

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ŞEHİR AYDINLATMACILIĞI, IŞIK KİRLİLİĞİ ve
AYDINLATMADA ENERJİ VERİMLİLİĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elektrik – Elektronik Mühendisi Cenk YAVUZ

Enstitü Anabilim Dalı : ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜH.
Enstitü Bilim Dalı : ELEKTRİK
Tez Danışmanı : Prof. Dr. Ertan YANIKOĞLU

HAZİRAN 2004

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ŞEHİR AYDINLATMACILIĞI, IŞIK KİRLİLİĞİ ve
AYDINLATMADA ENERJİ VERİMLİLİĞİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elektrik – Elektronik Mühendisi Cenk YAVUZ

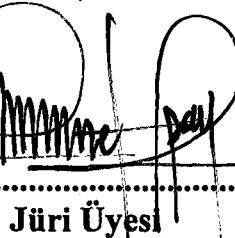
Enstitü Anabilim Dalı : ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜH.
Enstitü Bilim Dalı : ELEKTRİK

Bu tez 17.06 / 2004 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği /
Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

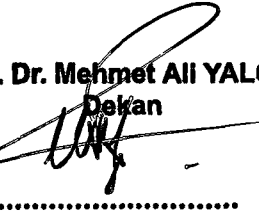
Prof. Dr. Ertan YANIKOĞLU
Etk. Elkt. Müh. Böl. Başkanı


Jüri Başkanı

Prof. Dr. Ahmet APAY


Jüri Üyesi

Prof. Dr. Mehmet Ali YALÇIN
Dekan


Jüri Üyesi

ÖNSÖZ

11 Eylül 2002 günü Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesinden Elektrik – Elektronik Mühendisi olarak mezun olduğumda, aynı okula 3 ay sonra bu sefer bir öğretim elemanı olarak döneceğimi hiç düşünmemiştim. Ekim 2002’de Yüksek Lisansa başladıktan yaklaşık bir buçuk ay sonra Araştırma Görevlisi olarak göreve başladım. Ve bugün kariyerimdeki en önemli adımlardan birini atıyor Yüksek Lisansımı bu tez ile bitiriyorum.

Hayatıma akademisyen olarak devam etme kararımı almamda çok büyük katkıları olan Danışmanım Sayın Prof.Dr. Ertan YANIKOĞLU’na, benim için bir ağabeyden daha kıymetli olan Sayın Yrd.Doç.Dr. Mustafa TURAN’a ve bir Aydınlatma Mühendisi olarak bu noktaya gelmemde çok büyük emekleri olan Sayın Prof.Dr. M.Uğur ÜNVER’e şükranlarımı sunarım.

Bu tezin hazırlanmasında önemli katkıları bulunan Sayın Yrd.Doç.Dr. Önder GÜLER’e, Sayın Dr. T.Fedai ÇAVUŞ’a, Sayın A.Serdar AŞOĞLU’na, kayınbiraderim Sevgili Erdem DÜLGER’e ve tabii ki kalbimin tek sahibi Sevgili eşim Elif YAVUZ’a sonsuz teşekkürler. Bana olan desteklerini hiçbir zaman eksik etmeyen, her birini canımdan çok sevdiğim eşim Elif YAVUZ, annelerim Selma YAVUZ ve Şerife DÜLGER, babalarım Adnan YAVUZ ve Naci DÜLGER, kayınbiraderim Erdem DÜLGER ve tüm hocalarım ile tüm mesai arkadaşlarımın bu aşamaya gelmemde hatırı sayılır emekleri vardır.

Son olarak bana her zaman en uygun çalışma ortamını sağlayan Danışmanım Sayın Prof. Dr. Ertan YANIKOĞLU’na teşekkürlerimi sunarım.

Türkiye’imize yararlı olması dileği ile...

Sakarya, Mayıs 2004

Cenk YAVUZ

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	ix
TABLOLAR LİSTESİ.....	xii
ÖZET.....	xiv
SUMMARY.....	xvi

BÖLÜM 1.

GİRİŞ.....	1
1.1 Aydınlatma ve Aydınlatma Tekniği Kavramları	1
1.2 Ülkemizde Aydınlatma Konusundaki Çalışmalar.....	3
1.3 Aydınlatmanın Yararları.....	4
1.4 Aydınlatma Şekilleri.....	6

BÖLÜM 2.

AYDINLATMA TASARIMINDA TEMEL PRENSİPLER.....	8
2.1 Temel Prensipler.....	8
2.2 Dış Aydınlatmada Temel Prensipler.....	13

BÖLÜM 3.

AYDINLATMAYLA İLGİLİ TEMEL KAVRAMLAR.....	14
3.1 Aydınlatma Tekniğinin Temel Kavramları.....	14
3.1.1 Işık akısı enerjisi (Φ).....	14
3.1.2 Işık kuvveti – Işık şiddeti (I).....	15
3.1.3 Parıltı (Işıklılık – Lüminans) (L).....	15
3.1.4 Aydınlik düzeyi - çoğunluğu (E).....	15

3.1.5	Nokta bir ışık üreticinin ışık kuvveti.....	16	
3.1.6	Yüzeylerin parıltıları.....	16	
3.2	Fotometrik Yasalar.....	17	
3.2.1	Ters kare kuralı.....	17	
3.2.2	Kosinüs yasası.....	18	
3.2.3	Lambert yasası.....	20	
3.3	Bir Binanın Penceresindeki Aydınlık.....	21	
3.4	Aydınlatmanın Kalitesini Belirleyen Büyüklükler.....	24	
3.4.1	Aydınlatmanın düzgünlüğü.....	25	
3.4.1.1	Aydınlığın yer bakımından düzgünlüğü.....	25	
3.4.1.2	Aydınlığın zaman bakımından düzgünlüğü.....	27	
3.4.2	Gölge.....	27	
3.4.3	Işık rengi.....	27	
3.4.4	Kamaşma.....	30	
BÖLÜM 4.			
İŞIK KAYNAKLARI VE ARMATÜRLER.....			32
4.1	Işık Kaynakları.....	32	
4.1.1	Akkor telli (enkandesan) lambalar.....	32	
4.1.2	Kompakt flüoresan lambalar.....	32	
4.1.3	Tüp flüoresan lambalar.....	32	
4.1.4	Yüksek basınçlı cıva buharlı lambalar.....	33	
4.1.5	Metal halojen lambalar.....	33	
4.1.6	Yüksek Basınçlı Sodyum Buharlı Lambalar.....	33	
4.1.7	Alçak Basınçlı Sodyum Buharlı Lambalar.....	34	
4.1.8	Işık kaynaklarının karşılaştırılması.....	35	
4.2	Yardımcı Elemanlar.....	37	
4.2.1	Balastlar.....	37	
4.2.2	Ateşleme Araçları.....	39	
4.2.3	Starter.....	40	
4.3	Aydınlatma Aygıtları : Armatürler.....	42	
4.3.1	Armatürlerin özel karakteristikleri.....	47	

4.3.1.1 Isıl karakteristikler.....	47
4.3.1.2 Mekanik ve aerodinamik karakteristikler.....	48
4.3.1.3 Titreşim ve darbelere dayanıklılık.....	48
4.3.1.4 Ağırlık boyut ve biçim.....	48
4.3.1.5 Elektriksel karakteristikler.....	48
4.3.1.6 Kir ve toza dayanıklılık.....	49
4.3.1.7 Estetik karakteristikler.....	49
4.4 Aydınlatma Bölgeleri.....	49

BÖLÜM 5.

ŞEHİR AYDINLATMACILIĞI.....	51
5.1 Şehir Aydınlatmasının Faydaları.....	51
5.1.1 Can ve mal güvenliği.....	51
5.1.2 Yollardaki kazalarda azalma.....	54
5.2 Yolların Sınıflandırması.....	55
5.3 Şehir Aydınlatması için Öneriler.....	58
5.3.1 Yerleşim bölgeleri.....	61
5.3.1.1 Caddeler.....	61
5.3.1.2 Ara yollar.....	62
5.3.1.3 Özelleşmiş mesken mahaller.....	64
5.3.2 Sanayi bölgeleri.....	65
5.3.3 Ticari bölgeler.....	67
5.3.4 Muhtelif alanlar.....	72
5.3.4.1 Yaya yolları ve patikaları.....	72
5.3.4.2 Yaya merdiven ve rampaları.....	73
5.3.4.3 Bisiklet yolları.....	74
5.3.4.4 Yaya ve bisiklet köprüleri.....	76
5.3.4.5 Yaya ve bisiklet alt geçitleri.....	77

BÖLÜM 6.

IŞIK KİRLİLİĞİ.....	79
6.1 Işık Kirliliği Kavramı.....	79

6.2 Işık Kirliliğinin Bileşenleri.....	81
6.3 Işık Kirliliği ile İlgili Uydu Verileri.....	83
6.4 Işık Kirliliğinin Maliyeti.....	85
6.5 Işık Kirliliğinin Nedenleri ve Alınabilecek Önlemler.....	86
6.6 Sonuç.....	93

BÖLÜM 7.

DIŞ AYDINLATMADA ENERJİ VERİMLİLİĞİ.....	94
7.1 Aydınlatmada Etkin Enerji Kullanımına İlişkin Temel İlkeler.....	96
7.2 Aydınlatmada Enerji Kaybında Başlıca Aşamalar.....	97
7.2.1 Kayıpların toplamı - İyi görme verimi.....	99
7.2.2 Işık üretiminde enerjinin boşuna harcanması.....	100
7.2.3 Armatürlerde ışığın boşuna harcanması.....	102
7.2.4 Işığın doğrultusal boşuna harcanması.....	103
7.2.5 Işığın iç yüzeylerde boşuna harcanması.....	104
7.2.6 Aydınlığın boşuna harcanması.....	105
7.2.7 İyi görme verimi bakımından sonuç.....	106
7.2.8 Kötü görme koşullarının sonuçları.....	106
7.3 Bakımsızlık Nedeni İle Enerji ve Işık Kaybı.....	107
7.3.1 Lambaların ışık veriminde azalma.....	107
7.3.2 Armatürlerin geriveriminde azalma.....	108
7.3.3 Yüzeylerden yansıyan ışık oranında azalma.....	109
7.4 Ölçme Konusu.....	110
7.5 Aydınlatmada Enerji Kaybının Engellenmesi için Yapılabilecekler.....	111
7.5.1 Aydınlatma sisteminin kuruluş yükünün minimize edilmesi.....	111
7.5.2 Aydınlatma sisteminin kullanım süresinin minimize edilmesi.....	115
7.6 Sonuç.....	117

BÖLÜM 8

ADAPAZARI ÇAPINDA DIŞ AYDINLATMA DEĞERLENDİRMESİ.....	118
8.1 Yol Aydınlatması Bakımından Durum.....	119
8.2 Bulvar - Meydan ve Kavşak Aydınlatması Bakımından Durum.....	120
8.3 Yaya Yolları ve Alanları Aydınlatması Bakımından Durum.....	121
8.4 Anıt - Heykel ve Bina Aydınlatması Bakımından Durum.....	124
8.5 Tabela Aydınlatması Bakımından Durum.....	125
8.6 Aydınlatma ile Şehir Güzelleştirme Bakımından Durum.....	127
8.7 Işık Kirliliği Bakımından Durum.....	128
8.8 Aydınlatmada Enerji Verimliliği Bakımından Durum.....	134
8.9 Sonuç.....	140

BÖLÜM 9.

SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	142
KAYNAKLAR.....	144
EK A Aydınlığın Niteliği İle İlgili Örnek Tanım ve Kurallar.....	146
EK B Yol Aydınlatması Çeşitleri.....	153
EK C Hesaplama ve Ölçme Metotları.....	158
EK D Aydınlatma Sözlüğü (İngilizce – Türkçe).....	165
EK E Dış Aydınlatmada Uyulması Gerekli Standartlar.....	189
EK F Aydınlatmada Enerji Tasarrufu ve İyileştirmeye İlişkin Global Bilgiler.....	191
ÖZGEÇMİŞ.....	193

SİMGELER ve KISALTMALAR

\emptyset	:	Işık Akısı Enerjisi
I	:	Işık Şiddeti
L	:	Lüminans
E	:	Aydınlık Düzeyi
S	:	Yüzey Alanı
f	:	Pencere Faktörü
η	:	Verim
δ	:	Düzensizlik Faktörü
h	:	Eleman (Lamba) Yüksekliği
R_a	:	Renk Ayırım İndeksi (CRI)
L_(Ort)	:	Ortalama Lüminans
U₀	:	Genel Lüminans Düzensizliği
U_L	:	Boylamsal Lüminans Düzensizliği
G	:	Kamaşma Kontrol Değeri
TI	:	Kamaşma İçin Eşik Artışı
E_{H(min)}	:	Minimum Yatay Aydınlık Düzeyi
E_{H(Ort)}	:	Ortalama Yatay Aydınlık Düzeyi
E_{SC(min)}	:	Yer Seviyesinin 1,5 m Üstünde Yerel Minimum Yarı Silindirik Aydınlık Düzeyi
E_{v(ort)}	:	Ortalama Düşey Aydınlık Düzeyi
LA^{0,25}	:	7 m Altındaki Montaj Yükseklikleri için Kamaşma Değeri
e	:	Etkinlik Faktörü
ULOR	:	Üst Yarı Uzay Işık Akısı Oranı
DLOR	:	Alt Yarı Uzay Işık Akısı Oranı
IP	:	Koruma Derecesi
CIE	:	Uluslararası Aydınlatma Komitesi

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1	Ters Kare Kuralının Bir Piramit Üzerinde Açıklanması.....	18
Şekil 3.2	Kosinüs Yasasına İlişkin Gösterim.....	19
Şekil 3.3	Örnek Bir Işık Dağılım Eğrisi.....	20
Şekil 3.4	Lambert Yasasına İlişkin Gösterim.....	21
Şekil 3.5	Pencereden Giren Işık.....	23
Şekil 3.6	Işık Akısına ilişkin Örnek Çalışma Üçgeni.....	23
Şekil 4.1	Starter.....	40
Şekil 4.2	Dağılım Eğrisi Dar Olan Aydınlatma Aygıtı.....	43
Şekil 4.3	Işık Dağılım Eğrisi Orta Dar Olan Aydınlatma Aygıtı.....	44
Şekil 4.4	Işık Dağılım Eğrisi Geniş Olan Aydınlatma Aygıtı.....	44
Şekil 4.5	Işık Dağılım Eğrisi Orta Geniş Olan Aydınlatma Aygıtı.....	45
Şekil 4.6	Işık Dağılım Eğrisi Geniş Olan Flüoresan Lamba Armatürü.....	45
Şekil 6.1	Şehir Gök Kızarıklığı Örneği.....	81
Şekil 6.2	Işık Taşması Örneği.....	82
Şekil 6.3	Görsel Keşmekeş Örneği.....	82
Şekil 6.4	Kamaşma Örneği.....	83
Şekil 6.5	9 Şubat 1997 de Türkiye’de Yerleşim Yerlerinde Gece Parlaklık Dağılımı.....	85
Şekil 6.6	2001 Yılında Türkiye için Deniz Seviyesinde Yapay Gece Gökyüzü Parlaklığı.....	85
Şekil 6.7	Farklı Aydınlatma Aygıtları ile Yanlış ve Doğru Aydınlatma Şekilleri.....	87
Şekil 6.8	Direk Aydınlatmasının Işık Kirliliğine Etkileri.....	88
Şekil 7.1	Sektörlere Göre Global Aydınlatma Elektrik Üretimi.....	95
Şekil 7.2	Global Sektörel Elektrik Kullanımında Aydınlatmanın Payı.....	95
Şekil 8.1	Kodak EasyShare CX6230 Dijital Fotoğraf Makinesi.....	118
Şekil 8.2	Lutron LX-103 Lüksmetre.....	119

Şekil 8.3	Adapazarı'nda Yol Aydınlatması Örneği – Donatım Fabrikası Karşısı.....	120
Şekil 8.4	Bulvar Aydınlatması Örneği – Atatürk Bulvarı.....	121
Şekil 8.5	Meydan Aydınlatması Örneği – Gümrük Önü Meydanı.....	121
Şekil 8.6	Yaya Alanı Aydınlatma Örneği - Çark Caddesi.....	122
Şekil 8.7	Yaya Alanı Aydınlatma Örneği - B.Ş. Belediye Başkanlığı Önü...	123
Şekil 8.8	Yaya Alanı Aydınlatma Örneği – SAÜ Mediko Sosyal Kavşağı...	123
Şekil 8.9	Yaya Alanı Aydınlatma Örneği – SAÜ Kütüphane Karşısı.....	124
Şekil 8.10	Bina Aydınlatması Örneği – SAÜ Kampüs Otel.....	125
Şekil 8.11	Bina Aydınlatması Örneği – SAÜ SAÜSEM.....	125
Şekil 8.12	Tabela Aydınlatması Örneği – Çark Caddesi.....	126
Şekil 8.13	Tabela Aydınlatması Örneği – Atatürk Bulvarı.....	126
Şekil 8.14	Tabela Aydınlatması Örneği – Çark Mesire Yeri.....	126
Şekil 8.15	Tabela Aydınlatması Örneği – SAÜ Girişi.....	127
Şekil 8.16	Estetik Aydınlatma Örneği – Otobüs Terminali Karşısı	127
Şekil 8.17	Estetik Aydınlatma Örneği – Donatım Fabrikası Karşısı.....	128
Şekil 8.18	Estetik Aydınlatma Örneği – Serdivan Anadolu Lisesi Kavşağı....	128
Şekil 8.19	Işık Kirliliği Örneği – Atatürk Bulvarı.....	129
Şekil 8.20	Işık Kirliliği Örneği – Çark Caddesi Köşesindeki Projektörlerin Atatürk Bulvarında Sebep Olduğu Kirlilik ve Kamaşma	129
Şekil 8.21	Işık Kirliliği Örneği – Atatürk Bulvarındaki Projektörlerin Orhan Camii Mevkiinde Sebep Olduğu Kirlilik ve Kamaşma.....	130
Şekil 8.22	Işık Kirliliği Örneği – Migros Karşısında Işık Tecavüzü.....	130
Şekil 8.23	Işık Kirliliği Örneği – Şerefiye Camii 1.....	131
Şekil 8.24	Işık Kirliliği Örneği – Şerefiye Camii 2.....	131
Şekil 8.25	Işık Kirliliği Örneği – Şerefiye Camii Karşısı Apartmanlar.....	132
Şekil 8.26	Işık Kirliliği Örneği – Atatürk Bulvarı Defterdarlık Binası.....	132
Şekil 8.27	Işık Kirliliği Örneği – Harmanlık Camii.....	132
Şekil 8.28	Işık Kirliliği Örneği – SAÜ Mediko Sosyal Binası.....	133
Şekil 8.29	Işık Kirliliği Örneği – SAÜ Müh. Fak. Derslikleri.....	133
Şekil 8.30	Işık Kirliliği Örneği – Serdivan Belediye Binası Karşısı, Konutlar.	133
Şekil 8.31	Işık Kirliliği Örneği – Serdivan Mobilyacılar Sitesi.....	134
Şekil 8.32	Sokak Aydınlatması Örneği – PTT Sokağı.....	135

Şekil 8.33	Yol Aydınlatması Örneği – SAÜ İ.İ.B.F. Kavşağı.....	136
Şekil 8.34	Yol ve Yaya Alanı Aydınlatması Örneği – Serdivan.....	138
Şekil 8.35	Yaya Alanı Aydınlatması Örneği – Çark Caddesi (Şerefiye).....	139
Şekil 8.36	Yaya Alanı Aydınlatması Örneği – Çark Caddesi.....	139
Şekil 8.37	Beşköprü ve Arifiye Mevkiindeki Işık Kirliliği.....	141
Şekil 8.38	SAÜ Esentepe Kampüsü Garanti Bankası ATM’si.....	141



TABLolar LİSTESİ

Tablo 1.1	Farklı Aydınlatma Şekillerinin Işık Yayılma Oranları.....	7
Tablo 3.1	Bazı Işık Kaynaklarının Yayıdığı Işık Akısı Miktarları.....	14
Tablo 3.2	Aydınlık Düzeylerine İlişkin Örnek Değerler.....	15
Tablo 3.3	Aydınlığa Olan İsteğe Göre δ_1 'in Değeri.....	26
Tablo 3.4	Renk Sıcaklığı ile Işık Rengi Arasındaki Bağını.....	28
Tablo 3.5	Aydınlık Düzeyine Bağlı Olarak Lambanın Renginin Aydınlatmaya Etkisi.....	29
Tablo 3.6	Işık Kaynaklarının Renk Ayırt Ettirebilme Grubu ve Işık Rengine Göre Kullanıldıkları Yerler.....	30
Tablo 4.1	Alçak Basıncılı Sodyum Buharlı Lambaların Karakteristik Değerleri.....	35
Tablo 4.2	Farklı Tiplerdeki Işık Kaynaklarının Çalışma Karakteristikleri.....	36
Tablo 4.3	10 Metreden Alçak Direk Yüksekliklerinde Kamaşma Sınırlaması	46
Tablo 4.4	Glop Armatür Tipinin Karakteristikleri.....	47
Tablo 5.1	ABD'de Kamusal Aydınlatmanın Geliştirilmesinden Sonraki Suç Oranları.....	53
Tablo 5.2	Farklı Yol Tipleri için Aydınlatma Sınıfları.....	56
Tablo 5.3	Değişik Aydınlatma Sınıfları İçin Uygulanacak Yol Aydınlatması Kriterleri.....	57
Tablo 5.4	Yaya Alanlarındaki Değişik Yol Tipleri için Aydınlatma Sınıfları ve Aydınlik Düzeyi Değerleri.....	58
Tablo 5.5	Caddeler için Aydınlatma Gereksinimleri.....	62
Tablo 5.6	Ara Yollarda Yayılar için Aydınlatma Gereksinimleri.....	63
Tablo 5.7	Kaldırımlarda Aydınlatma Gereksinimleri.....	63
Tablo 5.8	Özelleşmiş Mesken Mahaller için Aydınlatma Gereksinimleri.....	65
Tablo 5.9	Endüstriyel Alanlar için Aydınlatma Gereksinimleri.....	66

Tablo 5.10	Tabelalar için Aydınlatma Gereksinimleri.....	71
Tablo 5.11	Yaya Yolları ve Patikaları için Aydınlatma Gereksinimleri.....	73
Tablo 5.12	Yaya Geçitleri için Aydınlatma Gereksinimleri.....	73
Tablo 5.13	Yaya Merdiven ve Rampaları için Aydınlatma Gereksinimleri.....	74
Tablo 5.14	Bisiklet Yolları için Aydınlatma Gereksinimleri.....	76
Tablo 5.15	Yaya ve Bisiklet Köprüleri için Aydınlatma Gereksinimleri.....	77
Tablo 5.16	Yaya ve Bisiklet Alt Geçitleri için Aydınlatma Gereksinimleri.....	78
Tablo 6.1	9 Şubat 1997 de DMSP Tarafından Algılanan Enerji ve Bundan Hesaplanan Işık Enerjisi Kaybı.....	84
Tablo 6.2	Farklı Lamba Tiplerinin Karşılaştırılması.....	92
Tablo 7.1	Türkiye’de Elektrik Enerjisi Tüketiminin Sektörlere Göre Dağılımı.....	94
Tablo 7.2	Farklı Lamba Türlerine İlişkin Verim ve Ömür Değerleri.....	101
Tablo 7.3	Bazı Maddelerin Yansıtma Çarpanları.....	104
Tablo 7.4	Lambaların Yarı Söndükten Sonra Geri Kalanların Işık Verimliliği.....	108
Tablo 7.5	Üç Yıl Sonunda Armatür Geriveriminde Azalma.....	109
Tablo 7.6	Üç Yıl Sonunda Yüzey Geriveriminde Azalma.....	110
Tablo 8.1	PTT Sokağı Aydınlatma Düzeyi Değerleri.....	135
Tablo 8.2	SAÜ İ.İ.B.F. Kavşağında Aydınlatma Düzeyi Değerleri.....	137

ÖZET

Anahtar Kelimeler : Aydınlatma, Aydınlatma Tekniği, Aydınlatma Prensipleri, Fotometrik Yasalar, Şehir Aydınlatmacılığı, Işık Kirliliği, Enerji İsrافی, Enerji Verimli Aydınlatma, Uluslararası Standartlar

Aydınlatma, kısa tanımı ile “Nesnelerin ve çevrenin gereği gibi görülebilmesini sağlamak amacı ile ışık uygulamak”tır. Aydınlatma Tekniği ise bu ışığın nerede, nasıl ve ne miktarda kullanılması gerektiğini tayin eden bilim dalıdır. Aydınlatma uygulanacak tüm mekan veya yerlerde verilen bu iki tanım ışığında hareket etmek gerekir.

“Aydınlatma” bir mekan süsleme yöntemi ya da karanlıktan bir şekilde kurtulma aracı değildir. Aydınlatma amacı “insan” olan teknik bir uygulamadır. Bir yandan görsel algılamamanın en iyi koşullarda gerçekleşmesini amaçlarken, öte yandan bunun, ilk yapım giderleri ve kullanım harcamaları bakımından en ekonomik bir çözümle elde edilmesini, insan doğasına uygunluğunu, sonucun estetik değerler ve mimariye uyum bakımından da doyurucu olmasını sağlamaya çalışır.

Bu bilgilerin rehberliğinde hayata geçirilmiş olan bu çalışmada, aydınlatmanın amacı olan insanın yaşam alanı olan şehirlerin aydınlatılması ve bu konuyla ilgili sorunlar irdelenmiştir.

Çalışmanın birinci bölümünde aydınlatma ve aydınlatma tekniği kavramları tanıtılmış, ülkemizde Aydınlatma konusunda yapılmış olan çalışmalar hakkında bilgiler verilmiştir. Aydınlatma tasarımında uyulması gereken temel prensiplerden ise ikinci bölümde söz edilmiştir.

Üçüncü bölümde aydınlatma ile ilgili temel kavram, birim ve yasalar tanıtılmıştır. Aydınlatma uygulamalarının temel elemanları olan ışık kaynakları ve armatürler dördüncü bölümde tanıtılmıştır.

Tamamıyla uluslararası standartlar ve yönetmelikler göz önünde bulundurularak hazırlanan beşinci bölümde, Şehir Aydınlatmacılığının nasıl yapılması gerektiği anlatılmaya çalışılmıştır.

Özellikle hatalı Şehir Aydınlatması uygulamalarının istenmeyen ürünleri olan ışık kirliliği ve verimsiz enerji kullanımına dair sorunlar ve bunlara ilişkin çözüm önerileri altıncı ve yedinci bölümlerde sunulmuştur.

