli ölçüde azaltılabilir. Tek modlu basamak indeksli fiberler kullanıldığında ise hemen hemen bütünüyle bertaraf edilebilir. Modal yayılma, bir fiberde yayınım yapmakta olan bir ışık enerjisi darbesinin yayılarak dağılmasına neden olabilir. Eğer darbe yayılması yeterince ciddiye, bir darbe bir sonraki darbenin tepesine düşebilir (bu, semboller arası girişime bir örnek oluşturmaktadır). Çok modlu basamak indisli bir fibere de, doğrudan fiber eksenini üzerinden yayınım yapan bir ışık ışını, fiberi bir ucundan diğer ucuna en kısa sürede kat eder. Kritik açıyla çekirdek/koruyucu zarf sınırına çarpan bir ışık ışını, en çok sayıda dahili yansımaya maruz kalacak dolayısıyla fiberi bir ucundan diğer ucuna en uzun sürede kat edecektir.

***Bağlaşım Kayıpları:** Fiber kablolarında, şu üç optik eklem türünden herhangi birinde bağlaşım kayıpları meydana gelebilir; ışık kaynağı-fiber bağlantıları, fiber-fiber bağlantıları ve fiber fotodedektör bağlantıları. Eklem kayıplarına neden olan sorunlar; yanal ayarsızlık, açısal ayarsızlık, aralık ayarsızlık ve kusursuz olmayan yüzey.

***Yanal ayarsızlık:** Yanal ayarsızlık, bitişik iki fiber kablo arasındaki yanal kayma ya da eksen kaymasıdır. Kayıp miktarı, bir desibelin beş ila onda biri ile birkaç desibel arası olabilir. Eğer fiber eksenleri, küçük fiberin çapının yüzde beşi dahilinde ayarlanmışsa, bu kayıp ihmal edilebilir.”¹⁵⁷

***Açısal ayarsızlık:** “Açısal ayarsızlığa bazen açısal yer değiştirme de denir. Açısal ayarsızlık ikiden az ise, kayıp 0.5 desibelden az olur.

¹⁵⁷ <http://www.hobidevreleri.com/projeler/2008/econlec/notlar/fiberoptik2.pdf>.

***Aralık ayarsızlığı:** “Aralık ayarsızlığına bazen uç ayrılması da denmektedir. Fiber optiklerde ekler yapıldığında, fiberlerin birbiri ile temas etmesi gerekir. Fiberler birbirinden ne kadar ayrı olursa, ışık kaybı o kadar fazla olur. İki fiber birbirine bağlantı parçasıyla birleştirilmişse, uçlar temas etmemelidir. Bunun nedeni, iki ucun bağlantı parçasında birbiri ile sürtünmesinin fiberlerden birine ya da her ikisine birden hasara yol açabilecek olmasıdır.

***Kusursuz olmayan yüzey:** İki bitişik kablonun uçlarının bütün pürüzleri giderilmeli ve iki uç birbirine tam olarak uymalıdır. Fiber uçların dikey çizgiden açıklıkları 3'den az ise, kayıpları 0,5 desibelden az olur.”¹⁵⁸

2.2.12. Fiber Optik Aydınlatma Sistemlerinin Kullanım Alanları

“Fiber Optik aydınlatma sisteminin kullanılacağı yerler tamamen düşünce ve hayal gücüyle sınırlıdır. Bu esneklik hiçbir geleneksel aydınlatma sisteminde yoktur. Bu özelliği sayesinde fiber optik aydınlatma sistemleri her yerde kullanılabilir.

Genel olarak kullanılan alanlar;

- Vitrin, mağaza, galeri ve sergi alanlarında.
- Güvenliğin üst derecede önemli olduğu, UV (Ultraviöle) ve IR (IR infrared) ışınlarından korunmak istenen, bakımı ve onarımı zor olan, özellikle sergilenecek ürünün direkt ve zarar vermeden aydınlatılması gereken noktalarda.
- Yüksek güçlü ışık kaynakları ile uygun seçilmiş kablo türleri ve armatürlerle genel aydınlatmaya ihtiyaç duyulan mekânlarda.
- Havuz, bahçe, fiskiye, çeşme ve akla gelebilecek her türlü estetik unsurlarda. Özellikle suyun içinde elektrik riski taşımaması sebebiyle güvenle kullanılabilmesi açısından tercih edilmektedir.
- Tabela, yön levhaları, yürüyüş yolu, kapı girişleri ve zemin aydınlatmaları, iç ve dış mekânlarda.
- Gece kulübü, disko ve barlarda.”¹⁵⁹

¹⁵⁸ <http://www.hobidevreleri.com/projeler/2008/ecoelec/notlar/fiberoptik2.pdf>.

¹⁵⁹ www.fiberli.com.

2.2.13. Fiber Optik Sistemlerin Üstünlükleri

“Fiber optik sistemlerin üstünlükleri şunlardır:

1. Büyük Bant Genişliği
2. Küçük Boyut ve Hafif Ağırlık
3. Elektromanyetik Ortam Etkilerine Karşı Direnç
4. Sinyal Güvenliği
5. Düşük İletim Kaybı
6. Esneklik, Dayanıklılık ve Kullanım Kolaylığı
7. Sistem Güvenliği ve Bakım Kolaylığı
8. Düşük Maliyet Potansiyeli
9. Yüksek Data İletimi
10. Düşük Hata Oranı
11. Düşük Kayıp
12. Isı Üretememe.”¹⁶⁰

2.2.14. Fiber Optik Aydınlatma Sistemlerinin Avantajları

Fiber Optik Aydınlatma Sistemlerinin avantajları şunlardır;

- “Bir lamba ile birçok noktanın aydınlatılması.
- Işık kaynağının aydınlatılacak yerden bağımsız olarak kolaylıkla ulaşılabilen herhangi bir yere yerleştirilebilmesi.
- Bakım kolaylığı.
- Montaj kolaylığı.
- Ulaşılabilirlik.
- UV ve UR ışımaya yapmaz. Isıya ve ultraviyole ışınlarına hassas olan mekânlarda rahatlıkla kullanılabilir.
- Objeye veya ürüne herhangi bir zararı olmaz.
- Işık kaynağı, aydınlatılacak objeye istendiği kadar yaklaşabilir. Hatta içine bile yerleştirilebilir. Bu özelliği ile endüstride sıklıkla kullanılır.”¹⁶¹

¹⁶⁰ Ağıroğlu, Orkun, **Fiber Optik Aydınlatma Sistemleri**, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, Gazi Üniversitesi, s. 41, 42.

¹⁶¹ www.fiberli.com.

- “Elektromagnetik etkileşime sebep olmaz.
- Elektrik taşınmadığından güvenlik sağlar.
- Işık kaynağının içine yerleştirilen aparatlarla istenen ışık efektleri elde edilebilir ve kontrol sistemleri aracılığıyla yönetilebilir ve yeni aydınlatma efektleri hayata geçirilebilir.
- Gizlilik ve güvenlik sağlar. Fiber optik kablolardan bilgi çalmak mümkün değildir.
- Bakım işletme giderleri yok denecek kadar azdır.
- Çok hafif ve ucuzdur.
- Işık hijyendir. Kaynak ışıklı alanda bulunmadığı için manyetik alan oluşturmaz. Böylece toz v.b. partiküller harekete geçmez. Bu sayede gıda vitrinlerinin aydınlatılmasında ve bakımında hijyen sağlanır.
- Uygulama sırasında akla gelebilecek yeni animasyonları uygulama olanağı vardır.
- Kıvrımların etkileşimi değiştirmedeği fiber optik kablolar sayesinde ışığı kullanmak istediğiniz noktaya kadar taşır ve istediğiniz mekanı yada objeyi aydınlatarak maksimum kontrastın yakalanmasını sağlar.”¹⁶²

Resim 2.2. Fiber Optik Aydınlatma Kullanılmış Bir Mekân Örneği¹⁶³



¹⁶² www.fiberli.com.

¹⁶³ http://www.trinorthlighting.com/Commercial%20Interior%20Lighting_files/image013.jpg.

3.1. Yapay Aydınlatma Tasarımında Dikkat Edilmesi Gereken Konular

LED ve Fiber Optik Aydınlatma Sistemleri yapay aydınlatma elemanlarıdır. Bu nedenle, ileri aydınlatma tekniklerinin bar mekân tasarımına etkileri konusuna geçmeden önce, yapay aydınlatma tasarımında dikkat edilmesi gereken konuları genel olarak irdelemek faydalı olacaktır.

Yapay aydınlatma, görsel algılamada önemli bir yere sahiptir. İnsanlar içinde buldukları mekânları veya çevrelerini gün ışığından yoksun zamanlarda yapay aydınlatma ile algırlar. Bir mekânda her türlü işlevin kusursuz yapılabilmesi ve en önemlisi de bu mekândaki insanların göz sağlıklarının korunması iyi bir aydınlatma tekniğini gerektirir. Mekân ışık aracılığıyla biçim ve anlam kazanır. Bu nedenle, bir mekânın mimari tasarımı ile birlikte aydınlatma tasarımının da sonuçlandırılması faydalı olacaktır.

Işığın; çarptığı cisimlerin ve dolayısıyla malzemenin yüzeyinin saydam, yarı-saydam, opak, parlak-mat, pürüzlü-pürüzsüz olma durumuna göre tamamı yutulabilir (siyah yüzey olarak görülür), tamamı yansiyabilir (beyaz yüzey olarak görülür), bir kısmı yutulup, bir kısmı yansiyabilir (renkli yüzeyler görülür). Işığın ve yüzey malzemesinin yarattığı bu algı, insanların görme alanları, uzaklıkları ile de ilgilidir. Mekânın insanı sarması, bu donanımların tasarımlarının ergonomik olması (yeterli aydınlık seviyesi, normal görüş açısı, görsel ve işitsel ilişki uzaklıkları) ile mümkün olur.

Işığın, hem görsel hem de psikolojik etkisi vardır. Böylece istenilen atmosfer, istenilen mekân yaratılabilir. Işık sayesinde tasarımı yönlendirmek ya da ifade edebilmek bizim elimizdedir.

Yukarıda anlatılan bilgiler ışığında yapay aydınlatmanın etkileri genel olarak belirlenmiştir. Tablo 3.1.'de (s. 80) çeşitli mekanlarda sağlanması gereken aydınlık düzeyleri tabloları bulunmaktadır. Daha sonraki kısımda ise, yapay aydınlatma tasarımında dikkat edilmesi gereken konuları inceleyeceğiz.

Tablo 3.1. Çeşitli Mekanlarda Sağlanması Gereken Aydınlık Düzeyleri¹⁶⁴

Çeşitli mekanlarda sağlanması gereken aydınlık düzeyleri		
Mekan Türü	Aydınlık Düzeyi	
Ofisler		
Genel ofis alanları	500	Lux
Açık ofisler	750	Lux
Çizim yapılan ofisler	1000	Lux
Bekleme salonları	200	Lux
Bilgi işlem merkezleri	300	Lux
Alışveriş merkezleri		
Self servis mağazalar ve showromlar	500	Lux
Mağazalar (Genel)	300	Lux
Süpermarketler	750	Lux
Konser salonları, sinemalar, tiyatrolar		
Genel	100	Lux
Fuaye	200	Lux
Müzeler ve sanat galerileri		
İşığa duyarlı olmayan nesnelerin sergilenmesi	300	Lux
İşığa duyarlı nesnelerin teşhiri	150	Lux
Eğitim		
Sınıflar	500	Lux
Konferans salonları	300	Lux
Laboratuvarlar	500	Lux
Kütüphaneler	500	Lux
Konutlar, oteller, restoranlar		
Yatak odaları (Genel)	50	Lux
Yatakbaşı	200	Lux
Banyolar (Genel)	100	Lux
Banyolar (Ayna önü)	500	Lux
Oturma odaları (Genel)	100	Lux
Oturma odaları (Okuma)	500	Lux
Merdivenler	100	Lux
Mutfaklar (Genel)	300	Lux
Mutfaklar (Tezgah üstü)	500	Lux
Hastaneler		
Gece	50	Lux
Gündüz	200	Lux
Muayene odaları	500	Lux
Personel odaları	100	Lux
Laboratuvarlar	500	Lux
Endüstriyel alanlar		
Tekstil atölyeleri	750	Lux
Test ve kontrol noktaları	750	Lux
Dikiş atölyeleri	750	Lux
Deri atölyeleri	500	Lux
Mobilya atölyeleri	300	Lux
Metal işleme atölyeleri	300	Lux

¹⁶⁴ <http://agid.org.tr/faq/upload/dosyalar/uploads/Tablo1.htm>.