Son olarak sekizinci bölümde Adapazarı çapındaki aydınlatma uygulamaları incelenmiş ve sorunlar göz önüne serilmiştir. Son bölümde ise değerlendirmeler sonuçlandırılmış ve bundan sonraki çalışmalara yön vermesi umuduyla çeşitli önerilerde bulunulmuştur.



CITY ILLUMINATION, LIGHT POLLUTION and ENERGY EFFICIENT ILLUMINATION

SUMMARY

Key Words : Illumination, Illumination Technique, Principles of Illumination, Fotometric Laws, City Illumination, Light Pollution, Energy Waste, Energy Efficient Illumination, International Standarts

Illumination can be defined by a brief description as “Application of light that provide to see objects and environment as they are needed” . And Illumination Technique is the science branch assigns the usage of this light where, how and when. It is necessary to relize these two description wherever an illumination is applied.

“Illumination” is neither a method of decoration nor a way of removing the darkness. Illumination is a technical application and “humanbeing” is its intention. While trying to realize the best visual perception, Illumination tries to gather an economic solution, adaptation to the human nature and adaptation to aesthetic values and the architectural harmony.

In this thesis study, prepared in guidance of the information above, City Illumination and its problems are examined.

In chapter one, concepts of illumination and illumination tecnique are introduced, some important information about the studies (professions) on illumination in our country are explained. The basic principles of illumination are given in chapter two.

In the third chapter the main concepts, units and laws of illumination are introduced. Detailed and important informations about light sources and the luminaries are given in chapter four.

In chapter five, which prepared completely by taking international standarts and national regulations into account, the ways of City Illumination Applications are suggested.

Especially as unwilling results of City Illumination, the problems about light pollution and inefficient energy usage, and rehabilitation suggestions are presented in chapter six and chapter seven consecutively.

Finally in chapter eight applications around Adapazarı are examined and the significant problems consecutively given. In chapter eight evaluations are brought to a conclusion and with the expectation of being a guide for the future studies a couple of suggestions are made.

With the hope of a useful one for the future studies, scientists and our country...



BÖLÜM 1. GİRİŞ

1.1 Aydınlatma ve Aydınlatma Tekniği Kavramları

Aydınlatma, kısa tanımı ile, “**nesnelerin ve çevrenin gereği gibi görülebilmesini sağlamak amacı ile ışık uygulamak**”tır [24]. Yani, Uluslararası Aydınlatma Komisyonunca da benimsenmiş olan bu tanıma göre, aydınlatma, ışıklı reklamlar gibi nesnelere ışıklı kılmak değil, bu nesnelere ve çevrelere ışık yollayarak görünmelerini sağlamaktır. Dış görüntülerine özen gösterilmiş bir takım ışıklı nesnelere sağa sola yerleştirip iç ve dış mekanları süslemeye, ya da herhangi bir yere bir lamba asıp, **karanlığı yok etmeye çalışmanın**, “aydınlatma” kavramı ile hemen hemen hiç bir ilgisi yoktur. Özellikle iç mekanlarda, karanlıktan korkmuşçasına bilinçsiz ve telaşlı bir davranışla rasgele bir yere, - ve genellikle tavanın ortasına - rasgele bir lamba asmak, bugün için ne denli anlamsızsa, aydınlatma adı altında bir tür “ışıklı dekorasyon” a yönelmek de o derece amaçtan uzak bir davranıştır.

Aydınlatma tekniği konusuna gelinecek olursa, bu da mağazalar ve vitrinler dolusu lamba, ve hiç bir özelliği belli olmayan ışıklıklar (armatürler) üretmek demek değildir. Tıpkı, hekimliğin, içinde prospektüsü bile bulunmayan yığınla ilaç üretip raflara dizmek ve kullanıcının da bunları kendi beğenisine ve eş dostun önerilerine göre alıp kullanmasına sunmak demek olmadığı gibi.

Aydınlatma, nesnenin ve çevrenin en iyi bir biçimde algılanmasını sağlamak amacı ile yapılır. Görülmesi gereken, yani belli bir mekanda, belli bir zamanda, belli koşullarda ve belli bir amaç için görsel algılama konusunu oluşturan olgu, bir yemek sofrası ve çevresindeki insanlar, bir öğretmen ve yazı tahtası, bir konferansçı, bir iç mekanın bütünü, bir sahne, bir vitrindeki nesnelere, bir sergideki tablolar, bir çalışma tezgahının üstü, bir dışı koltuğundaki kişinin ağzının içi vb., ya da bir havuz, bir

yapının dış yüzü, bir anıt, bir bahçe vb. gibi çok değişik türden olabilir. Bunları oluşturan nesnelere, parlak ya da mat yüzeyli; renkleri, dokuları, ya da biçimleri bakımından, az ya da çok önemli; çok ufak ya da iri; hareketli ya da hareketsiz olabilirler. İnsanlar bu nesnelere bulunduğu mekan içinde, ya da bunun dışında olabilirler. Tüm bu etkenler, bunların en iyi bir biçimde görünmesi için oluşturulacak aydınlığın niceliğini ve özellikle de niteliğini büyük oranda etkiler. Aydınlatma tekniği, işte bütün bu değişkenleri dikkate alarak, aydınlatmanın nasıl yapılması gerektiğini belirleyen tekniktir.

Aydınlatma tekniği böylece, bir yandan görsel algılamının en iyi koşullarda gerçekleşmesini sağlarken, öte yandan, bunun, ilk yapım giderleri ve kullanma harcamaları bakımından en ekonomik bir çözümlerle elde edilmesini, insan doğasına uygunluğunu, ve sonucun estetik değerler ve mimariye uyum bakımından da doyurucu olmasını sağlar.

Yukarıdaki kısa açıklamadan anlaşılacağı gibi, aydınlatma tekniği, insan gözünün ışık ve renk görme özelliklerinden, ışık kaynaklarının, lambaların ve ışıklıkların türlü özelliklerine; yüzeylerin ve gereçlerin ışık yansıtma ve geçirme özelliklerinden, estetik ve mimari kavramlara; türlü ölçme tekniklerinden, oldukça karmaşık hesap biçimlerine uzanan, çok geniş bir alana yayılmış bilimsel verilerden ve bilgilerden yararlanır. Bu nedenle bir aydınlatma uzmanı da ancak, ilgili bir yüksek öğrenim üzerine bindirilmiş önemli ve yoğun bir uzmanlaşma çalışması ile yetişebilir.

Biraz da bu tekniğin uygulanmasının ne bakımdan ve ne derece önemli olabileceği üzerinde durmak gerekir.

Tekniğine uygun bir aydınlatmanın, okullarda başarıyı, üretim merkezlerinde ve iş yerlerinde verimi artıracacağı; iş ve trafik kazalarını, kusurlu üretim ve yanlış tanılamaları azaltacağı; gereksiz yorgunlukları, baş, göz ağrılarını, sinirlilikleri ortadan kaldıracacağı ve genelde yaşantıyı daha hoş daha verimli ve daha sağlıklı kılacağı gibi temel gerçekler günümüzde, ileri ülkelerde çoktan anlaşılmuş ve gereği yapılırmıştır [5][7][8][24][28].

Burada, konu, üretim ve başarı oranlarının yükselmesi, türlü kayıpların azalması gibi, genel ekonomiyi etkileyen konular bir yana bırakılıp, doğrudan doğruya aydınlatma amacı ile kullanılan enerjinin azaltılması bakımından incelense bile, aydınlatma tekniğinin geniş bir biçimde uygulanması ile, aydınlatma giderlerinin çok büyük oranda azalacağı kolaylıkla gösterilebilir. Türkiye'miz gibi kalkınmakta olan bir ülke için, bunun önemini tartışmaya gerek yoktur.

1.2 Ülkemizde Aydınlatma Konusundaki Çalışmalar

Yukarıda anlatılanlara eklenebilecek bir başka ve ilginç yaklaşım da, ülkemizde aydınlatma konusunun ne derece ciddiye alındığı, yani, bu konuya ne derece bilimsel ve teknik bir konu gözü ile bakıldığıdır. Bu bir kaç örnekle açıklanabilir: Dağılan Rusya ve Yugoslavya cumhuriyetleri de dahil olmak üzere tüm Avrupa ülkelerinde ve Avrupa dışındaki ülkelerin büyük bir çoğunluğunda kurulmuş olan "Ulusal Aydınlatma Komiteleri" nin bir emsali olan "Aydınlatma Türk Milli Komitesi (ATMK)" ülkemizde ancak 1995 yılında İ.T.Ü. ve Yıldız T.Ü. öğretim üyelerinin büyük fedakarlıkları ve yoğun çalışmaları sonucunda kurulabilmiştir. O zamana değin ülke çapında Aydınlatma Tekniğine bilimsel manada en büyük hizmeti "Aydınlatma Tekniği" ve "Yol Aydınlatması" kitaplarıyla tanıdığımız Prof. Dr. Muzaffer ÖZKAYA ve "Yapı Fiziği Enstitüsü" kurucusu Prof. Dr. Şazi ŞİREL vermiştir. Tüm ileri ülkelerde aydınlatma konusunda, aydınlatma uzmanlığı ile ilgili kuruluşlarca yayınlanan çok sayıda bilimsel ve teknik dergi varken ve bu dergilerin yayını 30 yıl öncelere uzanırken, ülkemizde aydınlatma konusunda daha çok aydınlatma sektörüne reklam verme amaçlı tek bir dergi dışında bilimsel amaçlı herhangi bir dergi yayınlanmamaktadır. ATMK üyelerinin yoğun çalışmaları sonucu dört yılda bir yapılan "Uluslararası Aydınlatma Komitesi (CIE)"nin 2001 yılı uluslararası geniş katılımlı sempozyumu, iki yılda bir yapılan "Balkan Ülkeleri Aydınlatma Kongresi" (2002) Türkiye'de düzenlenmiştir. Ulusal Aydınlatma Kongresi geleneksel hale getirilerek Aydınlatma alanında çalışan bilim adamlarının entegrasyonu sağlanmıştır. Ayrıca sponsor desteğiyle her yıl ulusal Aydınlatma fuarları yapılmaya başlanmıştır. Buna rağmen başta Belediyeler olmak üzere bir çok resmi kuruluş ve çoğu iş çevresi aydınlatma hesap, etüt ve projesi gibi bir çalışma

konusuna hala ilgisizdir. Ücret tarifelerinde bugüne değin aydınlatma tarifesi uygulanmamaktadır [24].

Yukarıdaki örnekler, aynı ağırlıkta ve önemde olmak üzere, dört beş katına çıkabilir. Ülkemizin bu konuya sırtını dönmüş olmasının ilginç bir belirtisi de, bu konuda uluslararası gelişmeler ve birikimlerden kopuk bir biçimde, bir takım çarpık kavramlar ve anlamsız terimler üretilmesidir. Örneğin çoğu yazılı metinde yer almış olan “dekoratif aydınlatma” terimi Uluslararası Aydınlatma Sözlüğü’nde (EK D) yer almamaktadır. O sözlük ki, Fransızca, İngilizce, Almanca ve Rusça eşanlamlı tanımları ve en geçerli dokuz dilde, Ulusal Komitelerce onaylanmış karşılıkları bulunan, tam 750 aydınlatma terimi içeren, ve yarım yüzyıllık bir çalışmanın ürünü olan, 365 sayfalık bir yapıttır [25]. İşte bu sözlükte, aydınlatma türleri, aydınlatma biçimleri ile ilgili 19 terim arasında bizim “dekoratif aydınlatma” terimimiz bulunmadığı gibi, tüm sözlükte bu terimin anlatması gereken kavrama yakın bir kavrama da rastlanmamaktadır. Bu sözlüğün İngilizce – Türkçe olarak düzenlenmiş hali Ekler arasında verilmiştir.

1.3 Aydınlatmanın Yararları

Günümüzde yukarıda da anlatıldığı gibi gerek bireylerin özel isteklerine cevap vermek gerekse olağan ve olağan dışı hallerde oluşabilecek farklı sorunları çözmek amacı ile iyi bir aydınlatma ihtiyaçtan çok bir zorunluluk halini almıştır.

İyi bir aydınlatma ile özetle aşağıdaki yararlar sağlanır. [5][6][7][8][17][19][20][24]

- a. **Ekonomik Potansiyel Artar** : Endüstri kuruluşlarında gece vardiyalarında iş veriminin gündüz elde edilenle aynı olması için iyi bir aydınlatma gereklidir. Ayrıca eğitim ve öğretimde de gece çalışmalarının verimi ve teşviki için iyi bir aydınlatmanın etkisi göz ardı edilemeyecek derecededir.
- b. **İş Verimi Artar** : İyi görme koşullarını sağlayan iyi bir aydınlatma ile, gözün gereksiz yere yorulması ve dolayısıyla görme hızı ve görüş keskinliğinin arttırılması ile yapılan işin hızı da arttırılmış olunur. Hata oranı

azalır ve sonuç olarak da iş verimi yükselir. Yapılan bir araştırmada endüstriyel tesislerde aydınlık düzeyinin 200 lüks'ten 300 lüks'e çıkartılması halinde iş veriminin %1,6, 500lüks'e çıkartılması halinde ise %3,1 oranında bir artış gösterdiği tespit edilmiştir.

- c. **Gözün Görme Yeteneği Artar** : Gözün görme yeteneği denince kontrast (aydınlık - karanlık farkı) duyarlılığı, şekil duyarlılığı (keskinlik) ve görme hızı anlaşılır. Bunların arttırılabilmesi iyi bir aydınlatmaya bağlıdır.
- d. **Göz Sağlığı Korunur** : Gözün iyi aydınlatılmamış bir ortam nedeni ile yorulması ve rahatsız olması göz sağlığına olumsuz yönde etki yapar. Gözün yapısı, işleyişi, özellikleri ve fizyolojik – optik esaslar göz önüne alınarak yapılacak iyi bir aydınlatma göz sağlığını korumanın yanı sıra psikolojik olarak da olumlu yönde bir etki yapar.
- e. **Kazalar Azalır** : Gerek fabrikalar ve sanayi tesislerinde gerekse trafiği yoğun olan yollarda kazaları oluşturabilecek etkenler iyi bir aydınlatma ile zamanında ve tüm açıklığıyla fark edileceği için kazalardan sakınılabılır. Uluslararası Aydınlatma Komisyonu CIE'nin ilgili yayınında yol aydınlatmasının trafik kazalarına etkisi açıkça ortaya konmuştur. Bunu dünyanın sayılı metropollerinden New York ve Paris şehirlerinden vereceğimiz iki örnekle açıklarsak; New York şehrinin kuzey bölümünün iki farklı bölgesinin farklı kesimlerinde yapılan aydınlatmadan sonra gece kazaları %36,4 oranında azalmıştır; bu azalma trafiğin artmasına rağmen gözlenmiştir. İkinci örnekte ise Fransa'da Paris - Versailles yolu aydınlatıldıktan sonra yıllık kazaların sayısı 8'den 2'ye düşmüştür. Ölümle sonuçlanan kazalar ise sona ermiştir.
- f. **Güvenlik Sağlanır** : İyi bir aydınlatmanın en önemli yararlarından biri de güvenliğin sağlanmasına olan katkısıdır. Meşru olmayan davranışlar genellikle karanlık veya iyi aydınlatılmamış ortamlarda gerçekleşir. Şehir içi sokaklarında ve şehir dışı yollarındaki aydınlatma, gece saldırılarına karşı

etkili bir önlem oluşturur. Hırsızlık ve gasp amaçlı eylemde bulunanlar aydınlıktan ürkerler.

- g. Yaşam Konforu Arttırılır :** Günümüzde, belirli bir yaşam standardının üstünde estetik duygular cevaplandırılması gerekli hayati ihtiyaçlar halindedir. Bu psikolojik ihtiyaçlardan başka görme konforu ile ilgili fizyolojik ihtiyaçlarda iyi bir aydınlatma ile karşılanarak insanlara huzur ve ferahlık sağlanır.


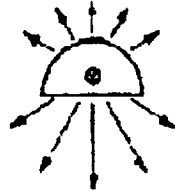
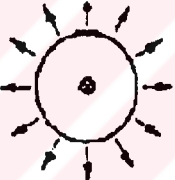
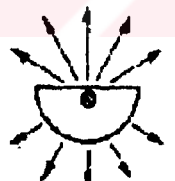

Yukarıda sayılan yararları sağlayan iyi bir aydınlatma daima ekonomiktir. Çünkü sağlanan her bir yarar ülke ve kişilerin ekonomilerine kendi yönünden olumlu katkılar yapacağı gibi elektrik enerjisinden de büyük tasarruf sağlanır. İlerleyen bölümlerde bu ekonomikliğin nasıl sağlanacağına dair bilgiler verilmiştir.

1.4 Aydınlatma Şekilleri

Aydınlatma tasarımında kullanılan aydınlatma araçları farklı tiplerde ve farklı özelliklerde olabilir. Farklı şekilde aydınlatma yapan bu araçlar, ışık yayılışlarına göre farklı oranlarda verimlilik ve aydınlatma düzeyi sağlarlar. Tablo 1.1'de farklı aydınlatma şekillerinde ışığın hangi oranda, hangi doğrultuya yayıldığı görülebilir.

[1]

Tablo 1.1 Farklı Aydınlatma Şekillerinin Işık Yayılma Oranları

AYDINLATMA ŞEKLİ	AYDINLATMA ARACI TİPİ	IŞIĞIN YAYILIŞI	
		YUKARI	AŞAĞI
Direkt (Dolaysız)		% 0 - 10	% 90 - 100
Yarı Direkt (Yarı Dolaysız)		% 10 - 40	% 90 - 60
Dağınık (Yayınık) (Karma) (Homojen)		% 40 - 60	% 60 - 40
Yarı Endirekt (Yarı Dolaylı)		% 60 - 90	% 40 - 10
Endirekt (Dolaylı)		% 90 - 100	% 10 - 0

BÖLÜM 2. AYDINLATMA TASARIMINDA TEMEL PRENSİPLER

Bir aydınlatma tasarlanırken öncelikle, mimari - ya da kentsel - özelliklerin incelenmesi gerekir. Bu inceleme aydınlatılacak konunun, biçimsel ve işlevsel özelliklerinden yapımsal özelliklerine kadar, geniş bir alanı kapsamalıdır. Oluşturulacak aydınlık, bir yandan mimari karakter ve kullanışa uyarken, bu aydınlığı sağlayacak ışık kaynakları da olabildiğince, mimari ile bütünleşmeli, biçim, gereç, renk ve konum bakımından mimariye - ya da şehirciliğe - uyum sağlamalıdır. Bir kaç satırda özetlenmeye çalışılan bu uyum konusu, yapılacak tasarımı yönlendirecek ve biçimlendirecek olan temel verileri oluşturacak olması bakımından çok önemlidir ve bu çalışma yapılmadan, kesinlikle daha ileri aşamalara geçilmemelidir. [24] [28]

2.1 Temel Prensipler

- 1. Belli nesnelere ve/veya alanları aydınlatacak olan ışık, buralara yönlendirilmeli ve kesinlikle göze gelmemelidir. Gözün ışık kaynağını görmesi, hem rahatsız edici ve yorucudur, hem de oluşturulan aydınlıktan yararlanmayı azaltır. Yani, 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 nedeni ile 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 ve 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 tezgahın üstü, bir konuşmacının yüzü, bir yazı tahtası, yakın çevreye oranla daha karanlık olmamalıdır.

NOT: Aydınlık ve karanlık, alışılmış ve kolay anlaşılır kavramlar olmalarına karşın, daha doğru bir anlatım için çoğu kez **İŞIKLILIK**'tan söz etmek gerekmektedir. Bunun nedeni, görünen tek büyüklüğün **İŞIKLILIK** (lüminans) olmasıdır. Kendinden ışıklı olmayan yüzeyler için, ışıklılık, o yüzeyin yansıtma çarpanı ile, yüzey üzerindeki aydınlık düzeyinin çarpımı gibidir. Örneğin, açık renkli bir yüzey ile koyu renkli bir yüzeyin aynı ışıklılıkta görünmeleri için, koyu renkli yüzey, belli bir oranda daha fazla aydınlatılmalıdır. Bu oran her iki yüzeyin yansıtma çarpanlarının oranıdır.

6. Bakılan alan ile çevre alanlar arasındaki ışıklılık oranları yorucu karşıtlıklar (kontrastlar) oluşturmamalıdır. Değişik alanların tanımları ve aşılması gereken karşıtlık oranları, aydınlatma tekniği literatüründe verilmiştir.
7. **Büyük karşıtlıklar**, küçük karşıtlıkların görülebilmesini engeller. Bu kural renk konusu için de geçerlidir. Daha önce sözkonusu olmuş olan, ışığın göze gelmemesi, yani gözün ışık kaynağını görmemesi kuralı bu yolla da açıklanabilir. 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.
9. Mat nesnelere aydınlatılmasında elde edilecek sonuç, bu nesnelere üzerinde oluşturulacak aydınlığa, dolayısı ile, bunların ışıklılığına bağlıdır. Parlak nesnelere üzerinde oluşturulacak aydınlık miktarı ise, bunların kendi görünürlüklerinde pek etkili olmaz; yansıtıkları yüzeylerin aydınlatılması ve gerekli ışıklılığa 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 açıklanmıştır.
11. Parlak nesnelere yansıtıkları yüzeylerde büyük ışıklılık karşıtlıkları varsa, bu nesnelere iyice **parlak görünür**. Bu nesnelere yansıtıkları 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 da daha parlak ya da aksine mat görünmesini gerektiren durumlar vardır. Aydınlatmada çevre düzeni buna göre kurulmalıdır.
12. Parlak nesnelere **biçimlerinin** algılanması, bunlar üzerinde çizgisel görüntülerin oluşmasına bağlıdır. Aynı zamanda parlaklığın da 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,

maddesel renklerde çok büyük renk türü değişiklerine neden olabilir. Çeşitli mekanlarda değişik ışık renklerinde oluşan ışıksal iklimler de birbirinden çok farklı ve yerine göre çok iyi ya da çok kötü olabilir.

14. Dış aydınlatmada, kale, sur, şato gibi eski yapıların ve bunların kalıntılarının sıcak renkli ışıklar ve özellikle yüksek basınçlı sodyum buharı lambasının 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 etüd ile işe başlanmalıdır.

15. Yapı dış yüzeyleri aydınlatılırken, anlamsız bir görüntü oluşturacak olan **düzgün yayılmış** aydınlıktan kaçınılmalıdır. Yapı yüzeyi etüd edilerek, burdaki devingenliği vurgulayacak ve mimari anlatımı belirginleştirebilecek yeterli **ışıklılık ayrımları** yaratılmalıdır.

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

17. Şehir 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 etüd edilmesi gerekir. Bu durumda bile ışık rengi sayısı ikiyi aşmamalıdır. Daha iyi bir çözüm, vurgulamanın aynı rengin daha doymuşu ile yapılmasıdır.

18. Bitkilerin ve suların aydınlatılması mutlaka **soğuk renkli ışıkla** yapılmalıdır. Sular (havuzlar, göletler vb.) 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 ve yer yer yapılmalı ve aydınlatılmamış ağaç grupları bırakılmalıdır. Işık kaynağını yükseğe koyup ağaçların gövdesi karanlıkta bırakılarak ağaçlar yerden koparılmamalıdır. Işığın göze gelmemesi başka önlemler ile sağlanmalıdır.

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

İç mekanlarda ışıklı nesnelere, yani içten aydınlatılmış vazo ve benzeri süs eşyası ile, dış mekandaki ışıklı reklam, tabela ve benzerleri, aydınlatma elemanı gibi düşünülemez. Çünkü, bunların oluşturulmasındaki amaç, çevrenin aydınlatılması değil kendilerinin, çevreye oranla daha ışıklı görünmeleri ve çoğu kez, dikkat çekmeleridir. Yani ortada bir aydınlatma olayı yoktur. Bunlar görme alanı içinde kalan ve bakılan nesnelere dir.

Bu durumda, ışık kaynağı niteliği kazanan bu nesnelere den çıkan ışığın, bir numaralı kuralın tam aksine, göze gelmesi, yani gözün o nesneyi görmesi gerekir. Burada bilinmesi gereken, bu gibi nesnelere nin ışıklılığının göz kamaşmasına ve çevrenin rahatça görülememesine neden olabileceğidir. Bu nedenle iç mekandere, genellikle normal görüş alanı içinde bulunan bu gibi ışıklı süs elemanlarının aynı zamanda aydınlatma amacı ile de kullanılmaları, çözümsüz ışıklılık problemleri oluşturur.

Yukarıdaki yirmi temel prensibin, belli aydınlatma yanlışlarının azaltılmasında yararlı olacağı kesindir. Bu prensipler, belli konular için bir uyarı niteliği de taşıyabilir. Ancak, gerçek anlamda bir aydınlatma tasarımının, bu prensiplere nin kapsamını teknik, estetik, ekonomik ve pratik bakımdan çok aşan çalışmalar ile yapılabileceğinin de bilinmesi gerekir. Bu çalışmanın içeriği ve hedefi doğrultusunda incelenecek olan aydınlatma türü “Dış Aydınlatma” veya “Kent İçi (Şehir)

Aydınlatması”dır. Bu nedenle Aydınlatma Tasarımı Prensipleri içerisinde bir alt başlık olarak “Dış Aydınlatma Temel Prensiplerini” incelemekte fayda vardır.

2.2 Dış Aydınlatmada Temel Prensipler

Aydınlatmadan maksimum ölçüde yararlanılabilmesi ve yaşanan ortamda gerekli güvenliğin temini ön planda tutularak gereken enerji tasarrufunun sağlanabilmesi ve ışık kirliliğinin önlenmesi için tasarımdan kullanıma kadar tüm safhalarda uyulması gereken temel prensipler [11][24] aşağıda sıralanmıştır;

- a. İlgili standartlar ve Uluslararası Aydınlatma Komisyonu’nun yayınları da takip edilerek aydınlatılacak yere ve amaca uygun optimum çözümün elde edilebileceği aydınlatma kriterlerinin belirlenmesi,
- b. Fotometrik ve teknik özellikleri bilinen armatürler ile gerekli tasarım hesaplarının yapılması, sadece aydınlatılacak alana ışık gönderen armatür tip ve sayılarının saptanması,
- c. Aydınlık şiddeti algılayıcı ve/veya zaman kontrollü tesisat ile aydınlatmanın gerek duyulan zamanlarda gerektiği ölçüde yapılmasının sağlanması.

Yukarıdaki yirmi temel prensip ışığında, dış aydınlatma ile ilgili sözü edilen bu üç prensibe gösterilecek uyum, enerji israfını minimum düzeye indirmeye yardımcı olacak, Dünyamızın doğal kaynaklarının tüketimi en aza indirecek ve ülke ekonomilerine önemli katkıda bulunacaktır.

BÖLÜM 3. AYDINLATMAYLA İLGİLİ TEMEL KAVRAMLAR

3.1 Aydınlatma Tekniğinin Temel Kavramları

Aydınlatma Tekniğinde; ışığa ve aydınlatmaya özel hesap ölçme ve değerlendirmeleri yapabilmek için aşağıdaki temel birimler tanımlanmış ve kabul edilmiştir. [20][23][28]

3.1.1 Işık akısı enerjisi (\emptyset)

Işık üreticinin bir saniyede etrafa yaydığı ışın akısı enerjisine üreticinin “Işık Akısı Enerjisi” denir (\emptyset) ile gösterilir ve ışık üreticinin ışık gücünü belirtir. Birimi “*lümen (lm)*” dir. Işık akısı, bir ışık kaynağı tarafından saniyede yayılan toplam ışık miktarını gösteren bir kavramdır. İnsan gözünün duyarlılığına karşı bir ışık kaynağı tarafından saniyede yayılan enerjidir. Aşağıda bazı ışık kaynaklarının yaymış olduğu ışık akısı miktarları görülmektedir.

Tablo 3.1 Bazı Işık Kaynaklarının Yaymış Olduğu Işık Akısı Miktarları

Bisiklet farı	3 W	30 <i>lm</i>
Enkandesan lamba	74 W	900 <i>lm</i>
Flüoresan lamba (şerit tip)	65 W	5000 <i>lm</i>
Yüksek-basınçlı sodyum b. lamba	100 W	10000 <i>lm</i>
Alçak-basınçlı sodyum buharlı lamba	180 W	32000 <i>lm</i>
Yüksek-basınçlı cıva buharlı lamba	1000 W	58000 <i>lm</i>
Metal halide lamba	2000 W	190000 <i>lm</i>

3.1.2 Işık kuvveti – Işık şiddeti (I)

Işık üreticinin belirli bir yönde uzay birim açı içinde yayınladığı ışın akısı yoğunluna ışık üreticinin “Işık Kuvveti” veya “Işık Şiddeti” denir. “I” ile gösterilir. Birimi “*Candela (cd)*” dır. (1 mum = 1,02 cd)

3.1.3 Parıltı (Işıklılık – Lüminans) (L)

Kendi kendine ışık yayan veya ışık üreticilerden aldığı ışığı yansıtan, dağıtan veya geçiren ışık kaynağının veya gerecinin birim yüzeyinin yayınladığı ışık kuvvetine bunun “Parıltısı (ışıklılık - lüminansı)” denir. “L” ile gösterilir. Birimi “*Stilb (sb)*”, “*cd / cm²*” dir. Daha küçük birimi ise “*Apostilb (asb)*”dir. (1 Stilb (sb) = 31.416 Apostilb (asb) dir.) Işık üreticilerinin parıltıları Stilb ile aydınlatılan yüzeylerin parıltıları da bundan çok küçük olan Apostilb birimi ile belirtilir.

Etrafımızdaki cisimler ancak belirli yüzeydeki parıltıları ile gözde görme olayı meydana getirirler. Gözün en rahat gördüğü yüzeyin parıltısı 200-600 asb’dir. Gözün kontrast duyarlılığı 200-10.000 asb’ler arasındaki parıltılardadır.

3.1.4 Aydınlık düzeyi - çoğunluğu (E)

Aydınlık düzeyi birim yüzeye düşen ışık akısıdır. Işık üreticiden bir yüzeye düşen ışık akısının bu yüzeyin (m²) olarak alanına bölümü, bu yüzeyin m²’sinin Aydınlık Düzeyini’ni verir. (E) ile gösterilir. Birimi “*lüks*”tür.

$$E = \frac{\phi}{S} = \frac{\text{lümen}}{\text{m}^2} = \text{lüks} \quad (3.1)$$

Tablo 3.2 Aydınlık Düzeylerine İlişkin Örnek Değerler

Yaz; öğle saatleri; bulutsuz bir hava	100.000 lüks
Yol aydınlatması	5-30 lüks
Açık bir gecede dolunay	5-25 lüks

3.1.5 Nokta bir ışık üreticinin ışık kuvveti

$$I = \frac{\phi}{4\pi} = \frac{\phi}{12,57} \text{ cd} \quad (3.2)$$

Burada;

I = Işık kuvveti (cd)

ϕ = Yayınlanan ışık akısı (lm)

$4\pi = 12,57 \text{ cd}$

Örnek : 40 Watt'lık akkor lambanın ışık kuvveti

$$I = \frac{1250}{12,57} \cong 100 \text{ (cd)}$$

3.1.5 Yüzeylerin parıltıları

a) Küre ışık üreticinin parıltısı

$$L = \frac{\phi}{\pi} \times \frac{1}{S} = \frac{\phi}{\pi \cdot S} \text{ (sb)} \quad (3.3)$$

$$L = \frac{\phi}{\pi \cdot 4 \cdot \pi \cdot r^2} = \frac{\phi}{4 \cdot \pi^2 \cdot r^2} \text{ (sb)} \quad (3.4)$$

Kürenin yüzeyi: $S = 4 \pi \cdot r^2$

$r = \text{cm}$, $L = \text{Sb}$, $\phi = \text{lm}$

b) Yarım kürenin parıltısı

$$L = \frac{\phi}{\pi} \times \frac{1}{S_1} = \frac{\phi}{\pi \cdot S_1} (sb) \quad (3.5)$$

$$L = \frac{\phi}{\pi \cdot 2 \cdot \pi \cdot r^2} = \frac{\phi}{2 \cdot \pi^2 r^2} (sb) \quad (3.6)$$

Yarım kürenin yüzeyi : $S_1 = 2 \pi r^2$

c) Silindirik şekildeki ışık üreticinin parıltısı

$$L = \frac{\phi}{\pi} \times \frac{1}{S_2} = \frac{\phi}{\pi \cdot d \cdot \pi \cdot l} (sb) \quad (3.7)$$

$$L = \frac{\phi}{2 \cdot \pi^2 r^2} (sb) \quad (3.8)$$

Burada;

Silindirin yüzeyi : $(S_2) = d \cdot \pi \cdot l$

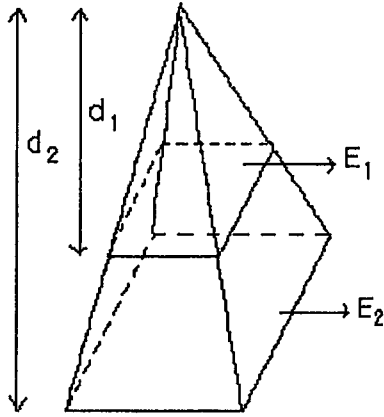
l = tüpün uzunluğu (*cm*)

d = tüpün çapı (*cm*)

3.2 Fotometrik Yasalar

3.2.1 Ters kare kuralı

Bir çalışma alanındaki aydınlık düzeyi, ışık kaynağı ve çalışma alanı arasındaki mesafenin karesiyle ters orantılıdır. [20][28]



Şekil 3.1 Ters Kare Kuralının Bir Piramit Üzerinde Açıklanması

A noktasındaki ışık kaynağının aydınlık (ışık) şiddeti I (cd) olsun..

Böylece bir d_1 uzaklığında aydınlık düzeyi;

$$E_1 = \frac{I}{(d_1)^2} \text{ (lüks) olur.} \quad (3.9)$$

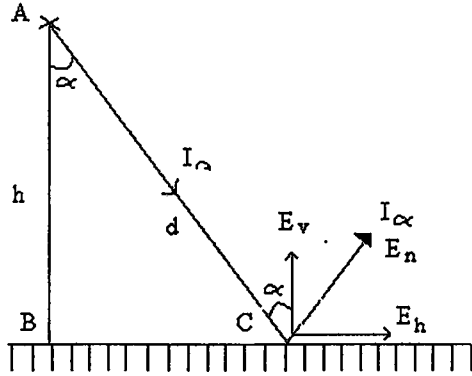
Bir d_2 uzaklığındaki aydınlık düzeyi ise;

$$E_2 = \frac{I}{(d_2)^2} \text{ (lüks) olacaktır.} \quad (3.10)$$

Görüyoruz ki farklı mesafelerdeki aydınlatmayı karşılaştırdığımızda şunu yazabiliriz;

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{(d_2)^2}{(d_1)^2} \quad (3.11)$$

3.2.2 Kosinüs yasası



Şekil 3.2 Kosinüs Yasasına İlişkin Gösterim

Yatay bir çalışma alanı üzerinde α açısında elde edilecek aydınlık düzeyi [20][28] şöyle verilir;

$$E_v = \frac{I_\alpha \cdot \cos \alpha}{d^2} = \frac{I_n}{d^2} \text{ (lüks)} \quad (3.12)$$

Burada ;

E_v = Aydınlığın dikey bileşeni

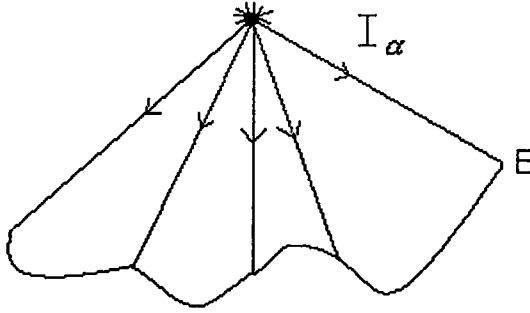
Aydınlığın yatay bileşeni;

$$E_h = \frac{(I_\alpha)_h}{d^2} = \frac{I_\alpha \cdot \sin \alpha}{d^2} \text{ (lüks)} \quad (3.13)$$

$$\cos \alpha = \frac{\overline{AC}}{\overline{BC}} = \frac{\overline{AC}}{d} \Rightarrow d = \frac{h}{\cos \alpha} \Rightarrow E_v = \frac{I_\alpha}{\left(\frac{h}{\cos \alpha}\right)^2} \times \cos \alpha \quad (3.14)$$

$$E_v = \frac{I_\alpha}{h^2} \times \cos^3 \alpha \text{ (lüks)} \quad (3.15)$$

Aydınlığın yatay bileşeni özellikle spor sahalarında kaliteli TV yayını sağlayabilmek için gereken en önemli faktörlerden biridir. FIFA ve UEFA futbol müsabakalarının gece de yapılabilmesi için minimum aydınlık düzeylerinin sağlanmasını istemektedir.



Şekil 3.3 Örnek Bir Işık Dağılım Eğrisi

Işık dağılım eğrilerinden, farklı açılardaki ışık şiddeti değerleri saptanır ve bu saptanan değer herhangi bir noktanın aydınlık düzeyini hesaplamak için kullanılır.

$\alpha = 0^\circ$ da, yalnızca dikey aydınlık düzeyi bileşeni değeri bulunabilir.

$$E_n = \frac{I}{d^2} \text{ (lüks)} \quad (3.16)$$

$$(E_v = 0) \Rightarrow \text{(yatay bileşen)}$$

3.2.3 Lambert yasası

İdeal ışık yansıtıcı yüzey:

Eğer ışık yansıtıcı bir yüzeyin aydınlığı (parıltısı) her yöne dağılıyorsa bu yüzeye “ideal yansıtıcı yüzey” denir. [19][20][28]

Eğer bir yüzey, ışığı Lambert yasasına uygun bir şekilde yansıtıyorsa **mükemmel** denilebilecek derecede **görülebilirdir**. [20]

Lambert yasasıyla, ideal bir yansıtıcı yüzeyden yansıyan toplam ışık akısı şöyle verilir;

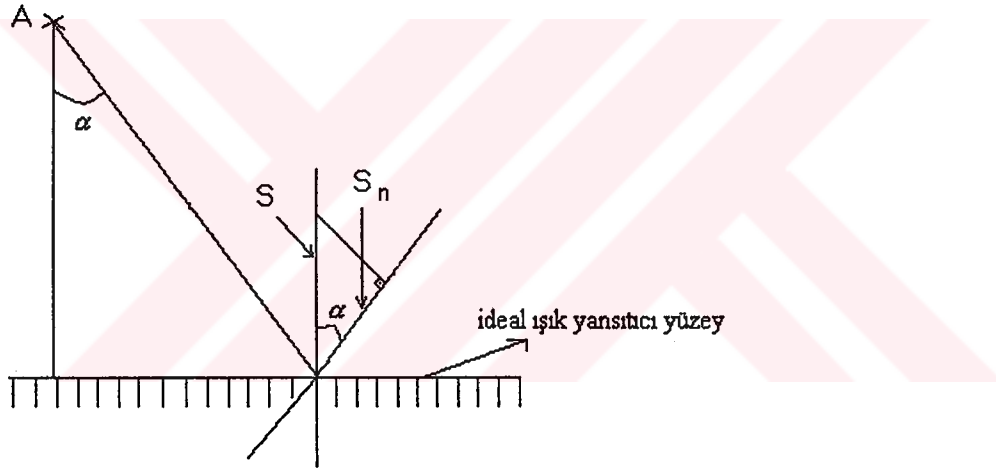
$$\phi = \pi \cdot L \cdot S \quad (\text{lüks}) \quad (3.17)$$

Burada;

$$L = \text{Yüzeyin aydınlığı} \quad (cd/m^2)$$

$$S = \text{Yüzey alanı} \quad (m^2)$$

α açısındaki ışık kaynağının ışık şiddeti $I_\alpha = L \cdot S_n = L \cdot S \cdot \cos \alpha$ (cd) ile verilir.



Şekil 3.4 Lambert Yasasına İlişkin Gösterim

3.3 Bir Binanın Penceresindeki Aydınlık

Eğer bir pencerenin tam karşısında başka bir bina yoksa, sözü edilen penceredeki aydınlık düzeyi [20] aşağıdaki değerdir ;

$$E_v = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot L} = 0,5 E_f \quad (3.18)$$

Burada;

$$E_f = \text{Açık alandaki aydınlık düzeyi}$$

Pencere faktörü;

$$f = \frac{E_v}{E_h} \quad (3.19)$$

Teorik olarak pencere faktörü ne kadar büyük olursa o kadar büyük aydınlık elde edilir.

Bir odaya, odadaki bir pencereden giren ışık akısı şöyle verilir;

$$\phi_w = E_w \cdot S_w \text{ (lümen)} \quad (3.20)$$

Burada ;

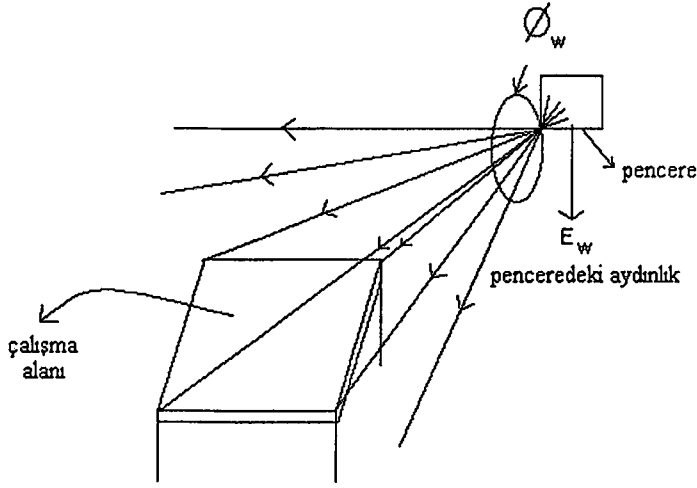
S_w : Pencerenin yüzey alanı

Bir odada çalışma alanına düşen ışık akısı;

$$\phi_s = \eta \cdot \phi_w$$

Burada ;

η = ışık verimi , $25 \cong 40\%$ ($\eta=40\%$)



Şekil 3.5 Pencereden Giren Işık

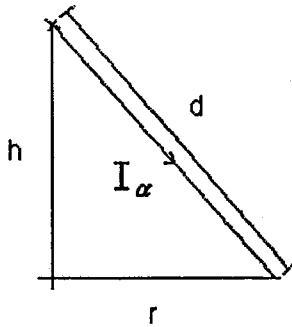
Çalışma alanındaki ortalama aydınlık düzeyi;

$$E_{ort} = \frac{\phi_s}{S} \text{ (lüks)} \quad (3.21)$$

Burada ;

S = Çalışma alanı üzerindeki alandır. Bu alan için şu da söylenebilir;

$$E_{ort} = \frac{\eta \cdot \phi_w}{S} = \frac{\eta \cdot E_w \cdot S_w}{S} = \frac{\eta \cdot f \cdot E_f \cdot S_w}{S} = \eta \cdot f \cdot \left(\frac{S_w}{S}\right) \cdot E_f \quad (3.22)$$



Şekil 3.6 Işık Akısına İlişkin Örnek Çalışma Üçgeni

$$E = \frac{\phi}{S} \text{ (lüks)} \quad (3.23)$$

$$E = \frac{I}{d^2} \text{ (lüks)} \quad (3.24)$$

$$E = \frac{I_{\alpha} \cdot \cos \alpha}{d^2} \text{ (lüks)} \quad (3.25)$$

$$\cos \alpha = \frac{h}{d} \Rightarrow d = \frac{h}{\cos \alpha} \quad (3.26)$$

$$E = \frac{I_{\alpha} \cdot \cos^2 \alpha}{h^2} \text{ (lüks)} \quad (3.27)$$

3.4 Aydınlatmanın Kalitesini Belirleyen Büyüklükler

Biliyoruz ki genel olarak aydınlatma, amacı bakımından, fizyolojik, estetik ve dikkati çeken aydınlatma olmak üzere üçe ayrılır. [1][13][20][23][28]

Fakat bunlardan özellikle fizyolojik aydınlatma önemlidir. Bir yapay (suni) aydınlatma, sağlıklı ve ekonomik olmalı ve cisimlerin canlı görünmelerini sağlamalıdır. Gözün fizyolojik yapısı ve psikolojik etkiler hakkındaki bilgiler, iyi bir aydınlatma için temel bilgileri oluştururlar.

İyi bir aydınlatmayı belirleyen büyüklükler şunlardır :

1. Aydınlik düzeyi ve parliti
2. Aydınlatmanın düzgünlüğü
 - a) Aydınlatmanın yer bakımından düzgünlüğü
 - b) Aydınlatmanın zaman bakımından düzgünlüğü
3. Gölge
4. Işık rengi
5. Kamaşma

3.4.1 Aydınlatmanın düzgünlüğü

Bir aydınlatmanın niteliği yalnız aydınlık düzeyinin uygun seçilmesiyle sağlanmaz. Ayrıca aydınlatmanın yer ve zaman bakımından da düzgün olması istenir.

3.4.1.1 Aydınlığın yer bakımından düzgünlüğü

Göz daima görme alanındaki parıltıya uyduğundan, aydınlığı düzgün olamayan yerlerde farklı parıltılarla karşılaşır. Dolayısıyla fizyolojik – optik bakımdan uygun görme koşullarından uzaklaşmış olur.

Genel olarak aydınlığın yer bakımından düzgünlüğünü belirtmek için δ_1 ve δ_2 ile gösterilen iki düzgünlük faktörü tanımlanır. δ_1 düzgünlük faktörü, en küçük aydınlık düzeyinin ortalama aydınlık düzeyine oranı ve δ_2 düzgünlük faktörü de, en küçük aydınlık düzeyinin en büyük aydınlık düzeyine oranı olarak tanımlanır ; yani

$$\delta_1 = \frac{E_{\min}}{E_0} \quad (3.28)$$

$$\delta_2 = \frac{E_{\min}}{E_{\max}} \quad (3.29)$$

Genel aydınlatma durumunda $\delta_1 = \frac{E_{\min}}{E_0}$ 'ın değeri Tablo 3.3'de gösterilen değerlerden küçük olmamalıdır.

İç aydınlatmada $\frac{h}{d} = \frac{1}{1}$ ila $\frac{1}{2}$; dış aydınlatmada ise $\frac{h}{d} = \frac{1}{3}$ ila $\frac{1}{5}$ arasında olursa

Tablo 3.3'deki değerler sağlanmış olur. Burada h lamba yüksekliğini, d lambalar arası açıklığı göstermektedir.

Tablo 3.3 Aydınlığa Olan İsteğe Göre δ_1 'in Değeri

Aydınlığa olan istek	$\delta_1 = E_{\min} / E_0$
Çok az , Az	1 / 2,5
Orta, Yüksek, Çok yüksek	1 / 1,5

Komşu odalar arasında da büyük aydınlık farkları olmamalıdır. Ayrıca yer altı geçitleri öyle aydınlatılmalıdır ki, gözün yavaş yavaş adaptasyonu sağlanmalıdır. Göz, parlıtlı değişmelerine ancak yavaş yavaş uyabilir.

Özellikle karanlık adaptasyonu oldukça büyük zamana ihtiyaç gösterir. Bu yüzden komşu hacimlerin ortalama aydınlık düzeyleri arasındaki oran en fazla 1/6 olmalıdır.

Şimdi burada aydınlığın düzgünlüğü bakımından, kısaca bu problemi açıklamak için en uygun örnek olan genel aydınlatma ve iş yeri aydınlatması problemine değinelim.

Genel aydınlatma - iş yeri aydınlatması

İş yeri aydınlatması ayırıcı, genel aydınlatma ise bağlayıcıdır. Bununla beraber iş yeri aydınlatmasına gereksinim gösteren bir çok durumlar da vardır. Örneğin lokantalarda, film gösterisi sırasında, konferans salonlarında, ince işlerde, deney ve kontrol masalarında v.b. yerlerde olduğu gibi.

Fakat bu güne kadar genel aydınlatma yapılması gereken birçok yerde yalnız iş yeri aydınlatılması yapılmakla yetinilmektedir. Bunun da nedeni genel aydınlatma ile istenilen yüksek aydınlık düzeylerinin oldukça pahalı oluşudur. Son zamanlarda ışık kaynaklarının etkinlik faktörleri ve ömürleri aşağı yukarı 3 kat arttığından, böyle bir sınırlama ortadan kalkmış demektir.

Yukarıda anlatılanlar ışığında yakın gelecekte iş yeri aydınlatmasına veya genel olarak aydınlatma ile desteklenmiş iş yeri aydınlatmasına gerek kalmayacağı ve genel aydınlatmanın gittikçe daha yayılacağı söylenebilir.

3.4.1.2 Aydınlığın zaman bakımından düzgünlüğü

Aydınlığın zaman bakımından dalgalanması, gözde rahatsız edici bir etki yapmayacak kadar yavaş veya hızlı olmalıdır. Işığın titremesi çok sakıncalıdır. Uzun zaman devam ederse, dayanılmaz bir hal alır. Akkor telli lambalarda, kızgın telin ısı ataletinden dolayı 50 Hz'de bir ışık titremesi olmaz. Fakat 25 Hz ve 16 2/3 Hz'de böyle bir titreme olabilir.

Deşarj lambalarında ise, ışık, akım değişimini hemen hemen gecikmesiz izlediğinden, oldukça belirli ışık titremeleri olur. Bu titremeler stroboskopik olaylara (hareket ve hız yanımlarına) neden olurlar. Bu bakımdan ışık titremelerini muhakkak önlemek gerekir.

Üç fazlı gerilimle beslenen binalarda aynı aygıt içinde bulunan flüoresan lambaları ayrı ayrı fazlardan beslemek veya bir fazlı gerilimle beslenen binalarda dekalörlü balastlar kullanılarak bu titreşimleri büyük ölçüde önlemek olanağı vardır.

3.4.2 Gölge

Cisimlerin canlı görünüşleri, büyük ölçüde gölge ile sağlanır. Bu yüzden iş yeri aydınlatılmasının tamamen gölgesiz olması istenmez. Her iş yerinde 0,2 ila 0,8 arasında bir gölge faktörü olmalıdır.

Işık kaynakları aydınlatılacak yere o şekilde dağıtılmalıdır ki tam aydınlatmadan gölgeli aydınlatmaya geçiş kademeli olsun ve ayrıca direkt ışık yayan kaynaklar rahatsız edici gölge oluşturmaz. Özellikle yol aydınlatmasında oluşabilecek karanlık gölgeler büyük kazaların meydana gelmesine, can ve mal kayıplarının oluşmasına neden olabilir.

3.4.3 Işık rengi

Normal aydınlatma problemlerinde ışık rengi doğal ışık rengine yakın olmalıdır. Bugün çok kullanılan akkor telli lambaların ışık rengi doğal gün ışığı rengine tam

olarak uymaz. Fakat birçok işte bunun önemi yoktur. Renkli cisimlerin suni (yapay) aydınlatmada da doğal aydınlatmadaki gibi görünmeleri gerekiyorsa, örneğin tekstil ve kağıt endüstrisinde desen ve ayırma işlerinde, tütün ve sigara sınıflama işlerinde, boya fabrikalarında ve benzeri yerlerde, öyle ışık kaynakları kullanmak gerekir ki, bunların spektrometrik diyagramları mümkün olduğu kadar doğal ışığınkine uysun. Ayrıca doğal ışığın yapay ışıkla desteklenmesi gereken yerlerde de bu tür ışık kaynakları kullanmak gerekir.

Aydınlık düzeyi düşük ise, doğal ışık bileşimindeki yapay ışık soğuk ve mavimsi etki eder. Bu nedenle doğal ışık renginde yapılacak aydınlatmada, aydınlık düzeyi 250 lüks'ün üstünde seçilmelidir.

Bazı durumlarda da renkli ışık kullanmakla iş verimi artar. Örneğin sodyum ve cıva buharlı lambalarla porselen yüzeyindeki hatalar veya emaye hataları vb. daha kolay görülür. Keza kömür ocaklarında kömürün cıva buharlı lambalarla aydınlatılması, ayıklama işini kolaylaştırır.

Işık kaynaklarının renk özellikleri, renk sıcaklığı ve renk ayırım (geriverim) endeksi adı verilen iki büyüklükle tanımlanır.

Bir cismin gerçek sıcaklığı yerine renk sıcaklığı adı verilen bir sıcaklık konduğu zaman o sıcaklıktaki siyah cisim gibi bir ışık yaydığı sıcaklığa "renk sıcaklığı" denir ve Kelvin (°K) cinsinden ölçülür. Işık kaynakları ışık rengi bakımından sıcak, orta sıcak ve soğuk renkli ışık kaynakları olmak üzere üç gruba ayrılırlar (Tablo 3.3).