Işık Titreşimlerinin Önlenmesi:

“Mekânda bulunan aydınlatma armatürlerinden kaynaklanan bu problem daha çok deşarj lambalarında görülür. Alternatif akım ile çalışan deşarj lambaları akım yönü değiştiğinde yanıp sönerler. 50 Hertz frekanslı akım ile çalışan lambalar diğer lambaların bir saniyede yanıp sönmelerinin iki katı kadar hızlı yanıp sönerler; dolayısıyla gözümüz bu titreşimleri fark edemez. Ancak beynimiz, bu titreşimleri algılar. Böyle bir ışık altında çalışan kişiler, ışığın yanıp sönmeye nedeniyle algı yanılması yaşarlar. Uzun vadede böyle bir aydınlatma, dikkat gerektiren işlerin gerektiği gibi yapılamamasına neden olur. Bu durumun önlenmesi için mekânda kullanılan deşarj lambaları ile beraber farklı bir yanma sönme devriyle çalışan bir lamba daha kullanılabilir. Ancak bu kesin çözüm değildir. Kesin çözüm, mekândaki aydınlatma armatürlerinin trifaze bir akım kaynağından ve farklı fazlarda monte edilmesi ile sağlanabilir. Yüksek aydınlık düzeyi gerektiren ve deşarj lambalarının kullanılmasının zorunlu olduğu durumlarda trifaze akım kullanılmalıdır.”¹⁶⁵

Gereksiz Gölgelemenin Önlenmesi:

“Bir yüzeye gelen ışık, aydınlatma kaynağının açısı değiştirilerek düştüğü yüzeyin ters yönünde keskin gölgeler oluşmasına neden olabilir. Aydınlatma kaynağının; açısı, ışığın geliş yönü ve aydınlık yoğunluğu ile oynayarak bazı kısımların daha keskin hatları ile görünmesini sağlamak ya da bazı kısımların keskin görüntüsünü yumuşatmak mümkündür. Bu durum bilinçli yapılan bir gölgelemedir. Ancak, mekânda bulunan birçok ışık kaynağı nedeniyle ortaya çıkan bazı gölgeler, üst üste binerek mekânda görülmesi istenen detayları maskeleyebilir. Ayrıca mekânda bulunan aşırı kontrastlar gözleri yorar.”¹⁶⁶

¹⁶⁵ Altuncu, Damla, **Restoran Bar İşlevi Kazandırılmış Tarihi Mekânlarda Yapay Aydınlatmayla Atmosfer Yaratma**, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, M.S.G.S.Ü., 2007, s. 147.

¹⁶⁶ A.g.e., 147.

Parlamanın Önlenmesi:

Üzerinde işlem yapılan cisim ve yüzeylerin parlaması, esas yapılan işin görülmesini güçleştirdiği gibi, göz uyumunu da zorlar. Parlama; aydınlatılmış yüzeylerden bir bölümünün diğerlerine bakarak daha fazla ışık yansıtması, aşırı ışıklı görünmesi ya da kaynaktan yansıyan ışığın doğrudan göze yansıtması olarak açıklanabilir. Işık kaynağının ya da çalışma yüzeyinin parlaması, iş görenin bakış açısına ve çevrede parlama ve yansımalara elverişli malzemenin bulunmasına bağlıdır. İş ortamının gereğinden fazla aydınlatılmış olması ve çok yüksek düzeyde yansıtma özelliği olan; tavan, duvar, malzeme ve döşeme düzeninin bulunması çoğunlukla operatörün görüşünü etkileyebilir fakat uzun dönemde rahatsız edicidir. Böyle bir durumda, aydınlatılmış çevrede yansıtıcı yüzeylerin renk özellikleri ile yansıma faktörü azaltılabilir.

Mekân aydınlatılmasında, başvuru her türlü önlem, yeterli rahatlık sağlamıyorsa ve çalışma yüzeylerinin parlaması ve ışık yansıtması önlenemiyorsa, ışık kaynağının yerini değiştirmek gerekebilir.

Işık ve Renk Bağlantısının Doğru Kurulması:

Mekânın görsel algılama sürecinde ışığın varlığıyla oluşan renk, çok önemli bir fiziksel koddur ve aslında direkt olarak psikolojik algılamayla ve estetik boyutlarıyla birlikte değerlendirilmesi gerekir. Renk görsel konforun yanı sıra yaşamsal konforu da etkileyen görsel algılamanın en önemli ögesidir. “Renkli bir yüzeyin iyi görülebilmesi, o yüzeyden yansıyan ışınların yeterli düzeyde olmasına bağlıdır. Ayrıca ortam aydınlatmasının yapay olduğu hallerde çeşitli renkler, gün ışığı altındaki görüntülerinden bir ölçüde de olsa farklı görülebilirler. Renkleri doğru olarak görmenin önemli olduğu kalite kontrol gibi hizmetlerde ve doğal renkleri algılamada gün ışığı en güvenilir aydınlatmayı sağlar. Gün ışığının dış etkenlere ve mevsimlere göre değişiklik gösterdiği düşünürse, yapay aydınlatma ile standart bir değerlendirme sağlamak daha kolaydır. Seçilecek yapay aydınlatmanın renk değerlerinin gün ışığına yakın olarak seçilmesi ve bakılacak yüzeyin renklerinin farklı olarak algılanmaması için yapay aydınlatmanın gün ışığından etkilenmemesi gerekmektedir. Işık ve renk bağlantısı bir mekânda doğru kurulursa yapay

aydınlatma amacına ulaşır. Işık, bazen renkli yüzeylerin abartılması veya daha da renkli görülmesi için de kullanılır.”¹⁶⁷

Mekânda renk tek başına bir yüzey olarak algılanamaz. Renk yakın çevresiyle, zemin veya tavanla, önündeki veya arkasındaki eşyalarla, yüzeylerle bir bütün olarak algılanır. Bu durumda renkler birbirini etkileyerek olduklarından farklı algılanabilir. Malzemenin de saydam ya da yarısaydam olma durumuna göre renklerin birbiriyle karışıp rengin nüanslarını oluşturma durumu söz konusu olur.

Bahsettiğimiz bu konular genel olarak yapay aydınlatma tasarımında kullanılan armatürler ve çevresel etkenlerden kaynaklanan sorunlardır. Tüm bu sorunlar, mekânda bulunan malzemelerin uygun malzemelerle değiştirilmesi ya da uygun malzemelere dönüştürülmesi sonucunda ve armatürlerin açısı ve türünü değiştirmek yolu ile önlene bilir. Bir mekânda yapılacak aydınlatma tasarımında en belirleyici etken, mekânın kendisidir. Yapılacak aydınlatma tasarımını bağlayan belirli kriterler vardır. Bu kriterler o mekâna ait özelliklerin şekillenmesi ile oluşur.

3.1.1. Mekân İşlevinin Belirlenmesi

“Yapay aydınlatma tasarımında mekânın işlevinin belirlenmesi ilk yapılacak iştir. Çünkü mekânın işlevi dolayısıyla o mekânda yapılacak eylem için gerekli olan aydınlık düzeyi önceden belirlenmiştir. Bu bakımdan bir mekânın restoran, sinema, ameliyathane ya da konut olması farklı aydınlık düzeylerine ihtiyaç duyulacağını gösterir. İşlev belirlendikten sonra standartlarla saptanmış aydınlık düzeyleri mekâna uygulanır. İyi görme koşullarının sağlanamadığı durumlarda, genel aydınlatma bölgesel (lokal) aydınlatmayla desteklenmelidir. Buna göre; mekânın işlevine kullanıcı ihtiyaçları doğrultusunda yapay aydınlatma ile katkıda bulunulur.