Tablo 3.4 Renk Sıcaklığı ile Işık Rengi Arasındaki Bağını

<u>Renk sıcaklığı (°K)</u>	<u>Işık rengi</u>
< 3300	Sıcak (kırmızımsı beyaz)
3300-5300	Orta sıcak (beyaz)
> 5300	Soğuk (mavimsi beyaz)

Tablo 3.5 Aydınlık Düzeyine Bağlı Olarak Lambanın Renginin Aydınlatmaya Etkisi

Aydınlik düzeyi (Lüks)	Sıcak	Orta sıcak	Soğuk
<500	Hoş	Nötr	Soğuk
500-1000	Rahatsız edici	Hoş	Nötr
1000-2000			
2000-3000	Yapay	Rahatsız edici	Hoş
> 3000			

Işık kaynaklarının aydınlattıkları cisimlerin renklerini ayırt ettirebilme özellikleri de renk ayırım endeksi R_a ile belirlenir. R_a 'nın teorik olarak en büyük değeri 100'dür. CIE, renk ayırım endeksini 4 grupta toplamaktadır.

Işık kaynaklarının renk ayırt ettirebilme grubunun ışık rengine bağlı olarak kullanıldıkları yerler Tablo 3.5'de verilmiştir. [20]

Lambaların renk ayırım endeksleriyle etkinlik faktörleri birbiriyle ters orantılıdır. Etkinlik faktörü yüksek olan bir lambanın renk ayırım endeksi yüksek olan bir lambayla aynı amaç için (aynı yerde kullanılması) düşünülmemelidir.

Tablo 3.6 Işık Kaynaklarının R.A. Ettirebilme Grubu ve Işık Rengine Göre Kullanıldıkları Yerler

Renk ayırt ettirebilme grubu	R _a	Işık rengi	Kullanıldığı yerler
1	R _a >85	Soğuk	Tekstil fabrikaları, boyahaneler, matbaalar
		Orta	Vitrinler, mağazalar, hastaneler
		Sıcak	Evler, oteller, lokantalar
2	70<R _a <85	Soğuk	Sıcak iklimlerde bürolar, okullar, süpermarketler
		Orta	Ilıman iklimlerde bürolar, okullar, süpermarketler
		Sıcak	Soğuk iklimlerde bürolar, okullar, süpermarketler
3	R _a < 70 Ancak kabul edilebilir renk ayırt ettirme yeteneğine sahip lambalar		Renk ayırt edilmesinin pek önemli olmadığı iç hacimler
4	Çok özel renk ayırt ettirme özelliklerine sahip lambalar		Özel uygulamalar

3.4.4 Kamaşma

Aydınlatma tesislerinde en çok rastlanan ve en kaba hatalardan biri kamaşmadır. Bir aydınlatma tesisi, aydınlık düzeyi, düzgünlük faktörü, gölge faktörü ve ışık rengi bakımından isteklere tamamen uygun olsa dahi, kamaşma var ise, henüz amaca yetmez.

Kamaşma ışık kaynaklarının parıltıları yanında, çevre parıltısına, kamaşmayı yapan kaynağın büyüklüğüne ve bunun görüş alanındaki yerine bağlıdır. Eğer kamaşmayı yapan kaynak görüş alanının ortasında ise, kamaşma çok etkilidir (iç alan kamaşması); görüş alanının ortasından uzaklaştıkça kamaşmanın etkisi de azalır (çevre kamaşması).

Bugün kullanılan ışık kaynaklarının çoğunun parıltısı yüksektir (flüoresan lambalar hariç). Bu yüzden çıplak kullanılmazlar. Yönetmeliklerde verilen aydınlık düzeylerine ulaşmak için aydınlatma aygıtlarının parıltıları aşağıdaki değerleri aşmamalıdır.

- a. İşyeri aydınlatma aygıtlarında; aşağıya doğru düşey eksene göre 75° ile 180° arasında 0,2 Sb'i ;
- b. Endirekt, yarı endirekt ve düzgün aydınlatma aygıtlarında; 0° ile 80° arasında 0,4 Sb'i ;
- c. Yarı direkt ve direkt aydınlatma aygıtlarında; özellikle dış aydınlatmada daha yüksek parıltılara izin verilir. 60° ile 90° arasında 2 Sb'i geçmemelidir. İç aydınlatmada yarı direkt aydınlatma aygıtları mümkün olduğu kadar açık renk döşeli hacimlerde, direkt aydınlatma aygıtları da tavanı yüksek olan hacimlerde kullanılır.

Demek ki ışık kaynakları göze karşı ekranlanmış olmalıdır ; yani parıltıları dağıtıcı elemanlarla azaltılmalıdır. Mat camlar ve mat lambalar kamaşmayı önlemeye yetmezler.

Parlak madensel yüzeylerde, parlak kağıtlarda ve benzeri yerlerde aynasal etki ile meydana gelen kamaşma, ancak ışık kaynaklarının ve gözün yansıtıcı yüzeylere göre bağlı durumunu değiştirerek giderilir. Böylece yansıma ve bakış doğrultuları aynı olmaz.

Görme alanının kenarındaki aygıtlardan ötürü meydana gelen kamaşma (çevre kamaşması), çalışma düzleminin parıltısını yükseltmekle veya bakış doğrultusu ile ışık doğrultusu arasındaki açıyı büyütme suretiyle giderilir.

BÖLÜM 4. IŞIK KAYNAKLARI ve ARMATÜRLER

4.1 Işık Kaynakları

4.1.1 Akkor telli (enkandesan) lambalar

Etkinlik faktörleri çok düşük (~ 15 lm/W), ömürleri kısa, fakat renksel özellikleri mükemmel olan bu ışık kaynakları (lambalar) dış aydınlatma amacına uygun değildir. Bu lambalar sadece kısa süreler için gerçekleştirilen eğlence, reklam amaçlı aydınlatmalarda çok iyi ekranlanmış armatürler içinde kullanılabilir. Şu an için var olan akkor telli lambalı tesisat, ömürleri sonunda standartlara uygun farklı bir lamba grubu ile değiştirilmelidir. [5][11][28]

4.1.2 Kompakt flüoresan lambalar

Akkor telli lambaların alternatifi olarak üretilen bu ışık kaynaklarının (lambaların) etkinlik faktörleri (~ 60 lm/W) akkor telli lambalardan daha yüksek ve ömürleri daha uzundur. Sadece park, bahçe, kapı önü aydınlatması amaçlı kullanılacak olan bu lambaların, çalışma karakteristikleri ortam sıcaklığına bağlı olarak değişmektedir. Bu nedenle kompakt flüoresan lambalı dış aydınlatma tesislerinde kullanılan lambalar dış ortam koşullarına uygun tiplerden seçilmeli ve çok iyi korumalı armatürler içine yerleştirilmelidir. Balastın lambanın içinde yer almadığı durumlarda, standartlara uygun elektronik balastlar kullanılmalıdır. [5][11]

4.1.3 Tüp flüoresan lambalar

Etkinlik faktörleri 80 lm/W civarında olan uzun ömürlü bu ışık kaynaklarının (lambaların) da çalışma karakteristikleri ortam sıcaklığından çok etkilenmektedir. Verimli bir aydınlatma yaratılabilmesi için bu lambalar da yine dış ortam koşullarına uygun olan tiplerden seçilecek ve iyi korumalı armatürler içine yerleştirilmelidir.

Standartlara uygun elektronik balastlar kullanılmalıdır. Lambalar kesinlikle armatürsüz, çıplak olarak kullanılmamalıdır. Uygun armatürler ile ışıkları tamamen aydınlatılan yüzeye yönlendirilmiş olmalıdır. Parıltıları oldukça düşük olan ve çıplak gözle bakılabilen bu lambalar sadece reklam ve seyir amaçlı aydınlatmalarda uygun düzeneklerle görünür şekilde kullanılabilir. Tüp flüoresan lambalar kesinlikle yol, cadde, sokak, meydan aydınlatması amaçlı kullanılmamalıdır. [5][11]

4.1.4 Yüksek basınçlı cıva buharlı lambalar

Etkinlik faktörleri 50 lm/W ve ömrü ortalama 6000 saat civarında olan beyaz ışıklı bu lambalar sadece park, bahçe aydınlatması için kullanılmalıdır. Lambalar üst yarı uzaya hiç ışık göndermeyecek şekilde tasarlanmış ekranlı armatürler içine yerleştirilmelidir. Ucuz ışık sağlaması, sarsıntı ve çarpmalara karşı dayanıklı olması ve ani ısı değişmelerine ve kısa süreli gerilim yükselmelerine karşı dayanıklılık göstermesi önemli avantajlarından. Fakat yanma süresinin uzun olması (akım verildikten 5 dakika sonra tam ışığını verir), özellikle kırmızıya bakan renkleri iyi göstermemesi, bağlantısı zorluğu, çalışabilmesi için yardımcı araçlara ihtiyaç duyması ve ilk kuruluş masrafının fazlalığı dezavantajlarıdır. [5][11]

4.1.5 Metal halojen lambalar

Etkinlik faktörleri 80 lm/W civarında ve renk özellikleri iyi olan bu lamba grubu özel aydınlatmalar için uygundur. Ekonomik ömürleri kısa olan bu lambalar sadece renkli TV çekimlerinin yapılacağı açık hava spor sahalarında ve beyaz rengin vurgulanmak istendiği bina dış cephe aydınlatmalarında, çok iyi ekranlanmış armatürler içinde kullanılmalıdır. [5][11]

4.1.6 Yüksek Basınçlı Sodyum Buharlı Lambalar

Bu lambalar en uzun ömürlü ışık kaynakları (lambalar) olup, şeffaf cam tüplü olanlarının etkinlik faktörleri 130 lm/W civarındadır. Şehir içi yol, cadde, sokak, meydan aydınlatmalarının tamamında parlak beyaz-sarı renkte ışık yayan bu lambaların en verimli tipi olan şeffaf cam tüplüleri kullanılmalıdır. Daha önce yüksek basınçlı cıva buharlı lambalı tesislerde enerji tasarrufu elde edebilmek

amacıyla kullanılmış olan yüksek basınçlı sodyum buharlı lambaların ateşleyicisiz tipi yeni tesislerde kesinlikle kullanılmamalıdır. [11]

4.1.7 Alçak Basınçlı Sodyum Buharlı Lambalar

Renk ayırımının önemli olmadığı tüm tesislerde kullanılabilecek en yüksek etkinlik faktörlü ışık kaynağıdır. Bunlar kızgın elektrotlu alçak basınçlı ve alçak gerilimli deşarj lambalarıdır. Tüp içinde oda sıcaklığında katı halde bulunan sodyum madeni vardır. Tüpün sıcaklığı 250 ile 300 dereceye çıktığında sodyum madeni buharlaşır ve tüpün basıncı birkaç mm Hg aşamasına iner. Deşarj önce yardımcı bir gaz içinde örneğin neon veya argon gazı içinde meydana gelir. Bu bakımdan tüp az miktarda asal gaz içerir. Kızgın elektrotlar baryum oksit kaplı tungstendir. Kural olarak sodyum buharlı lamba alternatif akım şebekelerinde kullanıldığından tüpün her iki ucunda aynı tip elektrot bulunur. 220 Voltluk şebeke gerilimi ateşlemeye yetmez. Onun için tüp içine elektrotları birbirine yaklaştırmaya yarayan madeni bir ateşleme teli konmuştur. [19][20][28]

Bu sayede gerilim uygulandıktan sonra ana dolgu gazında (neon veya argon) küçük ışıklı deşarj yolları oluşur ve ön deşarj başlar. İyonizasyon yardımıyla ön deşarj ana deşarjı başlatır. Dolayısıyla tüp ısınır sodyum madeni buharlaşır ve ışıklı plazma dolgu gazından sodyum buharına intikal eder. Deşarj tüpü U şeklinde bükülmüş ve havası boşaltılmış iç cidarı iridyum oksitle kaplanmış bir dış tüpün içine yerleştirilmiştir. İridiyum oksit kızıl ötesi ışınları yansıtarak vakum ise ısı kaybını azaltarak lambanın veriminin yüksek olmasını sağlarlar.

Tüpün nominal gerilimi 20 Volt olup tüp 220 Volt işletme geriliminde çalışabilecek şekildedir. Buna karşın kararlı çalışma gerilimi 50-60 Volt mertebesindedir. Kararlı çalışmada gerilim farkı balast tarafından karşılanır İlk tutuşma geriliminin sağlanması için balast içine konmuş veya ayrı bir ateşleyici (ignitron) vardır. En çok kullanılan alçak basınçlı sodyum buharlı lambaların karakteristik değerleri aşağıda Tablo 4.1'de gösterilmiştir.

Tablo 4.1 Alçak Basıncılı Sodyum Buharlı Lambaların Karakteristik Değerleri

Lamba Gücü (W)	Balast Kaybı (W)	Işık Akısı (lm)	Etkinlik (lm/W)		Ortalama Parıltı (cd/cm ²)	Boyutlar (mm)	
			Balastlı	Balastsız		Çap	Boy
35	21	4650	82	137	10	52	310
90	23	12500	110	150	10	66	528
135	40	21500	123	166	10	66	775
180	40	32000	143	183	10	66	1120

Ekspres yollar, limanlar, yükleme boşaltma alanları ve güvenlik aydınlatması için uygun lambalardır. Işık kirliliğinin önlenmesinin birinci derecede önem taşıdığı doğal hayatın korunması gereken alanlardaki ve astronomi gözlemevleri etrafındaki yol, sokak, meydan, alan aydınlatmalarında sadece alçak basıncılı sodyum buharlı lambalar kullanılmalıdır. [8][20]

4.1.8 Işık kaynaklarının karşılaştırılması

Dış aydınlatmada, özellikle şehir aydınlatmacılığında, kullanılacak ışık kaynağını en doğru ve en uygun şekilde seçmek çok önemli bir yer taşır. Farklı tiplerdeki ışık kaynaklarının çalışma karakteristikleri Tablo 4.2'de verilmiştir. Tabloda verilen karakteristik veriler tipik (standart) verilerdir ve boyut, üretici ve diğer farklı durumlara göre ufak değişiklikler gösterebilirler. [8]

Tablo 4.2 Farklı Tiplerdeki Işık Kaynaklarının Çalışma Karakteristikleri

Lamba Kategorisi	Watt	Işık akısının tasarım değerleri	Etkinlik (lm/w)	Renk ayırımı (2)	Sıcaklık Derecesi (3)	Ortalama ömür (4)	Uygulama Alanı
Akkor Flamanlı	Tungsten genel kullanım	40-200	400-2730	10-14	a	x	Kısa direk tepeleri, bahçe ayd.direkleri, süsleyici fenerler, işaretler
	Tungsten halojen	150-1500	2100-33000	14-22	a	x	Projektörlü alan ayd., küçük binaların projektörlü ayd., vurgulu ayd.
	Parlak reflektörlü ve renkli	100-500	820-5600	8-11	a (parlak)	x	Küçük ağaç, fundalık, çiçek ve heykel ayd.
Tüp Floresan	Standart tipler	8-65	420-4750	30-61	Fosfor'a göre değişir	Tümünü kapsar	İşaretler, duvara monteli ve kısa direk tepeleri
	Kompakt tipler	9-37	600-2757	44-66	Fosfor'a göre değişir	Tümünü kapsar	İşaretler, duvara monteli ve kısa direk tepeleri
Yüksek basınçlı cıva buharlı	Parlak ampul	80-400	3650-18000	39-42	e	z	Ağaçlar ve mavi / yeşil objelerin projektörle ayd., binaların projektörlü ayd.
	Floresan kaplamalı	50-400	1900-21500	30-42	d	x-y	Projektörlü alan ve bina ayd., düşük güçlilerle vurgulu ayd.
	Tungsten/cıva karışımı	100-500	1100-11500	11-23	d	y	Projektörlü alan ve bina ayd., bahçe ayd.direkleri, yol ayd.
	Reflektör*	50-400	1800-20000	28-46	d	x-y	Alan ayd., bahçe ayd.direkleri, duvara monteli dirsekle ayd.,
Metal halide	Parlak**	250-400	16000-24000	55-57	b-c	y	Projektörlü alan ve bina ayd., düşük güçlilerle vurgulu ayd.
	Kaplamalı	250-400	17500-25000	57-63	c	y	Projektörlü alan ve bina ayd.
	Doğrusal	750-1600	58500-115000	71-72	b	y-z	Projektörlü alan ve bina ayd.
	Kompakt kaynak ve reflektör	400-1000	27000-81000	61-74	b	y	Vurgulu ayd., Kule ve sur ayd.
Yüksek basınçlı sodyum buharlı	Standart	50-400	3100-47000	56-107	e	x	Kısa direk tepeleri, yol ayd., bahçe ayd.direkleri, Projektörlü alan ve bina ayd.
	İyi renk ayırımı	150-400	12500-44000	74-100	c-d	x	Projektörlü alan ve bina ayd.
	Yüksek renk ayırımı	110-400	10440-40000	60-88	b	x	Projektörlü alan ve bina ayd.
Alçak basınçlı sodyum buharlı	Standart	18-180	1800-33000	68-155	-	-	Yol ayd., projektörlü bina ayd., güvenlik ayd.

Tablo 4.2'ye İlişkin Notlar

1. Aydınlik etkinliği "Watt başına lümen" kavramıyla açıklanmıştır. Watt kayıpları da bu kavram içinde değerlendirilmektedir. Akkor flamanlı lambaların etkinliği 240 Volt'luk kaynağa göredir.
2. Renk ayırım (geriverim) indeksi:
 - a = 90'dan yüksek
 - b = 80-90
 - c = 60-80
 - d = 40-60
 - e = 40'dan düşük
3. Renk sıcaklığı:
 - x = 3300 K'den düşük
 - y = 3300-5500 K
 - z = 5500 K'den yüksek
4. Ömür:
 - Kısa = 2000 saatten az
 - Orta = 2000-7000 saat
 - Uzun = 7000 saatten fazla

* Reflektörlü lambalar standart ve tungsten/yüksek basınçlı cıva buharlı lamba karışımlarında bulunur.

** Thallium ve indium gibi metal halide lambalar mükemmel derecede yeşil ve mavi renk sağladıkları için ağaç ve metal yüzey aydınlatmasında son derece önemli etkiler ortaya çıkarırlar.

4.2 Yardımcı Elemanlar

4.2.1 Balastlar

Bütün elektrik deşarj lambalarında olduğu gibi flüoresan lambalar da negatif bir direnç karakteristiği gösterirler ve bu yüzden şebekeye doğrudan doğruya

bağlanırlarsa çekilen akım biraz artınca direnci biraz daha düşer, akım daha artar. Neticede akım lambayı harap edecek ve hattın sigortasını artıracak kadar büyür.

Bunun önüne geçmek için her deşarj lambası, akımı sınırlayan bir cihazla kullanılır. Bu cihazlara “balast” denir. Balast olarak lamba devresine seri bağlı ve uygun değerde bir direnç, kondansatör veya endüktans (self) bobini konulabilir. Kayıplarının azlığı, çalıştırma kolaylığı bakımından demir çekirdekli bobin tipindeki balastlar diğerlerine tercih edilir. [15][20]

Bir flüoresan lamba sisteminde balastın önemi sanıldığından çok daha büyüktür. İyi bir balast şu özellikleri gerçekleştirmelidir:

1. Balast tüpe uygulanan şebeke gerilimini ayarlayarak flüoresan lambayı kolay bir şekilde tutuşturabilmektedir.
2. Lambanın tam gücü ile yanmasını sağlamalıdır.
3. Kendisinin güç kaybı fazla olmamalıdır.
4. Fazla ısınmamalıdır.
5. Gürültü yapmamalıdır.
6. Ömrü çok uzun olmalıdır (20 sene civarında).
7. Akımın dalga şeklinde fazla bir deformasyon oluşturmamalıdır.
8. Radyo parazitlerine meydan vermemelidir.

Bu şartlardan birini bile gerçekleştiremeyen balast, kötü bir balasttır.

İyi bir balastın kaybı 9 – 10 Watt olmalıdır.

Balastın yapıldığı saçın cinsi ve sargı tellerinin ince olması balastın ısınmasına sebep olur. Bir balastın ömrünü genel olarak sargısının çalışma sıcaklığı saptar. Sıcaklığa ve zamana bağlı olarak bir bobinin birbirine değen sargıları arasındaki izolasyon bozulursa akım o noktadan geçer, yani bir kısım sargılar devre olmuş olur. Akım bu suretle kısa yolda geçtiğinden devreden akan akım artar, sıcaklık daha da artar ve sargının kısa devresi büyür. Neticede balast ve dolayısıyla lamba da harap olur. Bu esnada balast fazla ısındığından etrafı yakabilir. Nitekim bu yüzden sık sık yangın

çıkılmaktadır. Bu sebepten balastları havalandırılabilir yerlerde ve etrafında yanmayacak gereçler bulunan yerlerde toplayarak yangını önlemek lazımdır.

Bir balast sargısının sıcaklığı 10°C artarsa balastın ömrü yarıya iner. 20°C artarsa ömrü $1/4$ olur. Bir balastın günde 8 saat çalışmak şartıyla 20 sene bozulmaması lazımdır.

Balastın fazla ısınmasına sebep olan demir, bakır kayıplarının artması ilaveten şu sakıncaları da doğurur :

1. Enerji sarfıyatı dolayısıyla masraflar artar.
2. Balastın iletkenlerinin yüksek sıcaklık yüzünden yalıtkanlığı bozulursa, gövdesi kaçak dolayısıyla gerilim altında kalır ve insan hayatı için tehlike yaratır.
3. Eğer balastın ısınması aydınlatma aracının dolayısıyla flüoresan lambanın sıcaklığının artmasına sebep olursa lambanın ışık verimi azalır ve aynı zamanda lambanın ömrü kısalmır.

4.2.2 Ateşleme Araçları

Deşarj lambasının negatif karakteristiği dolayısıyla ateşleme gerilimi, kararlı çalışma geriliminden daima daha büyüktür. Bu nedenle bir çok durumda ateşlemeye yardımcı olunması gerekir. Bazı sodyum buharlı lambalarda ateşlemeyi sağlamak için kaçak akımlı transformatör kullanılması amaca yeter. Fakat diğer birçok lambanın ateşlemesi için yardımcı araçlara ihtiyaç vardır. Bu araçlar, ya lambanın bir parçası olarak veya ek bir devre elemanı şeklinde olabilirler. [1][20]

Lambanın bir parçası olan ateşleme araçları şunlardır:

- Yardımcı elektrotlar: Yüksek basınçlı civa buharlı lambalar, yüksek bir direnç üzerinden ana elektrotlardan biriyle bağlı ve ona çok yakın aralıklı bir yardımcı elektrot ihtiva ederler.

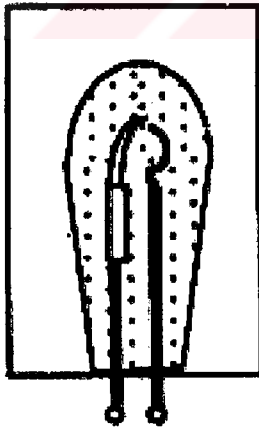
- İç ateşleme teli veya çizgisi : İç ateşleme çizgisi de tıpkı yardımcı elektrot gibi, örneğin patlayıcı yerlerde kullanılan flüoresan lambalarda ön boşalmayı başlatmaya yarar.
- Dış ateşleme teli veya çizgisi :

Ateşlemeye yardımcı aletler:

- a. Elektrotları ısıtmaya yarayan transformatörler
- b. Yüksek gerilim ateşleme aleti(İgnitron)
- c. Starter

4.2.3 Starter

Bir flüoresan lamba tesisatında starterin önemi büyüktür. Bilindiği gibi starterin kontakları gerilim uygulandıktan sonra kapanır ve lambanın flamalarından büyük bir akım geçmesini sağlar. Biraz sonra starterin kontakları açılır ve tutuşur, yanmazsa starter yeniden çalışır. [1][20]



Şekil 4.1 Starter

İyi bir starterin şu özellikleri gerçekleştirmesi gereklidir:

1. Kontakları yeteri kadar birbirine değmiş durumda kalmalıdır ki lambanın elektrotları yeteri derecede kızabilsin.
2. Lambanın kolay parlayabilmesi için starter kontakları ani olarak açılabilmelidir. Özellikle gerilim ve hava sıcaklığının düşük olduğu yerlerde bu çok önemlidir.
3. Starterin ömrü uzun olmalıdır. Yani binlerce açıp kapama yapabilmelidir (10000 defaya kadar).

Kötü bir starter büyük kayıplara sebep olur. Lambayı ve balastı kısa zamanda harap eder.

Starterin içinde bir de ilaveten küçük bir kondansatör bulunur. Bunun görevi flüoresan lambanın deşarj olayı sebebi ile yayınladığı ve şebeke üzerinden radyo alıcılarına gidecek parazitleri önlemek veya azaltmaktır.

Bir zorunluluk olmadıkça 220 Volt'luk şebekede 20 Watt'lık lambalar yerine 40 Watt'lık lamba kullanılması balast, lamba, kayıplar ve masraf bakımından daha avantajlıdır. Eğer 20 Watt'lık lamba kullanılması şart ise iki lamba birbirine kendi starterleri ile seri bağlanır.

Bir flüoresan lambanın ömrünün sonuna yaklaştığı tüpün iki ucunun kararmasından anlaşılır. Bu kararın elektrotların buharlaşarak zamanla kenarda toplanmasında ileri gelir. Eğer 1500 saatlik yanış süresinde böyle bir kararın varsa lambayı çabuk yıpratın ve ömrü kısaltan bir sebep var demektir. Muhtemel sebepler :

1. Lambanın sık sık yakılması. Zira her yakış elektrotları yıpratır.
2. Starterin iyi çalışmaması, kötü kaliteli oluşu.
3. Balastın kalitesinin kötü oluşu.
4. Şebeke geriliminin yüksek veya düşük oluşu.

Ömrü sona yaklaşmış bir lamba çok defa, parladıktan sonra hemen söner, starter tekrar çalışır. Bu şekilde starter devamlı olarak çalışır, lamba durmadan sönüp yanar. Bu tip çalışmanın diğer bir sebebi de gerilimin düşük olması veya starterin bozuk olması, kontaklarda iyi temas olmaması, ortam sıcaklığının çok yüksek veya düşük oluşudur. Bu gibi hallerde önce gerilim kontrol edilmeli, eğer normal ise starterin yerine bir yenisi takılmalıdır.