Her mekân ile ilgili aydınlık düzeyleri fotometrik ölçmeler konusu kapsamında teknik hesaplamalar sayesinde yapılır. Bir mekânda belirli bir işi yapmak için gerek aydınlık düzeyi, bu ölçümler sayesinde belirli standartlara bağlanmıştır.”¹⁶⁸ “Aydınlık düzeyi ölçmeleri, belli bir yüzey alanı üzerine düşen ışık akısı büyüklüğü ile ilgili ölçmelerdir. Değişik aydınlık düzeyi ölçme teknikleri

¹⁶⁷ A.g.e., s. 149.

¹⁶⁸ A.g.e., s. 150.

vardır. En yaygın olarak bilinen, yatay bir düzlem üzerindeki aydınlık düzeyinin ölçülmesidir. Düzlem üzerinde de, noktada aydınlık düzeyi, ortalama aydınlık düzeyi gibi iki genel büyüklükten söz edilebilir. Her ne kadar alışkanlık yatay yüzeyler üzerinde aydınlık düzeylerinin belirlenmesi ise de, duvar ve tavan gibi yüzeylerde oluşan aydınlık düzeyleri de kimi aydınlatma düzeni tasarımlarında önemli olabilir.”¹⁶⁹

3.1.2. Mekân Tefrişinin Belirlenmesi

“Yapay aydınlatma tasarımı yapılacak mekânın işlevi belirlendikten sonra, işleve bağlı olarak mekânın tefrişi de yapılır. Buna göre, işleve uygun olan mobilyalar mekâna yerleştirilir. Tefriş yapılırken aydınlatma tasarımı da düşünülmelidir. Mekânın fiziksel özellikleri, boyutları ve işlevi ile ilgili konular aydınlatma tasarımını da şekillendirir. Mekânın tefrişinin aydınlatma tasarımını etkileyecek yönlerini alt başlıklar şeklinde inceleyelim.”¹⁷⁰

Tefrişe Bağlı Çevresel Etkenler:

“Tefrişe bağlı çevresel etkenlere mekânda mutlaka aydınlatılması gereken bölümler girer. Bu bölümler, merdivenler, merdiven sahanlıkları, giriş ve çıkışların olduğu yerler ve sirkülasyonun yoğun olduğu kısımlardır. Bu kısımların gerektiği gibi aydınlatılarak iyi görme koşullarının sağlanması bir gerekliliktir. Mekân içindeki kazaların sıkça yaşandığı bu gibi bölümler yeterince aydınlatılmaz ise kazaların olması kaçınılmaz hale gelir.”¹⁷¹

Mekânlar Arası İlişkiler ve Sirkülasyon Alanları:

“Mekânın biçimsel özelliklerini ve tefrişe ait elemanların kullanıcı ile olan ilişkilerini bu bölüm oluşturur. Bu bölümde mekandaki sirkülasyon alanlarının belirlenmesi ve bu bölümlerin aydınlatılması mekandaki yönlerin ve yolların belirlenmesi bakımından önemlidir. Mekân içinde vurgulanmak istenen kısımlar,

¹⁶⁹ Sirel, Osman, **Fotometrik Ölçmeler**, Teknolüs Seminer Notları, İstanbul, 2004.

¹⁷⁰ Altuncu, Damla, **Restoran Bar İşlevi Kazandırılmış Tarihi Mekânlarda Yapay Aydınlatmayla Atmosfer Yaratma**, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, M.S.G.S.Ü., 2007, s. 152.

¹⁷¹ A.g.e., s. 152.

dikkati çekmesi istenen bölümler, yapay aydınlatma ile ön plana çıkarılırken, görülmesi istenmeyen bölümler bilinçli şekilde gölgede bırakılarak geri plana itilir.”¹⁷²

Mekânın Biçimi ve Mekâna Ait Konstrüksiyon Öğeleri:

“Mekâna ait olan yapısal elemanlar olan kolonlar ve kirişler, mekânın konstrüktif yapısının birer parçasıdır. Mekânın mimari özellikleri olan bu elemanlar, mekânı tek bir plan ya da parçalı planlar şeklinde görmemize neden olabilirler. Burada yapay aydınlatmanın rolünü, aydınlatma tasarımcısı belirler. Ancak mekânın parçalı planlardan oluşması isteniyorsa vurgulu şekilde bir yapay aydınlatma modeli kullanılır ve istenilen etki elde edilir. Mekânda özellikle ortaya çıkarılmak istenen kolon ve kirişler ya da mekânın bir özelliği olarak kabul edilen tavan süslemeleri yapay aydınlatmayla vurgulanır.”¹⁷³

Mekâna Ait Standartlar:

“Bir mekâna ait standartlar o mekânın önce işlevi ile ilgilidir. İşlevinin getirdiği tefriş özellikleri ile beraber o mekâna ait standartlar belirlenir. Belirli işlevli mekânlar için genellemeler olsa da, her mekânın gereksinimleri kendi şartlarına göre belirlenir. Bir mekâna ait standartlara o mekânın oturma kapasitesi, masa grupları, esneklik özellikleri ve servis şekilleri girer. Bu standartlar göz önünde bulundurularak yapılan aydınlatma tasarımı etkili olur.”¹⁷⁴

3.2. Bar Tiplerine Bağlı Olarak LED ve Fiber Optik Aydınlatma Sistemlerinin Mekân Tasarımına Etkileri

İyi bir aydınlatma birçok gereksinmeye yanıt verdiği için herhangi bir aydınlatma sistemi kurulurken genel olarak gereksinimlerden birine öncelik verilir; yani bu durumda aydınlatmanın ana amacı öne alınan bu gereksinmeye yanıt

¹⁷² A.g.e., s. 152.

¹⁷³ A.g.e., s. 153.

¹⁷⁴ A.g.e., s. 153.

vermek olur. Şüphesiz bu gereksinmeye yanıt verirken, diğer gereksinmeler ihmal edilmemelidir.

“Amaç bakımından aydınlatma üçe ayrılabilir:

- **Fizyolojik Aydınlatma:** Burada amaç, cisimleri şekil, renk ve ayrıntıları ile rahat ve hızla görebilmektir. Dolayısıyla bu koşulları sağlayan aydınlatmaya denir.
- **Estetik Aydınlatma:** Burada amaç, görülmesi istenen cisimleri bütün ayrıntıları ile göstermek değil, daha çok estetik etkiler uyandırmaktır. Bu konuda mimarın rolü büyüktür.
- **Dikkati Çeken Aydınlatma:** Burada amaç; dikkati çekmek yani reklam yapmaktır. Bunun için yüksek aydınlık düzeyleri, renkli ışıklar, değişken ışıklı şekiller veya yanıp sönen düzenler kullanılır. Bu arada estetik ve dekoratif elemanlardan da geniş ölçüde yararlanır.”¹⁷⁵

Amaç bakımından incelediğimizde, bar mekânlarında Estetik ve Dikkati Çeken Aydınlatma öğelerinin kullanıldığını görürüz. Buradaki amaç; daha öncede bahsedildiği üzere göze hoş gelen, estetik ambiyanslar yaratmak üzerinedir.