Flüoresan lambanın iki baş tarafı parlak orta tarafı sönük olarak yanıyor, bunun sebebi ya starterin kontaklarının birbirine yapışık kalmış olması ve artık açılmaması ya da içindeki radyo parazitleri için koyulmuş olan kondansatörün kısa devre olmasıdır. Bu halde elektrotların büyük akım geçmesinden dolayı lamba birkaç saat içinde harap olur. Ayrıca balast da çok fazla ısınır. Ömrü hızla kısalır. Kötü balastlar kısa devre olarak yanar ve yangına sebep olur. Böyle çalışan lambayı hemen söndürüp starterini değiştirmeli, hiç olmazsa o lambanın starterini gevşetmelidir. Bazı lambaların ışığında titreme olur. Bunun da sebebi lamba elektrotlarının iyice kızmadan parlamasıdır. Bunun da sebebi balast ve starterin hatalı oluşudur.

4.3 Aydınlatma Aygıtları : Armatürler

Genel olarak ışık kaynakları iyi bir aydınlatmanın gereklerini yalnız başına yerine getiremezler. Bu bakımdan ışık kaynaklarının, özellikle akkor telli ve cıva buharlı lambaların bir aydınlatma aygıtı ile birlikte kullanılması zorunludur. [15][19][20][28] İlke olarak bir aydınlatma aygıtının ödevlerini şu üç madde de toplamak olanaklıdır :

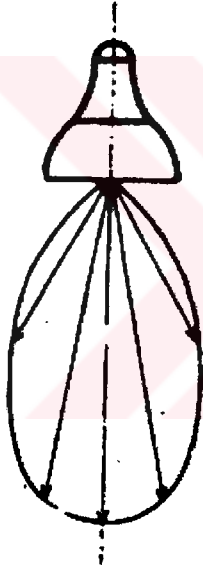
1. Çıplak lambanın ışık dağılım eğrisine kumanda etmek ve ona istenilen ışık dağılım eğrisi şeklini vermek,
2. Kamaşmayı önlemek,
3. Estetik hislere ve konfor gereksinmelerine yanıt vermek.

Doğal olarak bir aydınlatma aygıtı bu ödevlerini yerine getirirken ayrıca ekonomik olmak zorundadır; yani aygıtın o şekilde hesaplanması gerekir ki, ışık akısı dönüşümünde kayıplar olabildiğince az olsun.

Aydınlatma aygıtları kullandıkları yer bakımından iki gruba ayrılırlar.

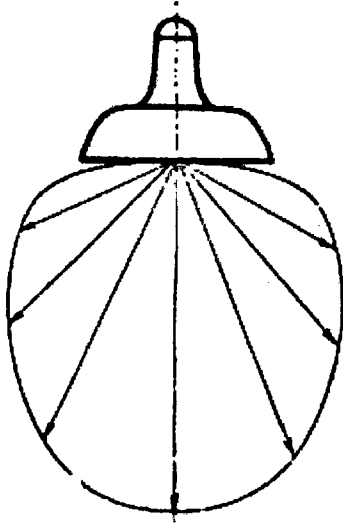
1. Dış aydınlatma aygıtları
2. İç aydınlatma aygıtları

Dış aydınlatmanın temel niteliği, uzayı sınırlayan yüzeye ait yansıtma faktörlerinin hesaba girmemesi oluşturur. Bu yüzden bütün dış aydınlatma aygıtları ışığı alt yarı uzaya yayarlar. Buna rağmen ışık dağılım eğrisinin dar, orta dar, geniş ve orta geniş olmasına göre bu aydınlatma aygıtlarını 4 sınıfa ayırmak uygundur. Kuşkusuz burada aydınlatma aygıtlarının ışık dağılım yüzeylerinin dönele simetrik olduğu kabul edilmiştir.



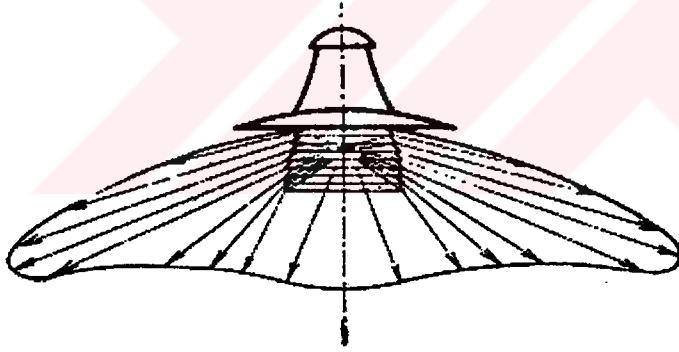
Şekil 4.2 Işık Dağılım Eğrisi Dar Olan Aydınlatma Aygıtı

Yol, demiryolu güzergahı gibi yerlerin aydınlatılmasında kullanılır. İçi aynalı veya emayelidir. Bu aygıtlar kullanıldığı zaman lamba yüksekliği büyük, lambalar arası açıklık küçük alınır. Yatay aydınlatma güçlü, düşey aydınlatma güçsüz, aydınlığın düzgünlüğü ortadır ve kamaşma yoktur.



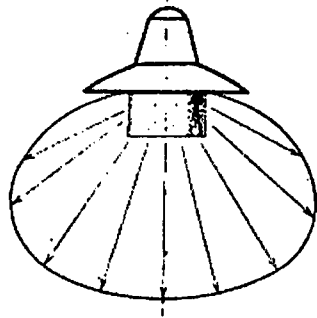
Şekil 4.3 Işık Dağılım Eğrisi Orta Dar Olan Aydınlatma Aygıtı

Bunlar yaygın tip emaye reflektörlü aydınlatma aygıtlarıdır. Montaj yerleri, fabrika holleri vb. yerlerde kullanılırlar. Lamba yüksekliği orta, lambalar arası açıklık büyük, yatay aydınlatma iyi, düşey aydınlatma iyi ve aydınlatmanın düzgünlüğü iyidir.



Şekil 4.4 Işık Dağılım Eğrisi Geniş Olan Aydınlatma Aygıtı

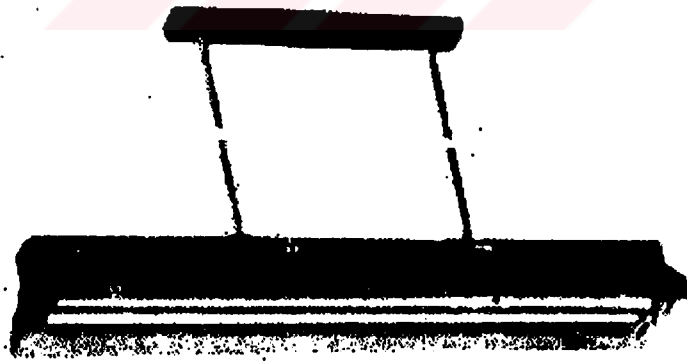
Kuşaklı fresnel merceklerinde olduğu gibi prizmalardan meydana gelen ve ışık dağılım eğrisi geniş olan aydınlatma aygıtı ışığı yanlara doğru yayar. Yol, meydan vb. aydınlatmalarda çok kullanılırlar. Lamba yüksekliği orta, lambalar arası açıklık büyük alınabilir. Yatay ve düşey aydınlatma iyi, düzgünlük faktörü iyidir. Kamaşma olabilir.



Şekil 4.5 Işık Dağılım Eğrisi Orta Geniş Olan Aydınlatma Aygıtı

Bunlar opal camdan yapılmış silindirik bir kısım içerirler. Yol, fabrika, pazar yeri vb. yerlerin aydınlatılmasında kullanılır. Lamba yüksekliği küçük ve lambalar arası açıklık orta alınır. Yatay ve düşey aydınlatma iyi, düzgünlük faktörü iyidir ve kamaşma yoktur.

Yukarıda sayılan aydınlatma aygıtları hem akkor telli hem de civa buharlı lambalar ile kullanılır. Flüoresan lambalar, daha çok ışık dağılım eğrisi dar ve orta dar olan reflektörler ile veya geniş demetli ışık etkisi yapan serbest ışınli aygıtlarla kullanılır.



Şekil 4.6 Işık Dağılım Eğrisi Geniş Olan Flüoresan Lamba Armatürü

Sonuç olarak dış aydınlatmada kullanılacak armatürler, verimi yüksek ve koruma derecesi en az IP 54 olan tiplerden seçilecektir. Armatürlerin her birinin içinde güç katsayısını en az 0,95 olacak şekilde ayarlayan tekil veya merkezi kompanzasyon üniteleri bulunacaktır. [8][13]

Armatürler ve donanımları, Ek E'de listelenen ilgili standartlara uygun olmalıdır.[11]

Armatürlerin üst yarı uzaya (gökyüzüne) gönderdikleri ışık miktarı, Aydınlatma bölgelerine göre verilen yüzdeleri aşmamalı ve ışık dağılım eğrileri de kamaşma probleminde yol açmayacak şekilde ekranlanmış olmalıdır.

Fotometrik ölçümlerin, Uluslararası Aydınlatma Komisyonu'nun ilgili yayınlarına göre yapılması en uygunu olacaktır.

Armatürlerle ilgili tespit ve hesaplamalar yaparken kullanılacak üç önemli kavram vardır.[6][11] Detaylı açıklamalara geçmeden önce bunları incelemek faydalı olacaktır:

Armatür Verimi (η) : Bir aydınlatma armatüründen çıkan ışık akısının armatür içindeki lambanın ürettiği ışık akısına oranıdır.

Üst Yarı Uzay Işık Akısı Oranı (ULOR) : Armatürün üst yarı uzaya yaydığı ışık akısının, içindeki lambanın ürettiği ışık akısına oranıdır.

Alt Yarı Uzay Işık Akısı Oranı (DLOR) : Armatürün alt yarı uzaya yaydığı ışık akısının, içindeki lambanın ürettiği ışık akısına oranıdır.

Tablo 4.3 10 Metreden Alçak Direk Yüksekliklerinde Kamaşma Sınırlaması

Düşeyle 85° lik açıda ve üstünde parıltı değeri	? 20 000 cd/m ²		
Direk yüksekliği	< 4,5 m	4,5m ~ 6,0m	6m ~ 10m
85° lik açıda ışık şiddeti	? 2 500 cd	? 5 000 cd	? 12 000 cd

10 m'den alçak direklerle yapılan uygulamalarda, kullanılan armatürlerin düşeyle 85° lik açı yapan doğrultudaki ışık şiddeti değerleri Tablo 4.3'deki değerleri aşmamalıdır.

10 m'den yüksek direklerle yapılan aydınlatmalarda ise, Bölüm 5 Tablo 5.3'de verilen aydınlatma kriterleri sağlanmalıdır.

Tablo 4.4 Glop Armatür Tipinin Karakteristikleri

	Ekransız	Üstten Ekranlı	İçten Ekranlı
ULOR	% 50	% 20	% 10
DLOR	% 40	% 50	% 30
η	% 90	% 70	% 40

Park ve bahçelerde büyük ölçüde üst yarı uzaya ışık gönderen glop (küre) tipi armatürler kullanılmamalıdır. Glop tipi armatürler ancak uygun ekranlarla ışıkları alt yarı uzaya yönlendirildiğinde kullanılabilir. Tablo 4.4'de ekransız ve ekranlı glop tipi armatürlerin ışık akıları yüzdeleri verilmektedir.

Bina dış cephe ve reklam panoları aydınlatılması amaçlı kullanılan projektör tipi armatürler uygun açılarla sadece aydınlatılmak istenen alanı aydınlatacak tipte seçilmeli ve yönlendirilmelidir. Aydınlatmalar yukarıdan aşağıya doğru yapılmalıdır.

4.3.1 Armatürlerin özel karakteristikleri

4.3.1.1 Isıl karakteristikler

a. Isıya dayanıklılık

Armatür gövdesinin ve armatürün içindeki elemanların imal edildikleri malzemelerin ışık kaynağı tarafından üretilen ısıya dayanıklı olmaları gerekir. [22]

b. Çalışma sıcaklığı

Armatür içindeki ortam sıcaklığı ışık kaynağının kararlı çalışması için gerekli olan düzeyde olmalıdır. Buna etki eden önemli faktörler armatürün hacmi ve armatür gövdesinin imal edildiği malzemenin türüdür. [22]

4.3.1.2 Mekanik ve aerodinamik karakteristikler

Montaj güvenilirliği

Aydınlatma armatürü ve içindeki tespit parçaları uygun biçimde dayanıklı ve kolay kullanılabilir olmalı armatürün direğe veya istenen bir yere güvenilir bir şekilde tespitini sağlamalıdır. Armatürün tespit sistemindeki zayıflık nedeniyle armatür tespit konumunda zamanla meydana gelebilecek ufak değişikliklerin dahi yol üzerindeki aydınlık düzeyi dağılımına olumsuz etkileri düşünüldüğünde bunun önemi daha iyi anlaşılır. [22]

4.3.1.3 Titreşim ve darbelere dayanıklılık

Armatürün içindeki ışık kaynağı ve yardımcı elektriksel elemanlarla (duy, bağlantı kabloları, balast vb.) yansıtıcıların da armatürün tespit edildiği yerdeki rüzgar ,trafik vb. gibi çeşitli kaynaklı titreşimler nedeniyle zamanla konumlarını değiştirmeyecek şekilde sıkıca tespit edilmiş olmaları gerekir. Ayrıca nispeten az bir yüksekliğe monte edilen armatürlerin kötü niyetli kişilerce maruz bırakılabilecekleri darbelere de belirli bir oranda dayanıklı olmaları istenir. [22]

4.3.1.4 Ağırlık boyut ve biçim

Gerek tespit edildiği elemanın (direk, konsol, askı teli vb.) mekanik dayanıklılığı bakımından gerekse kullanım kolaylığı bakımından aydınlatma armatürlerinin olabildiğince hafif olması istenir. Armatür ağırlığı arttıkça tespit edildiği elemanın mekanik mukavemeti de artacağından bu husus tesis maliyetini artırıcı yönde etki yapar. Ayrıca fazla ağır olan armatürlerin titreşimi esnasında tespit noktalarına daha fazla yük uygulaması da söz konusu olur. [22]

4.3.1.5 Elektriksel karakteristikler

Armatürün içinde ışık kaynağının çalışabilmesi için gerekli balast, ateşleyici vb. elemanların birbirlerine ve armatür gövdesine bağlantılarının güvenilir biçimde yapılabilmesi için gerekli düzeneğe sahip olmalı kısa devre elektriksel kaçak ve benzeri durumların oluşmaması için mutlaka uygun malzeme kullanılmalı ve

topraklama,sıfırlama gibi koruma tedbirleri alınmalıdır. Bağlantı kabloları ve klemensler armatürün içinde ışık kaynağından dolayı ve elektriksel elemanlar bölümünde de balasttan dolayı meydana gelebilecek sıcaklığa dayanıklı malzemelerden yapılmalıdır. [22]

4.3.1.6 Kir ve toza dayanıklılık

Armatürlerin kullanıldıkları yerlerde bulunabilecek korozyona sebep olucu gazlar özellikle rutubetli bir ortamda aşındırıcı ve yıpratıcı etkisi çok fazla olan kimyasal bileşikler oluştururlar. Böyle şartlar altında armatürün yapıldığı malzeme büyük önem kazanır hatta bazı hallerde armatürün malzemesine göre rutubetten dahi etkilenip paslanabilmesi mümkündür. Bu konuya ilişkin ayrıntılı açıklama EK C'de bulunabilir.[13][22]

4.3.1.7 Estetik karakteristikler

Armatürlerin gece koşullarında görünüş ve biçimlerinin önemi az olmasına rağmen özellikle gündüz şartlarında biçim,renk,direk üzerinde duruşu ile estetik hislere de hitap ettiği unutulmamalıdır. Gündüz kullanılma süresinin gece kullanımından daha uzun olması da olayın boyutunu daha iyi ortaya koymaktadır. [22]

4.4 Aydınlatma Bölgeleri

Güvenlik, ulaşım, ticari ve turizm gereksinimleri dikkate alınarak, gerek enerji tasarrufu sağlanması gerekse doğal hayatın ve astronomik gözlemlerin etkilenmemesi amacıyla dış aydınlatma uygulamalarında Türkiye'de aşağıda belirtilen bölgeler ve kurallar esas alınır.[11]

I. Bölge : Gözlemevleri çevresindeki 30 km. yarıçaplı alanlar, köy ve mezralar hariç yerleşme alanları dışında kalan alanlar ile doğal hayatın, tarihi ve kültürel yapının korunması gereken koruma alanlarını kapsar. Bu bölgelerde üst yarı uzaya gönderdikleri ışık akısı yüzdeleri % 0 (ULOR = % 0) olan yüksek verimli armatürler içinde sadece alçak basınçlı sodyum buharlı lambalar kullanılmalıdır.

II. Bölge : Belediye mücavir alanları ile kentsel çalışma ve gelişme alanları, imar ve yol istikamet planı bulunmayan beldeler ve köy sınırlarını kapsar. Bu bölgede kullanılacak armatürlerin üst yarı uzaya gönderdikleri ışık akısı yüzdeleri % 5'den az (ULOR ? %5) olmalıdır.

III. Bölge : 3030 Sayılı Kanun kapsamındaki Büyükşehir Belediyeleri ve 1580 Sayılı Kanun kapsamındaki diğer belediyelerin sınırları içindeki kentsel yerleşik ve gelişme alanları ile mücavir alanları kapsar. Bu bölgelerde güvenlik amaçlı yol aydınlatması armatürlerinin üst yarı uzaya yaydıkları ışık akısı % 5'den az (ULOR ? %5), eğlence ve reklam amaçlı dış aydınlatma armatürlerinin üst yarı uzaya gönderdikleri ışık akısı yüzdeleri ise % 15'den az (ULOR ? %15) olmalıdır.

IV. Bölge : Dış aydınlatmanın ve reklam aydınlatmalarının yoğun olarak kullanılması gerekli olan kentsel çalışma alanlarından ticaret bölgelerini ve turizm bölgelerini kapsar. Bu bölgelerde, güvenlik amaçlı yol aydınlatmaları için kullanılan armatürlerin üst yarı uzaya gönderdikleri ışık akısı yüzdeleri % 5'den az (ULOR ≤ %5) olmalıdır; turizm ve ticaret amaçlı sürekli aydınlatmalarda kullanılan armatürlerin üst yarı uzaya gönderdikleri ışık akısı yüzdeleri en fazla %15 (ULOR ≤ %15) olmalıdır. Yine turizm ve ticaret amaçlı olarak ve kısa süreler için yapılacak aydınlatmalarda ise, armatürlerin üst yarı uzaya gönderdikleri ışık akısı yüzdelerinin en fazla %20 (ULOR ≤ %20) olmasına müsaade edilebilir.

BÖLÜM 5. ŞEHİR AYDINLATMACILIĞI

5.1 Şehir Aydınlatmasının Faydaları

5.1.1 Can ve mal güvenliği

Şehirlerde kamusal alanların aydınlatılması asıl olarak insanlara ve mallarına karşı işlenen suçların azaltılması amacıyla başlatılmıştır.[5][8] Bugün, suç ve şiddet dolu davranışlar kamu alanları ve çevrelerindeki mülkler için büyük problemler halindedir. Aydınlatmanın toplum yaşamında bu tür istenmeyen durumların azalmasını sağlamasına katkıda bulunacak birçok araştırma yapılmıştır. Bu araştırmaların çoğu maalesef aydınlatmanın alanı ve/veya standartlarının detayları ile sınırlı kalmışlardır. Bu yüzden elde edilen sonuçlar yetersiz kalmıştır. Dahası suç bir çok şekilde ortaya çıkabilir. Örneğin;

- a. Gasp, şahsi saldırı ve yankesicilik
- b. Sokaklardaki araçların ve araçlardaki eşyaların çalınması
- c. Otomatik satış makinelerinden hırsızlık
- d. Kamu ve özel mülkiyetin tahrip edilmesi
- e. Sokağa bakan bahçe veya diğer özel mülklerden gasp
- f. İşlek caddelerde meydana gelen kapkaçlar
- g. Dükkan ve evlere zorla girilmesi
- h. Sabotaj ve terörist eylemler

Suç ve aydınlatma üzerine veriler içeren en belirgin yayınlardan biri, 28 Temmuz 1976'da Avam Kamarasında parlamento üyelerine sunulan, İngiliz Aydınlatma Enstitüsü Federasyonu (BLIF) ve Kamu Aydınlatması Mühendisleri Birliği (IPLE) ile ortak hazırladığı rapordur. Ayrıca IPLE yukarıdaki rapordaki verilere dayanarak iyi ve etkili kamu aydınlatması gereği üzerine bir bildiri hazırlamıştır. Bu veriler

1973 / 1974 kışında ciddi elektrik harcanmasının azaltılması ihtiyacından dolayı hükümet tarafından talep edilen yol aydınlatmalarındaki kesintilerin bir sonucu olarak elde edilmiştir. Kaydedilen veriler aşağıdaki gibidir:

- a. Brighton'da, Sussex Polisi, karanlık saatlerde bir yıl öncesine göre evlerden hırsızlık olaylarında %100, içinde insan olmayan araçlardan hırsızlık olaylarında %59 artış rapor etmiştir.
- b. Lancashire'de, Polis Preston Bölgesinde suç oranında %55'lik artışı gözler önüne sermiş ve yol aydınlatmasının azaltılmasının aşağıdaki suç kategorilerine doğrudan katkıda bulunduğunu belirlemiştir.

- Zorla eve girme %65 artış
- Zorla dükkana girme %66 artış
- Araçtan hırsızlık %13 artış
- Şahıslardan hırsızlık %25 artış
- Dükkan ve büfelerden hırsızlık %65 artış

Aydınlatmanın azaltıldığı ilk üç ayda halkta huzursuzluk dramatik olarak artmıştır.

Londra'da parlamentoda temsil edilen yerleşim bölgelerinden olan Bromley ve Redbridge'den her birinde çoğu gece dışarıya çıkmaya korkan yaşlılar ve gençlerin ebeveynleri olmak üzere 2000'den fazla şikayet alınmıştır.

Aynı IPLE çalışmasında, ABD'de geliştirilmiş kamusal aydınlatmadan dolayı suç oranlarındaki azalmayı gösteren aşağıdaki istatistiklerden alıntı yapılmıştır. (kaynak belirtilmemiştir.)

Tablo 5.1 ABD’de Kamusal Aydınlatmanın Geliştirilmesinden Sonraki Suç Oranları

YER	SUÇ TÜRÜ	ORAN
New York (halka açık parklar)	Vandalizmde	%50-80 düşüş
Detroit	Sokak suçlarında	%55 düşüş
Washington DC	Şahıslardan hırsızlık	%85 düşüş
Chicago	Şahıslardan hırsızlık	%85 düşüş
Chicago	Araçlardan hırsızlık	%10 düşüş
Chicago	Kapkaçta	%30 düşüş
St Louis	Araçlardan hırsızlıkta	%29 düşüş
St Louis	Ticaret yerlerinin soyulmasında	%13 düşüş

Fransa’da 1981’de 1 Ocak’tan 31 Ekim’e kadar olan periyot boyunca sokak aydınlatmasının etkileri üzerine bir araştırma yapılmıştır. Bu araştırma aydınlatma seviyesi ile suç dağılımı arasında belirli bir ilişki olduğunu göstermiştir. Seçilen alanda işlenen suçların %40’ı aydınlatma seviyesinin 5 lüks’ün altında olduğu yerlerde, %32’si 5 ile 10 lüks arasındaki yerlerde, %19’u 10 ile 15 lüks arasındaki yerlerde ve %8’i 15 lüks üzerindeki yerlerde gerçekleşmiştir. Genel olarak sonuçlar gündüz görülen hırsızlık olaylarının kalabalık bölgelerde gerçekleştiği ve kapkaç ve ufak tefek hırsızlıklardan ibaret olduğunu göstermiştir. Geceleri ise saldırganın karanlıkta fark edilmesi güçleştiğinden saldırılar daha yoğun ve yaralanmalar daha ciddidir.

Mevcut diğer pozitif veriler maalesef günümüzle ilişkilendirilmeyecek kadar eskimiştir. Buna rağmen istenmesi durumunda CIE’nin 115 No’lu yayını incelenirse konuyla ilgili diğer kaynakların isimlerine ulaşılabilir.

Yukarıdaki verilerden çıkarılan sonuçlara göre [5][8] kent içi aydınlatma tesisinin faydaları aşağıda özetlenmiştir:

- a. Karanlığın suçlu ve teröristlerin yardımcısı olduğuna dair kuvvetli belirtiler vardır.
- b. Şehir aydınlatması vandalizm, küçük suçlar özellikle ara sokaklardaki kamu mallarının bozulması ve kötüye kullanılmasına karşı caydırıcı özellikler taşır.
- c. Kentsel alanlarda aydınlatma sağlanmasının görüş uzaklığını arttırdığından yayalar olası tehlikelere karşı daha erken tepki gösterebilirler. Aydınlatma güvenlik güçlerine suçlu ve evsizlerin teşhisinde, suç eğilimlerinin kestirilmesinde yardım eder ve polislin kendi meslektaşlarına göre göz kulak olabilmelerini sağlar.
- d. Şehir aydınlatması geceleri, bölge sakinleri ve özellikle yayalar olmak üzere tüm yolu kullananlarda bir güvenlik hissi uyandırır.

Yollardaki kazaların azaltılması için ayrılan fonlardan başka şehir aydınlatmasına fon ayrılmasının sürdürülmesi gece bir bölgenin güvenliğinin sağlanmasında hayati rol oynadığından cesaretlendirilmelidir.

5.1.2 Yollardaki kazalarda azalma

Yollardaki aydınlatmanın kabul görmüş standartlarda tesis edilmesinin gece olan kazaların sayısını ve şiddetini azaltacağı iyi bilinmektedir. Bu konuyla ilgili daha fazla bilgi edinmek için 93 No'lu CIE yayını olan 1992'de yayınlanmış "Kazalara Karşı Önlem Olarak Yol Aydınlatması" incelenebilir.

Toplanan verilerin çoğu otoyol ve ana arterlerdeki kazalarla ilgilidir. Yerel ve şehir içi yollardaki kazalara aydınlatmanın katkısına dair çok az bilgi mevcuttur.

Yayaların geçirdiği kazalar, özellikle karanlık ve alacakaranlıktaki alanlarda tüm yol kazaları arasında büyük bir yüzdeyi oluşturmaktadır. Bu kazaların çoğu tren istasyonu girişleri ve otobüs duraklarında meydana gelmektedir. Yine de geç saatlerde yerleşim yerlerinde meydana gelen kazalar hatırı sayılır düzeydedir. Bunlar çocukların kaldırımında ve yol üzerinde oynadıkları tamamen konutlardan oluşan sokakların yanı sıra okul ve eğlence yerleri yakınlarında de meydana gelmektedir. [8]

Başka bir problem ise yaya geçidi dışındaki yerlerden yolları geçen yaşlı, düşkün ve diğerleridir. Ayrıca bunlara yollarda bulunan bisikletlerin (motorlu veya motorsuz) çarptığı veya çarpmamak için savrulduğu kazalara sebep olan hayvanların varlığında ileri gelen tehlike de eklenmelidir.[8]

Genelde trafiğin düşük hızlardaki seyri yayalara hatalı olarak bir güvenlik hissi vermektedir. Sebep ne olursa olsun bu sokaklardaki yüksek kaza oranı göz ardı edilemez. Gece oluşan kazalar azaltılmak isteniyorsa uygun ve yeterli standartlarda aydınlatma mutlaka sağlanmalıdır.[5][8]

5.2 Yolların Sınıflandırması

Şehirlerde hiç kuşku yok ki hayatın akışını sağlayan en önemli yerler yollardır. Şehir içindeki ve dışındaki yolların bir çok farklı çeşidi olabilir. Her çeşit yol için farklı güvenlik ve emniyet gereksinimleri vardır. Büyüyen dünyamızda özellikle geceleri güvenlik ve emniyet kavramları aydınlatmanın kalitesi ve yeterliliği kavramları ile eş anlamlı hale gelmiştir. Motorlu, motorsuz araç trafiği ve yaya trafiği için ayrı ayrı gereksinimler söz konusudur. Uluslararası Aydınlatma Komitesi bu ihtiyaçlardan doğan gereksinimleri gidermek ve karmaşayı ortadan kaldırmak için çeşitli çalışmalar yapmış ve bunlara ilişkin raporlar hazırlamıştır.

Bu bilgiler ışığında motorlu araç ve yaya trafiği olan alanlardaki değişik yol tipleri için tanımlanan aydınlatma sınıfları ve bu aydınlatma sınıfları için uygulanacak yol aydınlatması kriterleri aşağıdaki tablolarda verilmiştir. Aşağıda şehirlerin farklı bölgelerine göre yapılan açıklamalarda gerektiğinde bu tablolara başvurmak suretiyle bilgi verilebilir. [5][8][17]

Tablo 5.2 Farklı Yol Tipleri için Aydınlatma Sınıfları

Yolun Tanımı	Aydınlatma Sınıfı
Bölünmüş yollar, ekspres yollar, otoyollar (otoyola giriş ve çıkışlar, bağlantı yolları, kavşaklar, ücret toplama alanları) Trafik yoğunluğu ve yolun karmaşıklık düzeyi (Not 1); Yüksek.....	M1
Orta.....	M2
Düşük.....	M3
Devlet yolu ve il yolları (tek yönlü veya iki yönlü; kavşaklar ve bağlantı noktaları ile şehir geçişleri ve çevre yolları dahil) Trafik kontrolü (Not 2) ve yol kullanıcılarının (Not3) tiplerine göre ayrımı (Not 4); Zayıf.....	M1
İyi.....	M2
Şehir içi ana güzergahlar (bulvarlar ve caddeler), ring yolları, dağıtıcı yollar Trafik kontrolü (Not 2) ve yol kullanıcılarının (Not 3) tiplerine göre ayrımı (Not 4); Zayıf.....	M2
İyi.....	M3
Şehir içi yollar (yerleşim alanlarına giriş çıkışın yapıldığı ana yollar ve bağlantı yolları) Trafik kontrolü (Not 2) ve yol kullanıcılarının (Not 3) tiplerine göre ayrımı (Not 4); Zayıf.....	M4
İyi.....	M5

Not 1. Karmaşıklık: Yolun geometrik yapısını, trafik hareketlerini ve görsel çevreyi içerir. Göz önünde bulundurulması gereken faktörler; şerit sayısı, yolun eğimi, trafik ışık ve işaretleridir.

Not 2. Trafik kontrolü: Yatay ve düşey işaretlemeler ve sinyalizasyon ile trafik mevzuatının varlığı anlamında kullanılmıştır. Bunların olmadığı yerlerde trafik kontrolü zayıf olarak adlandırılır.

Not 3. Kullanıcılar: Motorlu araçlar (kamyon, otobüs, otomobil vb.), bisiklet, yavaş araçlar ve yayalar kullanıcı olarak adlandırılırlar.

Not 4. Ayrım: Tahsisli yol (Her bir trafik cinsinin kullanacağı şeridin kesin olarak ayrıldığı yerler, örneğin otobüs yolu, bisiklet yolu vb.).

Tablo 5.2’de tanımlanan aydınlatma sınıfları için parıltı, enine ve boyuna düzgünlük oranları ve kamaşma sınırlaması ile ilgili değerler Tablo 5.3’de gösterilmektedir.

Tablo 5.3 Değişik Aydınlatma Sınıfları için Uygulanacak Yol Aydınlatması Kriterleri

Aydınlatma sınıfı	L (cd/m ²)	U ₀	U ₁	TI (%) ≤
M1	2	0,4	0,7	10
M2	1,5	0,4	0,7	10
M3	1	0,4	0,5	10
M4	0,75	0,4	-	15
M5	0,5	0,4	-	15

Burada;

U₀ : Ortalama Düzgünlük : Yolun sağ kenarından yol genişliğinin ¼ mesafesinde bulunan bir gözlemciye göre kısmi alanların minimum parıltısının yolun ortalama parıltısına oranıdır.

$$U_0 = \frac{L_{\min}}{L_{\text{ort}}} \quad (5.1)$$

U₁ : Boyuna Düzgünlük : Her yol şeridinin orta çizgisi üzerinde bulunan gözlemci noktasına göre, bu orta çizgi boyunca uzanan kısmi alanlardaki minimum parıltının maksimum parıltıya oranıdır.

$$U_1 = \frac{L_{\min}}{L_{\max}} \quad (5.2)$$

TI : Bağlı Eşik Artışı : Fizyolojik kamaşmanın neden olduğu görülebilirlik azalmasının ölçüsüdür. Kamaşma koşullarındaki parıltı eşiği ΔL_K ile kamaşma olmadığındaki ΔL_e eşik farkının ΔL_e 'ye oranı olarak ifade edilir.

$$TI = \left\{ \frac{\Delta L_K - \Delta L_e}{\Delta L_e} \right\} \quad (5.3)$$

Yaya trafiği olan alanlardaki değişik yol tipleri için tanımlanan aydınlatma sınıfları ve bu aydınlatma sınıfları için uygulanacak ortalama aydınlık şiddeti değerleri Tablo 5.4'de verilmektedir.

Tablo 5.4 Yaya Alanlarındaki Değişik Yol Tipleri için Aydınlatma Sınıfları ve Aydınlik Düzeyi Değerleri

Yolun Tanımı	Aydınlatma Sınıfı	Ortalama Aydınlik Düzeyi (lüks)
Sosyo-ekonomik ve kültürel önemi yüksek olan kalabalık yaya yolları	P1	20
Trafiği yüksek yaya veya bisiklet yolları	P2	10
Trafiği orta yaya veya bisiklet yolları	P3	7,5
Trafiği az yaya veya bisiklet yolları	P4	5
Doğal çevrenin, tarihi ve kültürel yapının korunması gereken alanlardaki trafiği az yaya veya bisiklet yolları	P5	3
Doğal çevrenin, tarihi ve kültürel yapının korunması gereken alanlardaki trafiği çok az yaya veya bisiklet yolları	P6	1,5

5.3 Şehir Aydınlatması için Öneriler

Bu bölümde aşağıdaki uygulama alanlarına yönelik öneriler yer almaktadır.[8][17]

- Yerleşim bölgeleri
- Sanayi bölgeleri

- Ticaret bölgeleri
- Muhtelif bölgeler: Yürüyüş yolları, patikalar, yaya geçitleri, yaya merdiven ve rampaları, bisiklet yolları, yay ve bisikletliler için köprü, alt ve üst geçitler.

Her uygulama için öneriler “Tasarım Hedefleri” verilerek incelenmiştir. “Tasarım Hedefleri”nde aydınlatma ihtiyaçları tablolar halinde düzenlenmiştir. Aydınlatma ihtiyaçları iki şekilde verilmiştir. Birincisi yer seviyesinde yatay aydınlatmadır. İkincisi ise yeni bir alternatif, tasarım kılavuzu olarak kullanılabilen yer seviyesinden 1,5 m. Yukarıdaki yarı silindirik aydınlatmadır.

a. Yatay Aydınlatma

Bu aydınlatma tasarımı şekli uzun zaman önce kabul görmüştür ve hala bazı geçerli ulusal uygulama kodlarına temel teşkil etmektedir. Hesaplanması ve ölçümü daha kolaydır ve gözlemci konumuna bağlı değildir. Bu sebepten dolayı bir tasarım standardı olarak kabul görmektedir. Genelde aydınlatma seviyesinin ölçümünde önerilen ortalama değerler kullanılmalı ve hiçbir noktanın önerilen minimum değer altına düşmemesi için kontroller yapılmalıdır.

b. Yarı Silindirik Aydınlatma

Yoğunlukla yayalarca kullanılan alanlarda gece çevredeki veya yaklaşan insanları makul bir uzaklıktan fark edebilmek en önemli aydınlanma ihtiyacıdır. Çok gerekli olan güvenlik hissini uyandırılması için diğer insanın dost, zararsız veya saldırgan olduğunu uygun tepkiyi verecek kadar kısa sürede fark edebilmek mümkün olmalıdır. Araştırmalara göre, herhangi bir saldırgan işareti fark ederek savunma durumuna geçebilmek için gerekli minimum uzaklık, gözlemcinin önüne doğru tam 4 m'dir. İnsan yüzünün ortalama yüksekliği seviyesindeki (yaklaşık kaldırım seviyesinden 1,5 m yukarıda) dikey aydınlatma yeterli görüş şartlarını sağlayacaktır. Fakat bir takım nedenlerden dolayı sadece dikey aydınlanma optimum parametre olamamaktadır. Bu yüzden daha yeni olan yarı silindirik aydınlatma konseptinin tanıtımı da bu çalışma içine dahil edilmiştir. Araştırmalar göstermiştir ki, bir insanın niyetini 4 m'den fark edebilmek için gerekli minimum yarı silindirik aydınlanma

miktarı yerden 1,5 m yukarıda 0.8 lüks kadardır. Gerekli önlemleri alabilmek için daha uzun süre sağlayan 10 m. uzaklıkta ise önerilen seviye 2,7 lüks'tür.

Her konumda yeteri kadar yüksek fark etme ihtimali sağlayabilmek için gerekli minimum yarı silindirik aydınlanma seviyeleri öneriler arasında verilmiştir.

Yarı silindirik aydınlanmanın ölçüm ve hesaplama yöntemlerinin detayları EK C'de verilmiştir. Benzer şekilde rahatsızlık verici parlaklığın belirlenmesinde yayaların doğrudan ışığa bakması riski bulunan alçak monte edilmiş aydınlatıcılar (yaklaşık 7m'ye kadar) için kullanılan yeni bir yaklaşım ortaya sürülmüştür. Bu yaklaşım tek tek aydınlatıcıların ışık yayma alanlarının aydınlanmasına dayanır. Hesaplama yöntemi detayları EK C'de gösterilmiştir. İşin içine aydınlatıcı tasarımı da girdiğinden bu yeni yaklaşımla göz alma problemine karşı uygulama tecrübesi fazla kazanılamamıştır. Bu yüzden tablolarla yüksek parlaklık değerleri önerilmesine rağmen daha düşük değerlerin kullanımına çaba gösterilmelidir.

Yayaların gereksinimlerini karşılamak için aydınlatma parametrelerinin farklı şekillerde verilmesi yeniliklere engel olamaz aksine cesaretlendirir. Zaten muhafazakar tasarımcılar hala geleneksel parametreleri kullanmaktadırlar. Tasarımcılar kendi ihtiyaçlarına hangi parametrelerin uyduğuna karar verir ve ona göre hesaplama yaparlar. Bir parametrenin sağlanması diğerlerinin de her zaman sağlanmasını garantilemez. Çünkü bu kullanılan aydınlatıcıların (ışıklıların) ışık dağıtım karakteristiklerine de bağlıdır.

c. Modelleme

Meydanların aydınlatılması gibi durumlarda insanların görünüşü, alandaki oturulacak yerler ve mimari özellikler de göz önüne alınmalıdır. Bu açıdan tasarıma yardımcı olacak bilgiler EK C'de verilmiştir. Belirtilen tüm aydınlatma seviyesi değerlerinin sağlanmış değerler olduğuna dikkat edilmelidir.

5.3.1 Yerleşim bölgeleri

Konutlara ayrılmış bölgeler bir köy, kasaba veya şehrin mesken olmaya uygun veya halihazırda mesken olarak kullanılan alanlardır. Bu meskenler aşağıdakilerden herhangi biri olabilir.[8]

- a. Bir veya daha fazla ailenin oturduğu, alçak, genellikle ön veya arka bahçesi olan müstakil veya yarı müstakil yapılar
- b. Sokak boyunca bitişik inşa edilmiş genellikle tek tip teras tipi evler
- c. Site gibi özelleşmiş mesken alanlar
- d. Yüksek otel veya apartman blokları
- e. Eski kasabalarda dükkan ve ofisler ile aynı binada bulunan meskenler, sokaklar düz veya kıvrımlı, geniş veya dar olabilirler.

5.3.1.1 Caddeler

Tasarım Hedefleri

Bu yollar bir mesken mahaldeki tüm yolları bir artere bağlayan ana yollardır. Bunlar 12.2 Nolu CIE yayımına göre M5 sınıfı yollardır (Tablo 5.3). Fakat mesken mahallerin içlerinden geçtikleri için aydınlatma tasarımına bölge sakinlerinin ihtiyaçları da dahil edilmelidir.

Bu yollar sosyal merkezlere, açık otopark alanlarına, otobüs durağı ve tren istasyonlarına ulaşılan ana yollardır. Bu yüzden üzerlerinde yoğun olarak yaya ve bisikletliler bulunacaktır ve bunların özel gereksinimleri de göz önünde bulundurulmalıdır.

Tablo 5.5 Caddeler için Aydınlatma Gereksinimleri

a. Yaya kullanımını ağırlıktaysa kullanılacak değerler

	$E_{H(Ort)}$	$E_{H(min)}$	$E_{SC(min)}$
Sokak genişliği boyunca (kaldırımlar dahil)	5 lüks	2 lüks	1 lüks

Yatay aydınlatma değerleri (E_H) yer seviyesi için geçerlidir. Yarı- silindirik aydınlanma değerleri (E_{SC}) ise yola paralel olarak her iki yönde ve yer seviyesinin 1,5 m üzeri için geçerlidir.

b. Taşıtların kullanımını ağırlıktaysa kullanılacak değerler için Tablo 5.2'deki ilgili değerler kullanılır

Kaldırımlarda bitişik yol üzerindeki %50'sinden az olmayan bir ortalama yatay aydınlanma sağlanmalıdır.

5.3.1.2 Ara yollar

Tasarım Hedefleri

Genellikle geceleri bu sınıftaki yolları sık kullananlar yayalar olduğundan görüş standardı sadece yol yüzeyinin aydınlanması değildir. Bu yollar araçların hızını azaltacak şekilde tasarlandığından araç sürücüsünün bir engeli fark etme süresi oldukça artar. Bu yollar için aydınlatma tasarım kriterleri yolu kullananın aşağıdaki kabiliyetlerini optimize etmelidir:

- Görsel olarak yön bulabilme
- Yol üzerindeki engelleri fark edebilme
- Diğer insanların hareket ve niyetini fark edebilme
- Sokak levhaları ve kapı numaralarını okuyabilme
- İşaretler, duraklar, çöp kutuları, yangın muslukları, kaldırım bitişlerini görebilme
- Sokağın ve çevresinin güzel görünmesi

Tablo 5.6 Ara Yollarda Yayalar için Aydınlatma Gereksinimleri

Yayaların gereksinimleri: Bu değerler yaya kullanımı ağırlıklı olduğunda kullanılır.

	$E_{H(Ort)}$	$E_{H(min)}$	$E_{SC(min)}$	$L.A^{0,25}$
Orta yoğunlukta yaya kullanımı	3 lüks	1 lüks	0,8 lüks	a.6000 b.8000 c.10000
Yüksek yoğunlukta yaya kullanımı	4 lüks	1,5 lüks	1 lüks	

Yatay aydınlanma değerleri yer seviyesi için geçerlidir. Yarı-silindirik aydınlanma değerleri yol boyunca her iki yön için geçerlidir. Kamaşma değerleri (a) 4,5 m (b) 4,5 m ile 6 m arası (c) 6 m üzeri montaj yükseklikleri için maksimum $LA^{0,25}$ değerleridir.

Tablo 5.7 Kaldırımlarda Aydınlatma Gereksinimleri

Şehir Merkezleri				
	$E_{H(Ort)}$	$E_{H(min)}$	$E_{SC(min)}$	$L.A^{0,25}$
Araç ve yaya karışık	25 lüks	10 lüks	10 lüks	a.6000 b.8000 c.10000
Tamamen yaya kullanımı	15 lüks	5 lüks	5 lüks	

Banliyölerdeki Alışveriş Sokakları				
	$E_{H(Ort)}$	$E_{H(min)}$	$E_{SC(min)}$	$L.A^{0,25}$
Araç ve yaya karışık	20 lüks	8 lüks	8 lüks	a.6000 b.8000 c.10000
Tamamen yaya kullanımı	10 lüks	3 lüks	4 lüks	

Köy – Kasaba Merkezleri				
	$E_H(\text{Ort})$	$E_H(\text{min})$	$E_{SC}(\text{min})$	$L.A^{0,25}$
Araç ve yaya karışık	10 lüks	4 lüks	4 lüks	a.6000 b.8000 c.10000
Tamamen yaya kullanımı	8 lüks	2 lüks	3 lüks	

Yatay aydınlanma değerleri (E_H) tüm yer alanı için geçerlidir. Yarı-silindirik aydınlanma değerleri yol boyunca yaya akışı olan her iki yön için geçerlidir. Kamaşma değerleri (a) 4,5 m (b) 4,5 m ile 6 m arası (c) 6 m üzeri montaj yükseklikleri için maksimum $LA^{0,25}$ değerleridir. Yukarıda verilen tüm tablolarda Tablo 5.2, Tablo 5.3 ve Tablo 5.4'de verilen standartlara göre hareket etmek gerekmektedir.

5.3.1.3 Özelleşmiş mesken mahaller

Yaşam alanlarının sınırlı erişimli olarak inşa edilmesi veya mevcut yapının bu hale getirilmesi mesken tasarımında yeni sayılabilecek bir gelişmedir. Bu alanlar, içinde yaşayanların meskenler arasındaki ve etrafındaki bazı imkanları ortak kullandıkları yüksek yoğunluklu yaşam birimleri oluştururlar. Böyle alanlarda araç hareketleri oldukça sınırlıdır ve yolun sağı yayalara ayrılmıştır. Bu gereksinimleri sağlamak amacıyla araç yolları çok dardır ve bazı durumlarda aralığı 50 m'den fazla olmayan fiziksel ve görsel engeller kullanılmıştır. Bazı komplekslerde ise araçların, çocukların da üzerinde oynadığı yayalarca kullanılan yolları kullanmaları gerekmektedir.

Tasarım Hedefleri

Aydınlatma geceleri aşağıdaki gereksinimleri karşılayabilmelidir:

- Sakinlerin toplanıp görüşebileceği hoş bir ortam sağlamak
- Taşıt ve bisikletlerin kompleks içinde düşük hızlarda park yerine kadar güvenle hareketini sağlamak

- c. Çocukların oynamasına imkan vermek
- d. Karanlık köşeleri ortadan kaldırarak kompleks içindeki suça yönelik eğilimleri yok etmek
- e. Yatak odalarında istenmeyen ışığın odaya sızmasını sağlamak

Tablo 5.8 Özelleşmiş Mesken Mahaller için Aydınlatma Gereksinimleri

	$E_H(Ort)$	$E_H(min)$	$E_{SC(min)}$	$L.A^{0,25}$
Yüksek yoğunlukta Kullanılan alanlar	8 lüks	4 lüks	3 lüks	
Orta yoğunlukta Kullanılan alanlar	5 lüks	2 lüks	2 lüks	a.6000 b.8000 c.10000
Düşük yoğunlukta Kullanılan alanlar	3 lüks	1 lüks	1 lüks	

Yatay aydınlanma değerleri (E_H) yer seviyesi için geçerlidir. Yarı-silindirik değerler ana yaya akışı boyunca her iki yön için geçerlidir. Kamaşma değerleri (a) 4,5 m'ye kadar (b) 4,5 ile 6 m arası (c) 6 m üzerindeki montaj yükseklikleri için maksimum $LA^{0,25}$ değerleridir.

Tüm alanda aydınlatma düzeylerinin bir olması gerekmez, aslında böyle olması tercih edilmez. Bu seviyelerdeki değişim gece kompleksin görünüşündeki çekiciliği artırır. Gezinti ve oyun alanları yüksek seviyelerde insanların toplanıp görüştikleri yerler yarı-silindirik aydınlanma ağırlıklı olarak orta seviyelerde yeşil alan ve park alanları ise en düşük seviyelerde aydınlanma gerektirirler.

5.3.2 Sanayi bölgeleri

Son yıllarda banliyölerin gelişimiyle birlikte sanayi bölgeleri de kayda değer bir değişim geçirmiştir. Büyük endüstriyel işletmeler özelleşmiş bölgelerde birleşme eğiliminde olsalar da küçük olanların ticari sahalar ve bazen de meskun mahallerde

gelişigüzel gelişimine izin verilmiştir. Çoğu yerel otorite küçük sanayi işletmelerinin kontrol altına alınması gerektiğini fark etmiştir. Bunun sonucunda endüstriyel kompleks oluşturma yönündeki eğilimler kuvvetlenmiştir.

Büyük finansal kuruluşlar binaların satıldığı veya kiraya verildiği cazip endüstriyel mülkler inşa ettirmektedirler. Bu tür yerlerde tüm kompleksi cazip hale getirmek amacıyla yol ve çevre düzenlemesi çekici ve rahat bir tarzda yapılmaya özen gösterilir. Yolları genellikle ağır taşıtlar kullandığından meskun mahallerdeki yollardan daha geniştirler. Toplu taşıma sağlandığı yerde kaldırımlar da genellikle yaya trafiğini rahatlatmak amacıyla geniştirler.

Tasarım Hedefleri

Endüstriyel alanlar hali hazırda bir kasabanın parçası bulduklarında binalar ana yollar üzerinde bulunurlar ve aydınlatma standartları 12.2 No'lu CIE yayınına göre olmalıdır, bu yayının gerektirdikleri Tablo 5.2, Tablo 5.3 ve Tablo 5.4'de verilmiştir. Özellikle vardiyalı çalışan fabrikaların bulunduğu yerlerdeki bazı önemsiz yollar ve yeni sanayi bölgelerine bağlanan yollar geceleri kısa süreliğine yoğunlukla kullanılırlar. Lambaların kısılmasını mümkün kılan tesislerin bulunduğu veya kurulabileceği yerlerde (örneğin; besleme frekansını değiştirerek veya ayrı ayrı anahtarlanan 2 lamba kullanarak) talebe göre aydınlatma standardını otomatik olarak değiştirerek hatırı sayılır elektrik tasarrufu sağlanabilir.

Tablo 5.9 Endüstriyel Alanlar için Aydınlatma Gereksinimleri

a. Yaya kullanımı ağırlıklı olduğunda kullanılacak değerler

	$E_{H(Ort)}$	$E_{H(min)}$	$E_{SC(min)}$
En kalabalık zamanlar	5 lüks	2 lüks	2 lüks
Diğer zamanlar	2 lüks	0,5 lüks	1 lüks

Yatay aydınlanma değerleri (E_H) yer seviyesi için geçerlidir. Yarı silindirik aydınlanma değerleri yol boyunca her iki yön için geçerlidir. Bu alanlarda standart

aydınlatma direk ve lambaları kullanılabilir kamaşma değerleri ile ilgili olarak CIE kamaşma standart değerleri önerilir.

b. Taşıt kullanımı ağırlıklı olduğunda; 12.2 No'lu CIE yayını baz alınmalıdır. Bazı endüstriyel alanlarda fabrika sahipleri binaların güvenliği için sokak lambalarına güvenirlir. Bu gereksinim genellikle yerel otoritelerinin politikaları kapsamında bulunmaz ve bu yüzden tablolarda yer verilmez. Bu gereksinimi karşılayacak değerler şöyle olmalıdır:

- Bina Ön Cephelerinde Ortalama Düşey Aydınlık Düzeyi : 4 lüks
- Tüm Çevrede Ortalama Yatay Aydınlık Düzeyi : 2 lüks

Bu değerler binaların ortalama yansımaya faktörlerine (yaklaşık 0,15) dayanır ve seviyeler binanın bulunduğu bölgedeki ortalama yansımaya faktörlerine göre azaltılıp arttırılabilir.

5.3.3 Ticari bölgeler

Köy ve kasabaların gelişimlerinin ilk safhalarında ticari alanlar, dükkanlar, restoran ve eğlence yerleri merkezde bulunuyordu. Zamanla gelişme arttıkça bu bölgedeki sokaklar hızla yayalar ve araçlarla doldu. Bu yayalar için bir tehlike oluşturuyordu. Aynı zamanda araç sahipleri alışveriş yerlerine yakın park etmek istediğinden park sorunu da ortaya çıkmıştı. Bu problemleri fark eden şehir planlamacılar şehrin veya kasabanın çevresinde veya nüfus yoğunluğunun daha az olduğu bölgelerde yeni ticaret bölgeleri oluşturmaya başladılar.

Bu yeni alanlar yayalar için meydan ve sokaklarla çevrili olarak yapılar veya büyük kapalı alışveriş merkezleri halindeydi. Bu şekilde bir gelişme eski merkezdeki iş alanlarının iş hacmini ve önemini yitirmesine sebep oldu. Bu yeni eğilimin farkına varan yerel otoriteler bu değişimi durdurmanın yollarını aradılar ve insanları eski merkezlere tekrar çekmeye çalıştılar. Bu gerekliydi çünkü aksi takdirde eski merkezlerde sadece kapatılan dükkanlar ve boş evler kalacaktı. Böyle merkezler genellikle toplumun istenmeyen öğelerinin barınağı haline geldi.