2. Bölümde, Led ve Fiber Optik aydınlatma konusunu geniş şekilde incelenmiştir. Bu bölümde ise, bar türleri ve ileri aydınlatma tekniklerinin bar mekân tasarımına etkileri konusunun örneklerle irdelenmesi hedeflenmiştir.

3.2.1. Bar Tanımı

“Bar, sosyal amaç ile biraraya gelme ve iş temalarının oluşturulduğu resmi olmayan yerlerdir. Çoğunlukla kokteyllerin sunulmasından dolayı onları kokteyl barları olarak adlandırabiliriz. Günümüzde bar, alkollü ve alkolsüz içeceklerin sunulduğu her yeri, örneğin; diskoları, gece kulüplerini, pubları, kulüpleri ve restoranları içermektedir.”¹⁷⁶

¹⁷⁵ Özkaya, Mustafa, **Aydınlatma Tekniği**, İstanbul, Birsen Yayınevi, 2004, s. 3.

¹⁷⁶ www.barmen.org.tr/turkce/default.htm.

3.2.2. Bar Türleri

3.2.2.1. Kokteyl Barlar

“Kokteyl barları ülkeden ülkeye farklılık gösterdiği için tanımlama yapmak çok zordur ancak şunu söyleyebiliriz ki bütün kokteyl barlar çok çeşitli kokteyl ve karıştırılmış içecek sunarlar. Buralarda masa servisini de içine alan kaliteli bir servis ve çok değişik markalarda içecek vardır. Bazıları bira olarak fıçı bira sunarlar, bazılarında sıcak alkol içermeyen çay ve kahve gibi içecekler vardır. Personel bar yöneticisinin veya şef barmenin yönetimi altında çalışır. Bar ve bar makineleri sabittir, dekorasyon ve montaj yüksek standartlardadır. Bu tür barlarda normal olarak fiyatların biraz yüksek olması kaçınılmaz bir sonuçtur.”¹⁷⁷

Resim 3.1. Kokteyl Bar Örneği ¹⁷⁸



3.2.2.2. Servis Barlar

“Bu tür barların temel fonksiyonu müşteriye servisin garson aracılığıyla yapılmasıdır. Bu tür barların çoğunlukla çok içecek yelpazesi vardır ve şarap şişe ile servis yapılır. Fonksiyonu bir restoran işletmeciliği gibidir. Bar sabitleştirilmiş olmalı ve bar tezgâhı kokteyl barda olduğu gibi olmalıdır. Gözlerden uzak bir yerde olacağı için aşırı kaliteli ve masraflı bir dekorasyon ihtiyacı gerektirmez. Servis için ayrıca ödeme alınmaz ve sipariş takibiyle iş yapılır.”¹⁷⁹

¹⁷⁷ www.barmen.org.tr/turkce/default.htm.

¹⁷⁸ <http://www.colonellighthotel.com.au/media/files/544.jpg>.

¹⁷⁹ www.barmen.org.tr/turkce/default.htm.

Resim 3.2. Servis Bar Örneği¹⁸⁰

3.2.2.3. Fonksiyonlu Barlar

“Bu tür barlar sürekli değil geçicidir, kısa ve meşgul zaman dilimleri için esnek bir servis sağlar. Daha fazla esneklik olması için sabit makineler ve yüksek bar tezgâhı yoktur. Kolayca toplanabilme ve açılabilme, değişik amaçlara hitap edecek ölçü ve şekilde kullanılabilme imkânı vardır. Bu tür bir işlev sunulacak içkilerin çeşitliliğini sınırlamakta bu yüzden birçoğu müessese seçkin içecekleri ve çok farklı markaları sunabilmek için sabit bar kullanmaktadır. Diğer bir şekil taşınabilir bardır. Tekerlekli olan bu şekil bar örneğin; konferans salonlarında verilen davetler vb. organizasyonlarda belirli bir zaman içinde servis yapmak için kullanılıp daha sonra dışarı çıkartılır. Eğer yer küçükse bu en iyi alternatiftir.”¹⁸¹

Resim 3.3. Fonksiyonel Bar Örneği¹⁸²

¹⁸⁰ <http://www.upenn.edu/almanac/v49/n12/images/bridge14.jpg>.

¹⁸¹ www.barmen.org.tr/turkce/default.htm.

¹⁸² http://www.altinelmutfak.com/resimler/bar_tezgahi_1.jpg.

3.2.2.4. Şarap Barlar

“Şarap barları normalde sadece şarap ve şarap ürünleri sunar, yinede bazı şarap barları bira ürünleri de sunmaktadır. Alkol, likör ve kokteyl yoktur. Bu tür barlar genelde restoran, hafif yiyecek satılan bar olarak işletilirler. Peynir çeşitleri mevcuttur, sıcak ve soğuk yiyecek yelpazesi geniştir. Bazen içki servisi restorandan daha basit olan yiyecek servisine bağlıdır. Bu tür müesseselerde sabit makineler ve yüksek tezgâh içeren bar vardır¹⁸³”

Resim 3.4. Şarap Barı Örneği¹⁸⁴



3.2.2.5. Restoran Barlar

“Bir Restoran Bar’ın Kokteyl Bar’dan farkı, restoran imkânlarını kullanan (yemek yiyen) müşterilerine sadece içecek servisi yapmasıdır. Bazen daha çok küçük müesseselerde restoran bar, bardaki müşterilere ayrıca servis yaparken “dispense bar” in yapmış olduğu fonksiyonu da yapar. Böyle bir barın görünümü kokteyl bar gibidir. Bütün bar genelde hemen müessese girişinde görülür ve aynı zamanda resepsiyon olarak da kullanılır.”¹⁸⁵

¹⁸³ www.barmen.org.tr/turkce/default.htm.

¹⁸⁴ <http://www.kcwinebar.com/images/home/winebar-400.jpg>.

¹⁸⁵ www.barmen.org.tr/turkce/default.htm.

Resim 3.5. Restoran Bar Örneği¹⁸⁶

3.2.2.6. Cafe Barlar

“Sadece bazı ülkelerde bulunur, sınırlı miktarda içecek çeşidinin yanısıra hızlı ve iyi yiyecekler sunulur, buluşma yeri veya yolcuların kullandığı yer olarak popülerdir, öneriler üzerine aileler gelip giderler.”¹⁸⁷

Resim 3.6. Cafe Bar Örneği¹⁸⁸

¹⁸⁶ <http://architecture.myninjabplease.com/wp-content/uploads/2007/04/4-bar-view.jpg>.

¹⁸⁷ www.barmen.org.tr/turkce/default.htm.

¹⁸⁸ http://www.wildberrys.org.uk/non_blog_images/watershed_bar.jpg.