Merkezleri yeniden canlandırmak için kullanılan yöntemlerden biri ana caddelere araç girişini sınırlandırmak ve yayalara açmaktır. Bu değişikliklerin etkili olabilmesi için bu alanların görüntüsü cazip hale getirilmeliydi. Sokağa gece ve gündüz için kendisine ait bir karakter verilmeliydi. Eski yollar yeniden düzenlenip araç trafiğine kapatıldı, yürüyüş ve dinlenme alanları ve yeşil alanlar hazırlandı. Bu canlandırma girişimlerinin önemli bir unsuru aydınlatma ve ilgili ekipmana verilen önemdi. Yayalara yönelik bir çok ticari alan, alışveriş yapanları büfe, kafe, market gibi küçük özelleşmiş tipteki dükkanlara çekecek şekilde tasarlanmaya başladı. Çünkü süpermarket, hipermarket gibi daha büyük yerler yakın çevrede geniş park alanları gerektirmektedir.

Bu alanlar gerekli hallerde acil durum ve nakliye araçları için bir giriş açılabilir şekilde işler hale geçirilmiştir.[8] Özel koruma altındaki bölgelerde, veya yerel önem taşıyan binalar ve anıtlar ilgi çekmek, insanların merakını uyandırmak için kullanılabilir. Bu yüzden bu bölümde 3 unsur ele alınmıştır:

1. Ana caddeleri ve alışveriş merkezleri ile bir eski tip şehir merkezi
2. Yüksek alışveriş yoğunluklu sokaklar ve trafiğe kapalı veya az araç geçişine izin verilen yollar
3. Sadece yayalara özel açık hava alışveriş merkezleri

Tasarım Hedefleri

Aydınlatma standardının en az %100 arttırılmasının gerektiği yüksek yaya yoğunluğu olan yerler dışında araç sürücüleri için aydınlatma gereksinimleri 12.2 No'lu CIE yayınındakilerin benzeri olacaktır (Tablo 5.3). Bu sürücülerin yoldaki veya yolu geçecek olan yayaları daha iyi görmelerini sağlayacaktır. Bu alanlarda genellikle yaya kullanımı ağırlıkta olduğundan gereksinimlerine özel ilgi gösterilmelidir.

Yayalar aşağıdakileri rahatlıkla yapabilmelidirler:

- a. Yol boyunca yürüdükleri yüzeyi görebilmelidirler. Bu basamakları, rampaları görebilmek için ve bozuk kısımlara takılmamak için gereklidir.
- b. Yaklaşan yayaların niyetlerini fark edebilme. Bu niyetin anlaşılması gözlemcinin gerekli önlemi erken alabilmesi açısından önemlidir. (genellikle yüz ifadesi en az 4 m uzaklıktan görülebilmektedir.) Aydınlatma kalitesi de gerektiğinde insanların teşhis edilmesi mümkün olacak şekilde olmalıdır.
- c. Yayalar yaklaşan araçları görebilmeli, uzaklıklarını, yönlerini ve hızlarını kestirebilmelidir.
- d. Bina tabelalarını ve bölgede yol bulmaya yarayan diğer işaretleri tanıyabilmelidir. Bu özellikle mekana yabancı olanlar ve turistler için çok önemli bir ayrıntıdır.

Ek olarak aydınlatma, insanları o alana çekecek, sosyal teması cesaretlendirecek, ilginç, hoş ve canlı bir gece görüntüsü sağlamalıdır.

Gece mütevazı ve estetik bir görünüş sağlayacak ölçüde spotların kullanımı trafığe eşsiz yarar sağlar. Gündüz yayaların yön bulmakta kullandığı bir işaret gece karanlığında tamamen kaybolabilir. Bunlar spotlardan bitişik duvardaki aydınlatma sütununa tutturulmuş tek bir lambaya veya stratejik olarak yerleştirilmiş süs amaçlı sokak lambalarından saçılan ışığa kadar bir çok yolla aydınlatılabilir.

Çevremizdeki çoğu olumsuz görüntü gece kaybolabilir ve yaratıcı bir aydınlatmayla daha değerli öğeler ön plana çıkarılabilir. Kentsel çevredeki tüm iyi şeylerin geliştirilmesi ve mümkün olduğunca çok insana zaman içinde hayatlarının değişmesine yardım edebilecek iyi mimari ve şehir planlamacılığı zevkinin sunulması ihtiyacı giderek artmaktadır. Eğer alan tamamı ilham vermeyecek bir yapıdaysa aydınlatmayı kendi başına cazip kılma yoluna gidilmelidir ve buna göre direk ve aydınlatıcı seçilmelidir. Bu bölgelerde montaj yüksekliği ve aydınlatıcı seçiminde oldukça fazla esnekliğe izin verilir. Seçim mimariye ve direkler için müsait alana bağlı olacaktır. Aşağıda bazı öneriler sunulmuştur: [8][17][18][20]

a. 3 m altındaki montaj yükseklikleri

Bu alçak monteli sistemlerin dekoratif yapısından dolayı Tablo 5.6'daki değerler kullanılmaz. Düşük montaj seviyeli özel kısa aydınlatma direği veya diğer sokak mobilya bileşenlerine entegre edilmiş aydınlatıcılar, özel olarak tasarlandığından ve beton gibi özel malzemelerden yapıldığından kullanılabilirler. Fakat bunlar kullanıldığında yüz seviyesinde aydınlatmanın çok az olacağı mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır.

b. 3 ile 5 m arası montaj yükseklikleri

Bu tür aydınlatma için sıklıkla süsleyici - estetik güzelliği artırıcı - tipte aydınlatıcılar ayrı ayrı veya gruplar halinde kullanılır.

c. 5 ile 10 m arası montaj yükseklikleri

Bu yüksekliklerde ayrı ayrı veya gruplar halinde standart sokak aydınlatması kullanılabilir. Standart kıvrımlı tip veya dirsekli düz sütun tip direkler genellikle fazla cazip ve çekici değildir ve bu yüzden aralıklı kullanılması daha iyi olacaktır.

d. 10 m üzerindeki montaj yükseklikleri

Bu tip tesisler için en uygun armatürler derin çanak tipi veya spot tipi aydınlatıcılardır. Çanak tipi aydınlatma elemanlarının yeterli dikey aydınlatma sağlamasına dikkat edilmelidir bu yüzden genelde dar açılı olanları uygun görülmez. Spotlar benzer direklere veya bina üzerine monte edilebilirler ve çekici tasarım efektleri için idealdirler. Spotlar için parlaklık kontrolü ve bu tür merkezlerde bulunması muhtemel meskenlere ışık sızması dikkate alınmalıdır. Genellikle duvara monteli veya havada asılı sıralar halinde aydınlatıcılar düşünülebilir. Bu sistemlerin avantajları aşağıdaki gibidir:

1. Yaya ve taşıt trafiği için aydınlatma elemanının tesis edileceği yer sınırlaması yoktur.
2. Geçici veya taşınabilir sergi, pano gibi yapıların kurulmasına engel teşkil etmezler.
3. Maliyet genellikle daha düşük olabilir.
4. Devam eden bir inşaat tamamlandıktan sonra kurulabilir veya daha sonra düzenlenebilir.
5. Kutlama zamanlarında özel süslemeler için kullanılabilirler.

Dezavantajları aşağıdaki gibidir:

1. Askı kablolarının, dirseklerin ve aydınlatma tesisi besleme noktalarının bina yüzeylerine montajı her zaman kolaylıkla ikna edilemeyen bina sahiplerinin onayını gerektirecektir.
2. Balkonlar ve kalıplar üzerindeki güneşlikler istenmeyen karanlık bölgeler oluşturabilirler.
3. Eğer yüksek ağaçlar varsa aydınlatma görünmeyebilir.
4. Binaya yakın aydınlatıcılar duvar üzerindeki yama veya damarları ortaya çıkarabilir.
5. Meskenlere ışık sızması kontrol etmek zor olabilir.

Hem ticari bölgeler hem de bir şehir içinde akla gelebilecek her yer ile ilgili bir diğer aydınlatma gereksinimi de tabela ve işaretlerin aydınlatmasıdır. Bu tabelalar kişilerin yön bulmasını sağlayacak olan işaretçiler, trafik kuralları ile ilgili uyarıcılar veya reklam tabelaları olabilir. İşte bu tabelalar için gerekli olan maksimum parlaklık değerleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 5.10 Tabelalar için Aydınlatma Gereksinimleri

Aydınlatılacak alan	Değer
0,5 m ² 'ye kadar	1000 cd/m ²
2 m ² 'ye kadar	800 cd/m ²
10 m ² 'ye kadar	600 cd/m ²
10 m ² 'den büyük	400 cd/m ²

5.3.4 Muhtelif alanlar

Tüm şehirlerde yaya üst ve alt geçitleri, bisiklet yolları yaya geçitleri gibi bölgelerin aydınlatılmasına ihtiyaç olabilir. Yaya geçitlerinin aydınlatması yapılırken tıpkı yol aydınlatması yapılıyor gibi düşünülmeli ve bir yaya geçidinin dikkat çekiciliğinin artırılmasını sağlamak için çalışılmalıdır. Bu alanlar özellikle virajlar, şarampol ve uçurum kenarları, tali yol – ana yol birleşme noktaları gibi özenle ve dikkat uyandırıcı şekilde aydınlatılmalıdır.[8]

5.3.4.1 Yaya yolları ve patikaları

Çoğu şehirde yayaların park yerlerinden alışveriş veya eğlence yerlerine, meskenlerden sosyal yapılara ulaşımı ve parkların içinden geçişini sağlamak amacıyla patikalar yapılmıştır. Bu tür patikaların aydınlatılması için yapılması gerekenler aşağıdadır.

Tasarım Hedefleri

Bu alanların aydınlatılmasında başlıca gereksinimler şunlar olacaktır:

- a. Yayaların yürüdükleri patika üzerindeki engel ve/veya bozuklukları görmelerine imkan vermek
- b. Yayaların bölge sakinlerini yeterli sürede tanımalarını sağlamak ve kişilerin niyetlerini anlayarak gerekiyorsa önlem almalarını mümkün kılmak
- c. İnsanları oraya çekecek, rahatlık ve güven içinde oradaki imkanlardan faydalanabilecekleri cazip bir mekan oluşturmak

Bu gibi alanlarda kullanılacak direk yüksekliğinin en az 4 m olması hem ekonomik hem de görsel açıdan bir çok faydayı beraberinde getirecektir. Bu alanlar yaya trafiğinin en az seviyede seyrettiği bölgeler olduğu için kişiye dönük şiddet ve gasp eylemlerine rastlama olasılığının en yüksek olduğu bölgelerdir. Direkler dışında etraftaki telefon kulübeleri, tuvaletler, büfeler ve duvarların üzerine ya da etrafına

monte edilmiş ışık dağılımı geniş olan özellikle mantar ya da projektör tipi armatürler seçmek son derece faydalı olacaktır.[8][15]

Tablo 5.11 Yaya Yolları ve Patikaları için Aydınlatma Gereksinimleri

	$E_{H(Ort)}$	$E_{H(min)}$	$E_{SC(min)}$	$L.A^{0,25}$
Mesken mahallerdeki parklar	5 lüks	2 lüks	2 lüks	
Şehir merkezi	10 lüks	4 lüks	3 lüks	a)max8000 b)max1000
Tünel ve geçitler	10 lüks	4 lüks	10 lüks	

Yatay aydınlatma değeri patika boyunca ve her iki tarafta 5'er metre için geçerlidir. Yarı-silindirik değerler patika boyunca her iki yön için geçerlidir. Güvenlik sebeplerinden dolayı değerler hiçbir zaman 1,5 lüks altına düşmemelidir. Parlaklık değerleri (a) 4,5 m'ye kadar (b) 4,5 m üzeri montaj yükseklikleri içindir.

Tablo 5.12 Yaya Geçitleri için Aydınlatma Gereksinimleri

	$E_{H(Ort)}$	$E_{H(min)}$	$E_{SC(min)}$
Ticaret ve sanayi bölgeleri	25 lüks	10 lüks	10 lüks
Mesken mahaller	10 lüks	4 lüks	5 lüks

Minimum yarı silindirik aydınlanma geçide yaklaşan sürücülerin görebileceği yönde, yerden 0,5 m ile 1,6 m arasındaki bir yükseklikteki bir alan üzerinde hesaplanmalıdır. Ortalama yatay aydınlanma geçidin iki yanındaki yolun aydınlanma değerlerinin 1,5 katından az olmamalıdır.

5.3.4.2 Yaya merdiven ve rampaları

Zaman zaman yaya yollarında kısa basamaklı veya rampalı geçişler gerekli olmaktadır. Bu yükseklik farklarının yayalarca görülebilir olduğundan emin olunmalıdır.

Tasarım Hedefleri

Bu alanlar için başlıca gereksinim yayaların merdiveni ve merdivendeki herhangi bir engel ve/veya bozukluğu fark edebilmelerini mümkün kılmaktır.

Tablo 5.13 Yaya Merdiven ve Rampaları için Aydınlatma Gereksinimleri

	$E_{H(Ort)}$	$E_{V(Ort)}$
Merdivenler : a. yürüyen	-	< 20 lüks
b. sabit	> 40 lüks	-
Motorlu araç trafiği ile kesişme noktaları	40 lüks	-

Yürüyen ve sabit merdivenlerin aydınlatma değerleri arasında kolay görülebilirlik için kontrast sağlamak amacıyla belirgin bir fark olmalıdır. İnsanların ve merdivenlerin görünümü önemlidir. Bu yüzden ışık kaynağı seçerken dikkat edilmelidir. Özellikle estetik görünümün ön planda tutulduğu bir aydınlatma bölgesinin parçası ise merdiveni çevreleyen alanlarda renkli ışık kullanılabilir. Fakat merdiven ve onu kullananlar renk geriverim indeksi iyi olan bir kaynakla aydınlatılmalıdır.[8]

5.3.4.3 Bisiklet yolları

Çoğu ülkede bisikletlerin geceleri güvenli seyri için uygun aydınlatma sağlanması ihtiyacı vardır. Hollanda'da yapılan anketler çok sayıda bisikletlinin akşam ve gece vakitlerinde kendilerini güvensiz hissettiklerini ve çoğu tarafından aydınlatma eksikliğinin kaza oluşumuna katkıda bulunduğunun düşünüldüğünü göstermiştir. Bu özellikle bisiklet yolunu araba yoluyla kesiştiği yerlerde önemlidir. [8]

Tasarım Hedefleri

Bisiklet yollarında bisiklet sürücülerinin güvenliği için aydınlatma sistemi aşağıdakileri sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır:

- a. Yol kenarı ile bisiklet yolunun sınırlarını görülebilmelidir.
- b. Keskin virajlar, tümsekler ve engeller seçilebilmelidir.
- c. Yüzeydeki taş,dal v.b. nesnelere görülebilmelidir.
- d. Yerde sonradan oluşmuş çukurlar ve çatlaklar fark edilebilmelidir.
- e. Yoldaki diğer sürücülerin yer ve hızları kestirilebilmelidir.
- f. Motorlu araç veya yaya trafiği ile kesişme noktaları kolayca tanımlanabilmelidir.

Şehirlerde bisiklet yollarının bulunduğu yerler farklılıklar gösterebilir. Bazı şehirlerde bisiklet yolları trafiğin yoğun olarak aktığı ana arterlerin, önemli yolların, tünel veya kanalların yol kenarlarında, bazı şehirlerde ise tamamen araç ve yaya trafiğinden izole edilmiş şekilde bağımsız olarak bulunabilirler. Bu yolların bulunabileceği her ayrı yer için ayrı bir aydınlatma tasarımı yapmak gereği ortaya çıkmaktadır.

Aydınlatma tasarımının bir parçası olmamasına rağmen, bisiklet yollarının öncelikle uygun şekilde işaretlenmiş olması yapılacak tasarımın ekonomikliğini sağlamak açısından mantıklı bir yaklaşımdır. Bisiklet yolunun sınırları ve viraj, dönüş noktaları gibi yerler uzun ömürlü çıkmaz ve ışık altında parlayabilecek tür beyaz renk boya ile boyanmalıdır. Aksi durumlarda özellikle yağmurlu havalarda suyun yerdeki boya üzerinde meydana getireceği film tabakası işaretlerin ve yazıların iyice bulanıklaşmasına ve görülememesine neden olacaktır. Bu durumun uygun işaretleme durumunda da sorun çıkarabileceğini düşünerek, özellikle virajlar, tümsekler ve dönüşlerin olduğu yerlerde yeterli düşey aydınlık düzeyi değerleri sağlanmalıdır.

Yoldaki değişiklikler ve işaretçilerin görülebilir olması için yol yüzeyindeki yatay aydınlatma düzeyine ilişkin standartlara mutlaka uyulmalıdır. Bu standartlar, bisiklet sürücülerinin hızları 10 ila 20 km/s, Mopet sürücülerinin hızları da 30 ila 40 km/s arasında değiştiği ve bu da algılama zamanında rahatlık getirdiği için motorlu araç trafiği standartları kadar sıkı değildir. Aşağıda bisiklet yollarındaki aydınlatma gereksinimi ile ilgili önerilen değerler verilmiştir.

Tablo 5.14 Bisiklet Yolları için Aydınlatma Gereksinimleri

	$E_{H(Ort)}$	Düzensizlik (min/ort)
Geniş sokaklar	3 lüks	0,5
Yol kenarlarındaki bisiklet yolları	5 lüks	0,5
Motorlu araç trafiği ile kesişme noktaları	10 lüks	0,5

Uluslararası Aydınlatma Komitesi yapmış olduğu çalışmalarda motorlu araç trafiği ile kesişme noktalarına en az 100 m mesafeden başlamak üzere, bisiklet yollarının her iki yanda bulunan aydınlatıcılar ile, normal aydınlatma düzeyinin en az %50'si kadar fazla bir değerde aydınlatılmasının can ve mal güvenliği açısından son derece faydalı olacağını tespit etmiştir. Bu bölgelerde motorlu araçlar için izin verilen hız limiti 50 km/s ise 100, 100 km/s'e kadar ise 160 m önceden aydınlatmanın başlaması faydalı olacaktır.

5.3.4.4 Yaya ve bisiklet köprüleri

Bu bölgeler için temel gereksinimler şu şekilde sıralanabilir:

- Köprü'nün ortak kullanıldığı noktalarda yaya ve bisikletli etkileşimi güvenli bir biçimde sağlanabilmelidir.
- Yayalar veya bisikletliler köprü üzerindeki engelleri veya düzensizlikleri rahatça görebilmelidir.
- Köprüyü kullananlar tanıdıklarını fark edebilmeli ve kişiler arasında samimi ve dostça münasebetler gelişmesine imkan tanınabilmelidir.

Tablo 5.15 Yaya ve Bisiklet Köprüleri için Aydınlatma Gereksinimleri

	L_{Ort}	U_0	$E_{SC(min)}$	$L.A^{0,25}$
Caddelerle ortak kullanım	2 cd/m ²	0,4	2	
	$E_{H(Ort)}$	$E_{H(min)}$		
Ara yollarla ortak kullanım veya diğer trafikten ayrı kullanım	5 lüks	2 lüks	1 lüks	Maksimum 6000

Eğer köprü motorlu araç trafiğine de açıksa araç yolundaki aydınlık düzeyi değerinin en az %50'si yayalar için sağlanmalıdır. Yatay aydınlatma değerleri (E_H) yer seviyesi için geçerlidir. Yarı- silindirik aydınlanma değerleri (E_{SC}) ise yola paralel olarak her iki yönde geçerlidir. Köprüyü güzelleştirmek için kullanılabilir olan aydınlatma elemanlarının, yayalar ve bisikletlerinin görüşünü etkilemesine izin verilmemeli ve kamaşma ya da büyük gölgeler oluşması engellenmelidir.[8]

5.3.4.5 Yaya ve bisiklet alt geçitleri

Yaya ve bisiklet alt geçit ya da tünelleri günümüzde şehir taşımacılık sistemi ve trafiğinde önemli bir yer teşkil etmeye başlamıştır. Buralarda da halkın güvenliği ve emniyeti için uygun bir şekilde, gerekli aydınlatma düzeyini sağlayacak aydınlatma yapılmalıdır.[8]

Tasarım Hedefleri

Bu alanlar için temel gereksinimler şu şekilde sıralanabilir:

- Alt geçidin ortak kullanıldığı noktalarda yaya ve bisikletli etkileşimi güvenli bir biçimde sağlanabilmelidir.
- Yayalar veya bisikletliler kaldırımların üzerindeki engelleri veya düzensizlikleri rahatça görebilmelidir.

- c. Alt geçidi kullananlar tanıdıklarını fark edebilmeli ve kişiler arasında samimi ve dostça münasebetler gelişmesine imkan tanınabilmelidir.
- d. Alt geçit ve tüneller herhangi bir olumsuzluk olduğu anda hemen kaçılacak mekanlar olmadığı için, buralarda güvenlik ve emniyet gereksinimlerinin sağlanabilmesi için had safhada özen gösterilmelidir.
- e. Bu alanların gündüzleri gün ışığından faydalanma oranlarının düşük olduğu unutulmamalı ve aydınlatma tesisi kurulumunda bu konuya da özen gösterilmelidir.

Tablo 5.16 Yaya ve Bisiklet Alt Geçitleri için Aydınlatma Gereksinimleri

	$E_H(\text{Ort})$	$E_H(\text{min})$	$E_{SC}(\text{min})$	$L.A^{0,25}$
Sadece Yayalar ve Bisikletliler için:				
Gündüz:	100 lüks	50 lüks	25 lüks	6000 maks.
Gece:	40 lüks	20 lüks	10 lüks	

5.4 Sonuç

Bu bölümde “Şehir Aydınlatması”nda dikkate alınması gereken konulara ilişkin detaylı açıklamalar verilmeye çalışılmıştır. Bunların ışığında söylenecek son söz, bu kadar çalışmanın ve standartlaşma çabasının tek amacının “İnsan” olduğudur. Hedeflenen tüm değerler “İnsan”ların daha iyi, daha rahat, daha güvenli, daha emniyetli en önemlisi geleceğine kuşkuyla bakmadığı bir dünyada yaşayabilmesini sağlamak amaçlıdır. Bu düşünceden hareketle biz Aydınlatma Mühendisleri ve konuyla ilgili çalışan herkes, her yaptığı işi aslında bir anlamda kendisi, ailesi, ve sevdikleri için yaptığını aklından çıkarmamalı ve daha huzurlu şehirler oluşturmak için çabalamalıdır.

BÖLÜM 6. IŞIK KİRLİLİĞİ

6.1 Işık Kirliliği Kavramı

Günümüzde yaşlı dünyamız “hava, su kirliliği” gibi doğal hayatı yok edici tehlikelerle karşı karşıyadır. Sanayi devriminin ardından teknolojinin hızla ilerlemesiyle özellikle son 50 yıllık periyotta bunlara, göze uzaktan son derece hoş gelen, zararlarının anlaşılması çok uzun süreler almış olan “Işık kirliliği” de eklenmiştir. “Işık kirliliği” belli bir amaç için üretilen ışığın istenilen yerlerin dışına düşerek etkisiz aydınlatma yapması ve rahatsız edici sonuçların ortaya çıkması anlamına gelmektedir.

Projelendirme ve uygulamadaki yanlışlar sonucunda oluşan Işık Kirliliği, ülke ekonomisine; özellikle yol aydınlatmasındaki problemlerden dolayı, gereğinden fazla enerji harcanması, kamaşma, aşırı yansıma ve kör noktalar nedeniyle artan trafik kazaları, hırsızlık gibi olaylar nedeniyle ilave yük getirirken doğal hayatı etkileyerek bazı canlı türlerinin yok olmasına, insanoğlunun kültürel ve sosyal yaşantısını etkileyerek çeşitli psikolojik sorunların artmasına neden olmaktadır.

1999 yılı istatistiksel verilerine göre ülkemizde tüketilen 91222 GWh elektrik enerjisinin % 4.7’si genel aydınlatma amaçlı kullanılmıştır.[21] Genel aydınlatma adı altında toplanan bu tüketimin büyük bölümü yol aydınlatmalarında harcanmaktadır. Park ve bahçe aydınlatmalarında çoğu zaman bilinçsizce tüketilen enerji miktarları da küçümsenmeyecek boyutlardadır. Değeri her geçen yıl hızla artan ve bedeli ödenmediği için tüketici tarifelerine dahil edilen bu aydınlatma uygulamalarında doğru ve verimli çözümlerle güvenli, konforlu ve az enerji tüketen tesisatlar gerçekleştirilmesi temel amaç olmalıdır.[17]

İyi ve kaliteli bir aydınlatma tesisatından, aydınlatılması amaçlanan alanlara gereksinim duyulan miktarlarda ışık göndermesi beklenilir. Kullanılmayan alanların aydınlatılmasının ya da kullanılan alanlarda gereğinden fazla aydınlatma yaratılmasının büyük enerji savurganlığı olacağı açıktır. Yetersiz bir aydınlatma emniyet ve konfor açısından büyük bir tehlike yarattığı gibi, yanlış yönlendirilmiş aşırı bir aydınlatma da kamaşma problemi nedeni ile görüş koşullarını tamamen bozabilir.

Yol aydınlatmalarından beklenen, emniyetli ve konforlu görüş olanakları yaratılarak, yolların ve alanların geceleri de rahatlıkla kullanılabilir olmasını sağlamaktır. Motorlu ve motorsuz araçlar, yaya ve hayvan trafiğinin olabildiği kent içi ulaşım yollarında trafiğin hızı, çeşidi ve çevre koşullarına uygun kriterlere sahip yol aydınlatması tesisatları ile gece kazalarının sayısında ve işlenen suç oranlarında önemli bir azalma sağlanmaktadır. Tüm dünya ülkeleri gibi ülkemiz için de önemli bir sorun olan enerji tasarrufunun lambaların gelişigüzel söndürülmesi yada tesisat yapılmaması ile değil, görme yeteneği ve görsel konfordan ödün vermeden, gerekli minimum düzeyde aydınlatmalar yaratılarak sağlanabileceği akıldan çıkarılmamalıdır. Bu şekilde gerçekleştirilecek aydınlatmalarla enerji tasarrufu sağlanabileceği gibi, ışık kirliliğinin de önüne geçilebilecektir.[17][26]

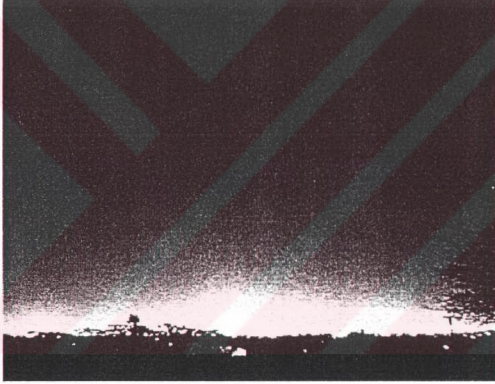
Ekonomik nedenlerle minimum değerlerde tesis edilen yol aydınlatması tesisatlarında, enerji tasarruf önlemleri düşünülerek lambaların gelişigüzel bir şekilde söndürülmesi ya da atlamalı yakılması gibi uygulamalar, mevcut sistemin yarardan çok zarar getirmesine neden olabilmektedir. Gereken aydınlık düzeylerinin altında olan, özellikle düzgünlük koşullarını sağlayamayan bir yol aydınlatması, sürücülerde hareket yanılgılarına, aşırı yorgunluklara ve sonuç olarak da tehlikeli kazalara yol açabilir.