3.2.2.7. Havuz Barlar

“Yüzme havuzlarında içeride veya dışarıda hatta havuzun içinde bulunur. Yüzücülerin sudan çıkmadan oturarak ya da durarak içebilmeleri içindir. Büyük bir ihtimalle bu tür barlarda cam bardak tercih edilmez. Çünkü kırık parça bir tehlike oluşturacaktır. İçecekler plastik bardaklarda servis edilirler. Bazı havuz barlar hafif yemekte sunarlar, içecek sayısı sınırlıdır. Bunun ana sebebi müşteriler az alkollü ve rahatlatıcı içecek almayı tercih ederler. Açık olduğu saatler havanın durumuna bağlıdır. Genellikle hava karardıktan sonra kapanırlar.”¹⁸⁹

Resim 3.7. Havuz Bar Örneği¹⁹⁰



3.2.2.8. Sahil Barlar

“Havuz barın birçok koşulu geçerlidir, fark ise barın sahilde olmasıdır. Bu müesseseler çoğunlukla yemek yemek için sahili terk etmek istemeyen müşteriler için basit bir restoran veya hafif yemek servisi yaparlar.”¹⁹¹

¹⁸⁹ www.barmen.org.tr/turkce/default.htm.

¹⁹⁰ http://i44.photobucket.com/albums/f29/andre75/travel/royal_porto_real_pool_bar.jpg.

¹⁹¹ www.barmen.org.tr/turkce/default.htm.

Resim 3.8. Sahil Bar Örneği¹⁹²

3.2.2.9. Piyano Barlar

“Piyano eğlencesi sunan barlardır, herhangi bir bar şeklinde olabilir. Büyük şehirlerde kokteyl bar görünümü verilse bile bu öyle değildir. Bazen piyano müziği fon olarak çalmaktadır. Bazen de kabare müziği şeklinde ya da birden daha fazla şarkıcının olduğu ve müşterilerin şarkıya katılmaya teşvik edildiği oramlar oluşturulmaktadır.”¹⁹³

Resim 3.9. Piyano Bar Örneği¹⁹⁴

¹⁹² http://www.tulamben.com/unterwasserfotos/new_tulamben/beach_bar_2.jpg.

¹⁹³ www.barmen.org.tr/turkce/default.htm.

¹⁹⁴ <http://www.hotels-of-prague.com/president/images/Piano%20Bar%203.jpg>.

3.2.3. Barlarda LED ve Fiber Optik Uygulamalarıyla Aydınlatma Tasarımı

Lalquila Bar /Antalya

Barın dans pisti ahşap döşeme altına yerleştirilen 5 değişik çaptaki fiber optik kablolar ile aydınlatılmıştır.

Resim 3.10. Lalquila Bar Dans Pisti Zemin Aydınlatmasında Yıldız Efekt Uygulamasından Örnek 1¹⁹⁵



Resim 3.11. Lalquila Bar Dans Pisti Zemin Aydınlatmasında Yıldız Efekt Uygulaması Örnek 2¹⁹⁶



¹⁹⁵ <http://www.fiberli.com/tr/html/lalqila.htm>.

¹⁹⁶ <http://www.fiberli.com/tr/html/lalqila.htm>.

Kamelya World / Çolaklı /Antalya

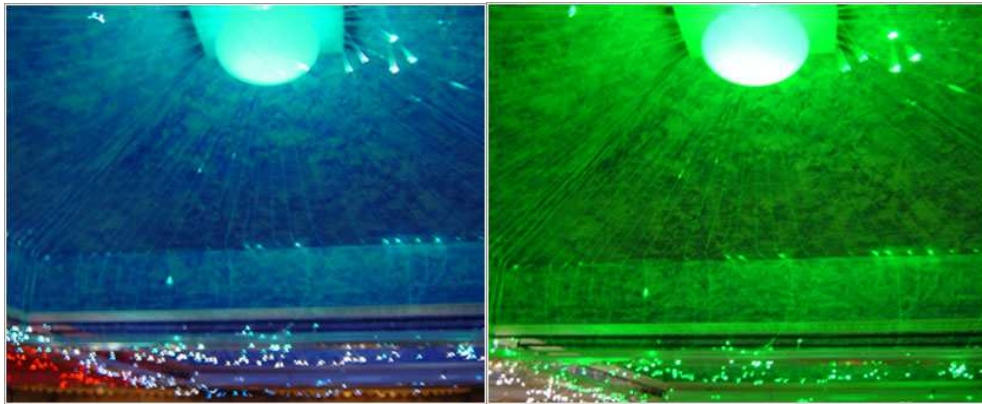
Bar için LED ile yıldız efekti, sahne üzeri Fiber Optik renk değiştiren küreler ve sarkıtlar, Disco Tabela aydınlatma / Muhtelif yıldız efektleri uygulamaları yapılmıştır.

Resim 3.12. Kamelya World Bar Aydınlatma Uygulaması Örnek 1¹⁹⁷



40 cm çapındaki polikarbon glop 150 adet FOK 30 Fiber Optik kablo ile, 10 cm/adet yoğunluğundaki saçak FOK 20 ile aydınlatılmış olup, bir adet IK 16 ışık kaynağı kullanılmıştır.

Resim 3.13. Kamelya World Bar Aydınlatma Uygulaması Örnek 2¹⁹⁸



¹⁹⁷ <http://www.fiberli.com/tr/html/kamelya1.htm>.

¹⁹⁸ <http://www.fiberli.com/tr/html/kamelya2.htm>.

PVC panelden imal edilen tabela, indirekt olarak 2500 adet FOK 30 kablo ve 1 adet Fiberli IK 35 CDMR ışık kaynağı kullanılarak 7 günde imal edilmiştir. Disco girişindeki yıldız ışıkları gökyüzü haritası kullanılarak, 5 değişik çaptaki kablolar ve Fiberli IK 16 ışık kaynağı kullanılmasıyla 1 günde yapılmıştır. Bu veriler ileri aydınlatma sistemlerinin kurulum süreleri hakkında fikir vermektedir

Xanadu Hotel Bar / Belek /Antalya

Bu bar tavanına yıldız ışığı efekti uygulaması yapılmıştır. Bar tavanı, gökyüzü haritası kullanılarak, 5 değişik çapta Fiber Optik kablo ile tüm takım yıldızları yapılmıştır. Toplam 2.000 metre 1200 adet FOK 30 (0.75mm çapında) Fiber Optik kablo ve 1 adet Fiberli IK 35 CDMR ışık kaynağı kullanılmıştır.

Resim 3.14. Xanadu Hotel Bar Aydınlatma Uygulaması Örneği¹⁹⁹



¹⁹⁹ http://www.fiberli.com/tr/html/xanadu_hotel.htm.

Buzul Bar / Antalya

Barın 20 x 5 metrelik alçı malzemeli tavanına 1000 samanyolu ve 38 takım yıldızı işlenmiş olup 1400 uç kullanılmıştır.

Resim 3.15. Buzul Bar Aydınlatma Uygulaması Örnek 1²⁰⁰



Resim 3.16. Buzul Bar Aydınlatma Uygulaması Örnek 2²⁰¹



²⁰⁰ <http://www.fiberli.com/tr/html/buzulbar2.htm>.

²⁰¹ <http://www.fiberli.com/tr/html/referans.htm>.

LouLou Bar / Antalya / Beach Park

Bu barın tavanına yıldız efekti uygulaması yapılmıştır. Ancak bu uygulama için herhangi bir uygulama altlığı kullanılmamış olup, direkt olarak tavana uygulanmıştır.

Resim 3.17. Loulou Bar Aydınlatma Uygulaması Örnekleri²⁰²



The Plaza Bar / İstanbul

Bu barın, bar tezgâhı LED aydınlatma sistemi ile aydınlatılmıştır. Bar mekân tasarımına etkisi Resim 3.18.'de açıkça görülmektedir.

Resim 3.18. The Plaza Bar Tezgâhı Aydınlatma Uygulaması Örnekleri²⁰³



Barın tavan uygulama konsepti içerisinde, tavanda mimari hareketliliği takip eden Fiber Optik kablolar kullanılmıştır.

²⁰² <http://www.fiberli.com>.

²⁰³ <http://www.fiberli.com>.

Resim 3.19. The Plaza Bar Fiber Optik Uygulama Örnekleri²⁰⁴

Bar mekânı LED aydınlatma elemanları kullanılarak aydınlatılmıştır. Değişen renkleri ile bu aydınlatma elemanları, mekân atmosferine yadsınamayacak derecede estetiksel katkıda bulunmaktadır.

Resim 3.20. The Plaza Bar LED Uygulama Örnekleri²⁰⁵

²⁰⁴ <http://www.fiberli.com>.

²⁰⁵ <http://www.fiberli.com>.

Club B / Muğla / Marmaris

Bar tezgâhı, renk değiştiren LED ile aydınlatılmıştır. Bar hazırlama kısmının üstünde Fiber Optik kablo ve müzik ritmiyle hareket eden Lazer aydınlatma elemanı kullanılmıştır. Ayrıca zeminde de gömme LED spotlar vardır.

Resim 3.21. Club B LED Uygulama Örnekleri 1²⁰⁶



Bu mekân, ileri aydınlatma tekniklerinin etkilerini anlatmak için çok önemli örnekler sunmaktadır. Mimari açıdan incelendiğinde basit bir tasarımı olan bu bar, LED ve Fiber Optik sistemlerin kullanılması ve bunlara lazer aydınlatma sistemlerinin katılması ile çok estetik bir görünüm kazanmıştır. Aslında bu barda aydınlatma mimari tasarımın önüne geçmiştir. Her ne şekilde olursa olsun ikisini dengede tutabilmek en önemli amaç olmalıdır.

Resim 3.22. Club B LED Uygulama Örnekleri 2²⁰⁷



²⁰⁶ <http://www.fiberli.com>.

²⁰⁷ <http://www.fiberli.com>.

Truva Otel Restoran ve Bar İşletmeleri / Side / Antalya

Dünyada öncü fiber optik üreticilerinden “Advanced Fiber Optics” sistemlerinin kullanıldığı proje, değişik kotlardaki fiber optik uçlar ve otomatik renk geçişi yapan ışık kaynakları ile gerçekleştirilmiştir.

Resim 3.23. Truva Otel Restoran ve Bar Fiber Optik Uygulama Örnekleri²⁰⁸



²⁰⁸ http://www.kroma.web.tr/truva_otel.html.

Mavi Papağan Bar / Çankaya / Ankara

Bar arkası LED spotlarla aydınlatılmıştır. Oturma mekânlarına LED spotlar ile ışık efekti uygulanmıştır. Ayrıca mekân logosunun aydınlatılmasında da LED sistemler kullanılmıştır. Resim 3.23.'de bar tezgâhı aydınlatması görülmektedir.

Resim 3.24. Mavi Papağan Bar/ Bar Tezgâhı LED Aydınlatması Örneği²⁰⁹



Resim 3.25. Mavi Papağan Bar/ Oturma Bölümü LED Aydınlatması Örneği²¹⁰



²⁰⁹ http://www.damla-led.com/web2005/refhtml/r_mav50.htm.

²¹⁰ http://www.damla-led.com/web2005/refhtml/r_mav3.htm.

Riva Diva Otel / Lara / Antalya

Riva Diva Otel'in 'Havuz Bar'nda LED ile ışık efekti uygulaması yapılmıştır. Ayrıca tavanda Led spotlar kullanılmıştır Resim 3.26.'da bar bankosundaki aydınlatmaya ait bir detay görülmektedir.

Resim 3.26. Riva Diva Hotel Havuz Bar LED Aydınlatma Örneği²¹¹



Resim 3.27. Bar Bankosuna Ait Aydınlatma Detayı²¹²



²¹¹ http://www.damla-led.com/web2005/refhtml/r_riv3.htm.

²¹² http://www.damla-led.com/web2005/refhtml/r_riv6.htm.

Kosca Restoran & Bar / Çankaya / Ankara

İç mekândaki kolonlar LED ile aydınlatılmıştır. Bar bankosu tavanı, rafları ve genel mekân aydınlatması için de LED spot aydınlatmalar kullanılmıştır.

Resim 3.28. Kosca Restoran & Bar İç Mekân LED Aydınlatma Örnekleri²¹³



²¹³ http://www.damla-led.com/web2005/r_kos.htm.

SONUÇ

Aydınlatma, tasarımda çok önemli bir role sahiptir. Çok iyi tasarlanmış bir mekân bile, yanlış aydınlatma ve mekân üzerine olan etkileri ile kendini gösteremez. Geçtiğimiz yüzyılda, yaşadığımız mekânları aydınlatmak için gaz lambası, enkandesan lamba ve flüoresan kullanılmaktaydı. Şimdilerde ise moda, LED ve Fiber Optik Aydınlatma Sistemleridir.

Bar mekânları genel olarak incelendiğinde, farklı farklı aydınlatma tekniklerinin uygulanmasına imkân sağladığı hemen göze çarpmaktadır. Örneğin; bir restoran bar veya piyano bar aydınlatmasında nispeten daha homojen bir aydınlatma kullanılabilir iken, gece kulüpleri gibi mekânlar daha çok estetik aydınlatma öğelerini taşıyan bir aydınlatma tasarımına sahiptirler. Ancak bu konuda kesin bir yargıya varmak yanlış olur. Bunun en önemli nedeni ise, iç mimarın tasarımsal etkisidir. Örneğin; mekân tasarımında bir iç mimar, bir restoran barda genel (her yana eşit dağılan) bir aydınlatma veya estetik (vurgulu) bir aydınlatmayı hatta her ikisini birden kullanabilir. Burada iç mimarın yaratıcılığı önemli olduğundan, kesin bir yargıya varılmaması doğru olacaktır.

İleri aydınlatma teknikleri konusuna geri dönecek olursak, bar mekân tasarımında son yıllarda etkinliğinin arttığını söylemek çok açıktır. Bunun en önemli nedeni ise maliyettir. LED aydınlatmalar maliyetleri daha düşük olduğu ve enerji tasarrufu sağladıkları için daha fazla tercih edilir olmuşlardır. Fiber Optik aydınlatma ürünleri ise, henüz LED ürünler kadar düşük maliyette değildirler. Tabii ki bunun da tasarıma etkisi vardır. Örneğin; tasarımı yapılan ve de sunulan bir proje, maddi yetersizlikler nedeniyle kısıntılara gidilmesine ve tasarımın istenen şekilde uygulanamamasına neden olmaktadır. Mimari tasarım için harcanan bütçelerde en az aydınlatma tasarımına ödenek ayrılması da bunda çok önemli bir yer tutmaktadır. Özellikle ülkemizde yerleşmiş olan bu bilinç, mimari tasarımdan yoksun ve basit aydınlatma tasarımlarının uygulanmasına ön ayak olmaktadır (bkz. Resim 3.23., sayfa 100).

Maliyetleri dışında ileri aydınlatma teknikleri, kullanıcılarına önemli avantajlar sağlamaktadırlar. Ömürleri, tek ve çok renk seçenekleri, suya ve şoka dayanıklı olmaları ve doğal ışığa yakın ışık üretebilmeleri açısından tercih

edilmektedirler. Bu özelliklerin bar mekân tasarımına önemli katkılar sağladığı açıktır. Bu nedenle, sıkça tercih edilir olmaları şaşılabilir bir durum değildir.

Amaç bakımından aydınlatma konusu daha önce irdelemiştir. Bu noktadan hareketle incelenen örneklerden de anlaşılacağı üzere çıkarılan sonuç, bar mekân tasarımında ileri aydınlatma tekniklerinin etkisi, estetik ve dikkati çeken bir aydınlatma etkisi yaratma amacına yöneliktir. Bu sayede, örneğin bir restoran barda gündüz sade bir mekân, gece ise ışık renklerini değiştirerek gece kulübü havası verilmiş bir mekân atmosferine ulaşılabilmektedir.

LED ve Fiber Optik Sistemlerin, ‘Barlarda Mekân Tasarımına Katkıları’ hem estetik hem de ekonomik açıdan çok önemlidir. Yukarıda verilen bilgiler ışığında bu sistemlerin, ileri aydınlatma tekniğine uygun atmosferin yaratılmasında oldukça etkili olduğunu anlaşılmaktadır.

KAYNAKLAR

Ağıroğlu, Orkun, **Fiber Optik Aydınlatma Sistemleri**, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, Gazi Üniversitesi, 2006.

Altuncu, Damla, **Restoran Bar İşlevi Kazandırılmış Tarihi Mekânlarda Yapay Aydınlatmayla Atmosfer Yaratma**, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, M.S.G.S.Ü., 2007.

Bulut, Orhan, **Fiber Optik Kablolar ve Kullanım Alanları**, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, YTÜ, 1999.

Efe, Esin, **Aydınlatmada Gölge Niteliğinin İrdelenmesi**, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, YTÜ, 2007.

Esen, Aydın, **Aydınlatma Ders Notları**, M.S.G.S.Ü., İstanbul, 2000.

Işık Hayattır, Temel Aydınlatma Kitapçığı, İstanbul, Lamp 83.

Özkaya, Mustafa, **Aydınlatma Tekniği**, İstanbul, Birsen Yayınevi, 2004.

Özsoy, Sedat, **Fiber Optik**, İstanbul, Birsen Yayınevi, 2001.

Philips Lighting, Lighting Manual, Eindhoven, 1993.

Sirel, Osman, **Fotometrik Ölçmeler**, Teknolüs Seminer Notları, İstanbul, 2004.

Sirel, Şazi, **Aydınlatma Enerji Kaybı**, İstanbul, YFU Yayınları, 1992.

Sirel, Şazi, **Aydınlatma ve Mimarlık**, sayı 110, İstanbul, YEM Yayınları, 1997.

Sirel, Şazi, **Aydınlığın Niteliği**, İstanbul, YFU Yayınları, 1992.

Sirel, Şazi, **Aydınlatma Sözlüğü**, İstanbul, YEM Yayınları, 1997.

Sirel, Şazi, **Aydınlatma Tasarımında Temel Kurallar**, İstanbul, YFU Yayınları, 1996.

Steffy, G., Architectural Lighting Design, 2nd Edition, 2002.

Şahin, Pınar, **Aydınlatma Tasarımı ve Mağaza Kimliğine Katkısı**, Sanatta Yeterlik Tezi, İstanbul, M.S.G.S.Ü., 2006.

Şerefhanoglu, Müjgan, **Konutlarda Aydınlatma**, İstanbul, Karaca Basımevi, 1972.

Temel Aydınlatma Bilgileri, Lamp 83 Kataloğu.

Tomasi, Wayne, Elektronik İletişim Teknikleri, İstanbul, Milli Eğitim Basımevi, 1997.

Ünver, Rengin, Renk Algılamada Boyut Etkisi, II. Aydınlatma Kongresi Bildirileri, İstanbul, 1998.

İNTERNET KAYNAKLARI

<http://agid.org.tr>

<http://www.cscrs.itu.edu.tr>

<http://www.hedefelektrik.com>

<http://upload.wikimedia.org>

<http://www.tackin.com>

<http://elektroteknoloji.com>

<http://www.silisyum.net>

<http://www.ledmar.com>

<http://www.damla-led.com>

<http://www.oms.sk>

<http://www.elektrikhaber.com>

<http://www.fiberli.com>

<http://www.hobidevreleri.com>

<http://www.trinorthlighting.com>

<http://www.barmen.org.tr>

<http://www.colonellighthotel.com>

<http://www.upenn.edu>

<http://www.altinelmutfak.com>

<http://www.kcwinebar.com>

<http://architecture.myninjaplease.com>

<http://www.wildberrys.org.uk>

<http://i44.photobucket.com>

<http://www.tulamben.com>

<http://www.hotels-of-prague.com>

<http://www.kroma.web.tr>

ÖZGEÇMİŞ

Hakan İmert, 1984 yılında Ankara’da doğdu. Aydın Doğan A.İ.M.L.’de lise eğitimini tamamladı. 2002 yılında Haliç Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İç Mimarlık Bölümüne girdi. 2006 yılında aynı bölümden mezun oldu ve Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İç Mimarlık Yüksek Lisans Programına başladı. 2006 yılından itibaren çeşitli firmalarda ve serbest iç mimar olarak çalıştı. Proje, Rölöve, Şantiye alanlarında aktif görev alarak deneyimlerini arttırdı. Halen faal olarak iç mimarlık faaliyetlerine devam etmektedir.