Ekonomik ve yeterli düzeyde uygulamalar için yollarda ve açık alanlarda sağlanması gereken aydınlatma kriterleri, bu konulardaki araştırma ve uygulama çalışmaları esas alınarak hazırlanan en yeni standart ve önerilere göre belirlenmelidir. Tesisatlarda kullanılan ışık kaynakları (lambaların) ve aydınlatma armatürlerinin teknik

özellikleri ve verimleri de aydınlatmanın ekonomikliğini ve sürekliliğini etkileyen önemli faktörlerdir.

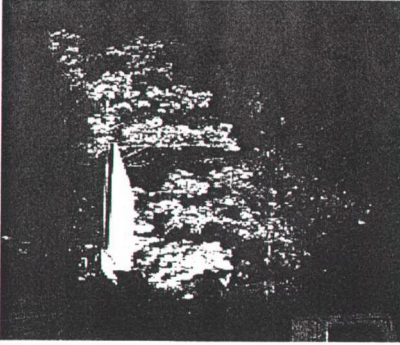
6.2 Işık Kirliliğinin Bileşenleri

1. **Şehir gök kızarıklığı:** Bu, bir şehre uzaktan bakıldığında şehrin üzerinde büyük bir yer kaplayan ve yıldızların görülmesini engelleyen kubbe biçimli ışıktır. Bu da gereğinden fazla aydınlatılan bir şehirde oturulduğunu gösteren bir kanıttır.



Şekil 6.1 Şehir Gök Kızarıklığı Örneği

2. **Işık taşması:** Komşudan, karayollarından, direklerden, reklam panoları veya levhalardan kaynaklanıp evlerin veya işyerlerinin üzerine vuran ışıktır. Bu gece teybini yüksek sesle dinleyip etraftakileri rahatsız eden birileri olması durumuna benzer bir durumdur.



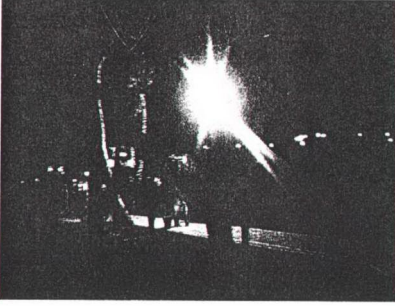
Şekil 6.2 Işık Taşması Örneği

3. **Görsel keşmekeş:** Basitçe aşırı miktarda ışık kullanılmasından kaynaklanır. Geceleri yolumuzu bulmamızı güçleştiren, yaşlıların ve çocukların kafasını karıştıran, bir manada aşırı ışıktan kaynaklanan karanlık demektir.



Şekil 6.3 Görsel Keşmekeş Örneği

4. **Kamaşma:** Farları açık bir arabanın üzerimize gelirken ışık gözlerimize geldiğinde zaman zaman acı verici bile olabilen bir göz kamaşması yaşarız. Kamaşma, genellikle yolu, trafik ışıklarını, ve hatta yayaaları görmemizi zorlaştırır. Genellikle kötü yönlendirilmiş aydınlatma ve yanlış aydınlatma aygıtı kullanılmasından kaynaklanır.



Şekil 6.4 Kamaşma Örneği

5. **Enerji israfı** : Dışarı ve yukarı giden ışık israf ediliyor demektir. Bu israf yalnızca Amerika’da yılda bir milyar doları çoktan aşmış ve giderek iki milyar dolara doğru yaklaşmaktadır. Bu fiyat bulutların altını, kuşları, uçakları görmek için oldukça yüksek bir fiyattır. [2][4][7][10]

6.3 Işık Kirliliği ile İlgili Uydu Verileri

ABD Hava Kuvvetleri 1972’de “Defense Meteorological Satellite Programme” (DMSP) (Savunma Meteoroloji Uydusu Programı) adında bir dizi uydudan oluşan bir program başlatmıştır. Bu programın başlangıçta öngörülmeyen bir yan ürünü, yeryüzünün elde edilen gece görüntüleridir. Bu görüntüler ışık kirliliğinin bütün dünyadaki nitel boyutunun çarpıcı göstergesidir. Bu programın sayısal verilerini, ABD Hava Kuvvetleri kullandıktan sonra, “National Geographic Data Centre” (Ulusal Coğrafik Veri Merkezi) elde etmiştir. Bu veriler kullanılarak büyük şehirlerin cadde ve sokak aydınlatma aygıtlarından göğe giden ışık miktarı hesaplanabilmeye başlanmıştır. Türkiye’de yerleşim yerlerindeki parlaklık dağılımı Şekil 6.5’de, büyük şehirlerden uzaya kaçan ışık enerjisinin sayısal değerleri Tablo 6.1’de verilmiştir. Karşılaştırma amacıyla diğer ülke şehirlerinden örnekler de verilmiştir.[3]

Tablo 6.1 9 Şubat 1997 de DMSP Tarafından Algılanan Enerji ve Bu Sonuçlardan Hesaplanan Işık Enerjisi Kaybı

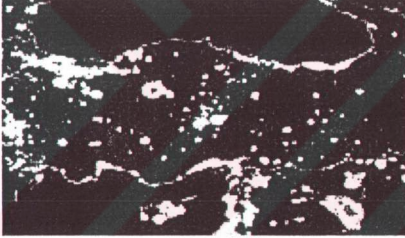
Şehir	Gözlenen Değer (10^{-8} Watt/cm ² /st/μ m)	Işık Enerji Kaybı (10^6 kWh/yıl)	Alan (km ²)	Enerji Kaybı/Alan (10^6 kW h/yıl/km ²)
İstanbul	2.27×10^3	13.6	2808	4.85×10^{-3}
İzmir	5.58×10^2	3.34	1086	3.08×10^{-3}
Bursa	2.92×10^2	1.75	739	2.37×10^{-3}
Ankara	1.13×10^3	6.77	1745	3.88×10^{-3}
Antalya	1.89×10^2	1.13	653	1.73×10^{-3}
Adana*	3.31×10^2	1.98	742*	
Kayseri*	4.54×10^2	2.70	806*	
Konya*	2.22×10^3	1.33	554*	
Londra	6.01×10^3	36.0	3210	1.12×10^{-2}
Belfast	2.10×10^2	1.26	774	1.62×10^{-3}
Paris	8.08×10^3	48.4	4521	1.07×10^{-2}
New York (Long Island)	2.26×10^4	136	9095	1.50×10^{-2}
Viyana	1.20×10^3	7.19	1080	6.66×10^{-3}

* Ölçekten kaynaklanan belirsizlik diğerlerinden farklı olduğu için son sütun verilmemiştir.

Tablo 6.1 de “ gözlenen değer”, ilgili yerleşim yerinden salınan ve uydudan tarafından birim zamanda (saniye), birim alanda (santimetre kare), birim uzay açısı (steradyan) altında, birim dalga boyunda (mikrometre) doğrudan ölçülen enerjidir. “Işık enerjisi kaybı”, ilgili yerleşim yerinden bir yılda uzaya kaçan ışık enerjisidir. Bu hesaplanırken bir gecede ortalama 10 saat aydınlatma yapıldığı varsayılmıştır. Yerleşim yerinin (uydudan tarafından) tahmin edilen alanı ve birim alandan bir yılda kaybolan ışık enerjisi de son iki sütunda verilmiştir.



Şekil 6.5 9 Şubat 1997 de Türkiye’de Yerleşim Yerlerinde Gece Parlaklık Dağılımı [3]



Şekil 6.6 2001 Yılında Türkiye için Deniz Seviyesinde Yapay Gece Gökyüzü Parlaklığı [9]

6.4 Işık Kirliliğinin Maliyeti

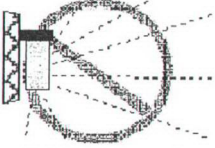
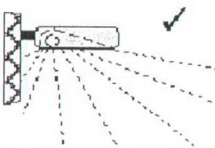

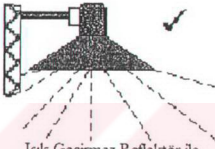


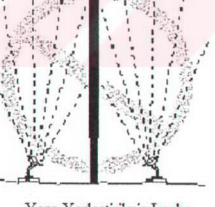
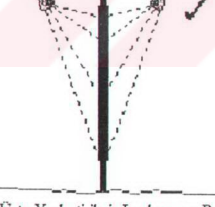
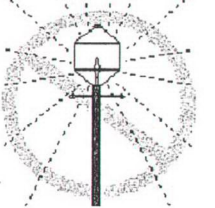
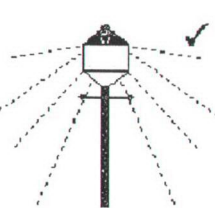
Tablo 6.1 deki enerji kaybı değerlerinden her yıl boşa harcanan para hesaplanabilir. Bu İstanbul için yılda yaklaşık 600 milyar TL, Ankara için 300 milyar TL, İzmir için 150 milyar TL kadardır. Kişi başına göğe giden enerji, Tablo 6.1 deki şehirler için, Kayseri hariç, 1,6 ile 2,3 kWh / yıl arasındadır. Bu şehirler için ortalama Türkiye ortalaması olarak kabul edersek Türkiye’den uzaya kaçan elektrik enerjisinin parasal karşılığı yılda 6 trilyon TL den fazladır. Buna şehirlerarası yol aydınlatması dahil değildir. Gelişmiş ülkelerde bu kayıp daha da çarpıcı boyutlardadır: Bir yılda Viyana için 720 bin dolar, Londra için 2,9 milyon dolar, New York için 14 milyon dolar, Paris için ise 3,3 milyon dolardır [9].

Kayseri'den kişi başına uzaya kaĉan ışık enerjisi 5 kWh /yıl kadardır. Tablo 6.1 deki ölçümler Şubat ayında alındığına göre, bu yüksek değer kar örtüsünün neden olduğu yansımadan kaynaklanabilir. Bunu belirlemek için farklı mevsimlerde alınmış ölçüler gerekir.

ABD Hava Kuvvetleri bu gözlemleri, daha düşük kazançlı alıcılarla yinelemeyi planlamıştır; bu gerçekleşirse hem farklı yıllardaki enerji kaybını karşılaştırmak hem de kar örtüsünün etkisini değerlendirmek mümkün olacaktır.

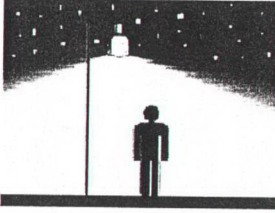
6.5 Işık Kirliliğinin Nedenleri ve Alınabilecek Önlemler

Kent içindeki ışık kirliliğinin esas kaynakları yol, cadde ve sokak, park ve bahĉe, turistik tesislerin dış cephe aydınlatmalarında ve reklam panolarında kullanılan aydınlatma armatürlerinin yanlış seçimi ve yönlendirilmeleri ile üst yarı uzaya gönderilen direkt ışıklarla, aydınlatılan yüzeylerden yansıyan indirekt ışıklardır. Bu ışıklar atmosferdeki molekül ve tozlar tarafından saçılarak gökyüzünün doğal fon parlaklığını bozmakta, astronomik gözlemleri etkilemektedir. Doğru ve uygun tiplerde armatürler kullanılmadığı için direkt gökyüzüne gönderilen ışık büyük enerji sarfiyatına neden olmakta, bazen enerji tüketimi fazla olmasına rağmen kullanılan alanlarda gereken düzeylerde aydınlatma yaratılamamaktadır. [2][4][6][10][26]

YANLIŞ	DOĞRU
 <p data-bbox="137 425 313 448">Tipik Duvar Armatürü ile</p>	 <p data-bbox="386 425 645 448">Ayakkabı Kutusu Biçimli Armatür ile</p>
 <p data-bbox="148 632 319 656">Tipik Avlu Armatürü ile</p>	 <p data-bbox="417 632 609 656">Işık Geçirmez Reflektör ile</p>
 <p data-bbox="117 825 344 848">Tipik Saha - Alan Projektörü ile</p>	 <p data-bbox="386 825 645 848">Korumalı Saha - Alan Projektörü ile</p>
 <p data-bbox="137 1094 329 1133">Yere Yerleştirilmiş Levha veya Pano Projektörleri ile</p>	 <p data-bbox="376 1094 660 1133">Üste Yerleştirilmiş Levha veya Pano Projektörleri ile (Sadece hedefe odaklı)</p>
 <p data-bbox="137 1387 313 1410">Tipik Karpuz Armatürü ile</p>	 <p data-bbox="427 1387 603 1410">Tipik Ekranlı Armatür ile</p>

Şekil 6.7 Farklı Aydınlatma Aygıtları ile Yanlış ve Doğru Aydınlatma Şekilleri

DOĞRU



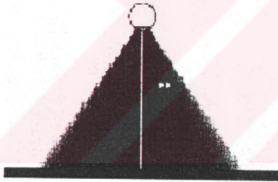
- Daha verimlidir.
- Gerektiği kadar ışık yayılır, kontrollüdür.
- Kamaşma azdır.
- Işık taşması yoktur veya çok azdır.
- Karanlık gökyüzünü muhafaza eder.

YANLIŞ



- Enerjiyi gökyüzünde israf eder.
- Kamaşma, ışık taşmasını artırır.

ÇOK YANLIŞ



- Enerjiyi gökyüzünde israf eder.
- Hedef bölgede aydınlatma 0'a yakındır.
- Karanlık gökyüzünü kirletir.

Şekil 6.8 Direk Aydınlatmasının Işık Kirliliğine Etkileri

Işık kirliliğini önlemek, bunun yanı sıra kaliteli bir aydınlatma yaratarak enerji tasarrufu sağlamak için izlenecek yollar şöyle sıralanabilir:

1. Uluslararası standartlar ve öneriler çok iyi takip edilerek aydınlatılacak yerle ilgili uygun optimum çözümün elde edilebileceği aydınlatma kriterleri belirlenmeli,
2. Fotometrik değerleri bilinen armatürler ile gerekli tasarım hesapları yapılmalı, armatür sayısı ve tipi bu hesaplara göre saptanmalı,

3. Aydınlik düzeyi algılayıcılı ve zaman kontrollü tesisatlar ile aydınlatmanın gerek duyulan zamanlarda gerektiği kadar kullanılması sağlanmalıdır.

Bina dış cephe ve reklam panolarının aydınlatılması amaçlı kullanılan projektör tipi armatürler uygun açılarla sadece aydınlatılmak istenilen alanı aydınlatacak tipte seçilmeli ve yönlendirilmelidir. Mümkün olduğunda aydınlatma yukarıdan aşağıya doğru yönlendirilerek yapılmalıdır. Park ve bahçelerde büyük oranda gökyüzüne ışık gönderen glob tipi armatürlerin kullanılmasından kaçınılmalıdır. Bunların yerine yürüyüş yollarında uluslararası önerilerce verilen değerlerde yatay ve düşey aydınlık düzeylerini yaratan (örneğin kalabalık alanlarda $E_{yatay} = 10-20$ lüks, $E_{düşey} = 2-4$ lüks) uygun tasarımlı direkt veya yarı-direkt ışık dağılımlı armatürler kullanılmalıdır.

Gözlemcinin ve bazen de görülmesi gereken cismin hareketli olduğu yol aydınlatmalarında, gerekli güvenlik ve konfor koşullarının sağlanabilmesi için çok dikkatli davranılmalıdır. Karayolları Genel Müdürlüğü'nün sorumluluğundaki kent dışı ve içi otoyol ve ekspres yollarda Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (CIE)'nin 1977 tarihli ve 12-2 nolu "Trafik Yollarının Aydınlatılması için Öneriler" adlı yayınındaki öneriler uygulanmaktadır. Ancak CIE 1995 yılında "Motorlu ve Yaya Trafikli Yolların Aydınlatılması için Öneriler" adı altında 115 nolu yeni bir teknik rapor yayınlamıştır. Yol aydınlatması ve özellikle görüş koşulları konusunda gerçekleştirilen yeni araştırma sonuçlarına göre yeniden düzenlenen bu önerilerin en kısa zamanda, ulusal koşullara uygulanarak teknik şartname ve yönetmeliklere koyulması gerekmektedir. Yerel yönetimlerin sorumluluğundaki kent içi yol aydınlatmalarında ise maalesef teknik şartname ve denetleme eksiklikleri gözlemlenmektedir.[6][17]

Uluslararası Aydınlatma Komisyonu'nun 115 No'lu en yeni Teknik Raporu'na göre yollar kullanım amaçları, kullanıcıları, trafik yoğunluğu ve kontrolüne göre Tablo 5.2'deki gibi sınıflandırılmaktadır.

Kent içindeki alt geçitler ve tünellerin aydınlatılmasına da özen gösterilmelidir. Özellikle alt geçitlerin aydınlatılmaları kötü amaçlı kullanımların önlenmesi açısından çok önemlidir. CIE' nin 1990 tarihli ve 88 nolu "Yol Tünelleri ve Alt

geçitlerin Aydınlatılmaları için Kılavuz” adlı Teknik Raporu’ndaki öneriler uygulanmalıdır. Bu önerilere göre, girişinden aracın güvenle durabileceği mesafe kadar uzaktan, içindeki bir cisim çıkışının parlak fonu üzerinde görülemeyen üstü kapalı her yol parçası gündüz aydınlatılmak zorundadır. Çok özel bir konu olan tünellerin gündüz aydınlatmaları uzman kişilerce projelendirilmesi gereken bir uygulamadır. Bunun dışında kısa veya uzun her tünel ve alt geçidin geceleyin en az yaklaşılan yolun ortalama parıltı düzeyinde en çok da bu değerin üç katını aşmayacak şekilde aydınlatılması zorunludur.

Çalışma prensibi ve özellikleri açısından bazı farklılıklar gösteren yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalar üç grup olarak ele alınmaktadır.

Tek renkli (monokromatik) altın sarısı ışınlama yapan alçak basınçlı sodyum buharlı lambaların renk özellikleri açısından yerleşim ve yaya trafiği olan kent içi yollarda kullanılması çok doğru değildir. Ancak ışınları tek bir filtre ile elimine edilebildiğinden, ışık kirliliğinin önlenmesi gereken doğal çevre ve astronomi gözlemvleri etrafındaki yol, sokak, meydan, alan aydınlatmalarında kullanılmaları zorunlu olan tek lamba grubudur.[6][8][17]

Renk özellikleri oldukça iyi ama, ömürleri kısa olan metal halojen lambalar dış aydınlatmada sadece spor sahaları, bina dış cephe aydınlatmaları ve dekoratif amaçlı alan aydınlatmalarında kullanım alanı bulmaktadır. Son yıllarda gerçekleştirilen yeni çalışmalarda metal halojen lambaların yaygın spektrometrik diyagramları nedeniyle özellikle renkli yol kaplamalarında iyi görüş koşulları sağladıkları ifade edilmektedir. Ancak bu grup lambaların yol aydınlatmalarında yaygın kullanımları için özellikle ömürleri konusunda yeni teknolojik gelişmelere gereksinim vardır.

Geçmiş yıllarda, özellikle kent içi yol aydınlatmalarında çok kullanılan mavimsi beyaz ışık renkli yüksek basınçlı cıva buharlı lambalar zaman içinde yerlerini yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalara bırakmıştır. Özellikle 1970’li yıllarda enerji fiyatlarının çok yükselmesi ile enerji tasarrufunun önem kazanması üzerine, mevcut cıva buharlı lambalı armatürlerde hiçbir teçhizat değişikliği yapmadan sadece lamba değiştirilerek kullanılabilen kendinden ateşlemeli (ateşleyicisiz) yüksek basınçlı

sodyum buharlı lambalar geliştirilmiştir. 125 W, 250 W ve 400 W gücündeki yüksek basınçlı cıva buharlı lamba teçhizatı ile kullanılabilen sırasıyla 110 W, 210 W ve 350 W gücündeki bu lambalarla % 15 daha az enerji tüketilirken, yaklaşık % 35 daha fazla ışık elde edilebilmektedir. Ancak sadece eski cıva buharlı lambalı tesisatların iyileştirilmesi amaçlı geliştirilen bu lamba tipinin yeni bir tesisatta kullanılması söz konusu değildir. Çünkü etkinlik faktörleri 120 lm/W, ömürleri 20000 saat olan yeni tip yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalar varken, etkinlik faktörleri 80 lm/W, ömürleri ise sadece 7000 saat olan bu tiplerin düşünülmesi çok büyük bir yanlışlıktır.

Lambaların karakteristik özellikleri dikkate alındığında, günümüzde kent içi yol, cadde, sokak ve meydan aydınlatmalarında parlak sarı renkte ışık yayan şeffaf cam tüplü yüksek basınçlı sodyum buharlı lambaların kullanılması en uygun çözüm olarak gözükmektedir.[6][17]

Uygun lamba tipi seçiminin yol aydınlatmasının ekonomikliği üzerine etkisi, her biri 3.33 m genişlikte üç şeritli (toplam yol genişliği 9.99 m), trafik kontrolü ve sinyalizasyonun yeterli olduğu kent içi bir güzergah yolunda gerçekleştirilen hesaplama sonuçlarıyla gösterilmeye çalışılmıştır. Bölüm 5 Tablo 5.2'deki bilgilere göre M3 sınıfına giren bu yolda sağlanması gereken aydınlatma kriterleri aşağıda verilmektedir;

- Ortalama yol yüzeyi parlaklığı $L_{ort} = 1,0 \text{ cd/m}^2$
- Ortalama düzgünlük $(L_{min} / L_{ort}) U_o ? 0,4$
- Boyuna düzgünlük $(L_{min} / L_{max}) U_l ? 0,5$
- Kamaşma sınırlaması $TI ? 10$

Uygulamalarda, ışığı gelişigüzel üst yarı uzaya göndermeyen, sadece aydınlatılan alan üzerine ışık yönlendiren fotometrik özelliklere sahip, dış ortam koşullarına dayanıklı armatür tiplerinin seçilmesi de konunun en can alıcı noktasıdır. Bu nedenle, dış aydınlatma yönetmeliklerinde aydınlatma armatürlerinin üst yarı uzaya gönderdikleri ışık miktarlarına kısıtlamalar getirilmektedir. Yoğun ticari alanların olduğu kent içi bölgelerinde üst yarı uzaya % 20 oranında ışık gönderen armatürlerin kullanılmasına müsaade edilirken, korunması gereken doğal çevreler ve astronomi

gözlemleri etrafındaki alanlarda üst yarı uzaya gönderdikleri ışık yüzdesi sıfır (%0) olan armatürlerin kullanılması zorunlu tutulmaktadır. Üst yarı uzaya gönderdiği ışık yüzdesi 10'dan düşük olan armatürler içinde farklı lamba tipleri kullanılarak, yukarıda tanımlanan güzergah yolunun soldan tek taraflı düzenek ile aydınlatılması hali için CIE 115 No'lu yayına göre önerilen aydınlatma kriterlerinin sağlanması koşulu ile, aydınlatma tasarım hesapları yapılmış, elde edilen sonuçlar Tablo 6.2'de verilmiştir.[4][8][17]

Tablo 6.2 Farklı Lamba Tiplerinin Karşılaştırılması

Lamba Tipi	YB Civa Buharlı	YB Sodyum Buharlı ateşleyicisiz	Metal Halojen	YB Sodyum (flüoresan kaplı)	YB Sodyum (şeffaf tüp)	AB Sodyum Buharlı
L. gücü (W)	250	210	150	150	100	131
Açıklık (m)	30	40	25	30	30	45
Yükseklik (m)	10	10	10	10	10	14
L _{ort} (cd/m ²)	1.10	1.07	1.13	1.10	1,08	1,0
Tüketim* (kW/km)	9.04	6.03	6.97	5.78	3,9	3,96

* km başına enerji tüketimi balast kayıpları dikkate alınarak hesaplanmıştır.

Tablodan yüksek basınçlı civa buharlı lamba yerine, şeffaf tüp şeklinde yüksek basınçlı sodyum buharlı lamba kullanılması ile aynı aydınlatma kriterleri yaratılırken % 57 enerji tasarrufu sağlanabildiği, flüoresan kaplı elips balonlu yüksek basınçlı sodyum buharlı lamba yerine şeffaf tüp lambaların kullanılmasıyla da yaklaşık % 33 daha az enerji harcandığı anlaşılmaktadır. Bu hesap sonuçlarına göre de, gerek renk özelliği, gerekse enerji tasarrufu açısından kent içi ulaşım yollarında şeffaf tüp şeklindeki yeni tip yüksek basınçlı sodyum buharlı lambaların kullanılmasının uygun bir çözüm olduğu görülmektedir. Ancak alçak basınçlı sodyum buharlı lambalarla da, şeffaf tüp yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalı uygulamalara yakın enerji tasarrufları elde edilmektedir. Işık kirliliğinin tamamen önlenmesi açısından,

korunması gereken doğal çevre ve astronomi gözlemleri etrafındaki yol ve açık alanlarda ışığı sadece alt yarı uzaya gönderen tam korumalı armatürler içinde alçak basınçlı sodyum buharlı lambaların kullanılması gerektiği de akıldan çıkarılmamalıdır.

6.6 Sonuç

Yapılan hesaplama ve karşılaştırmalardan uygun fotometrik özelliklere sahip armatürler içinde etkin ışık kaynakları kullanılarak gerek ilk tesis gerekse işletme esnasında büyük tasarrufların sağlanabileceği anlaşılmaktadır. Çünkü önerilen çözümlerle aydınlatma direkleri arasındaki mesafeler arttırılabilmekte, aynı aydınlatma kriterleri daha az sayıda direk ve armatür kullanılarak yaratılabilmektedir.

Özellikle çok büyük hataların gözlemlendiği şehir içi yol aydınlatmalarında en yeni öneriler ve bilgiler dikkate alınarak, şartnameler ve yönetmelikler yeniden düzenlenmelidir. Aydınlatma hesaplarının yapılmasına elverişli fotometrik verileri bulunmayan armatürler kesinlikle kullanılmamalıdır. Mevcut sistemler enerji tasarrufu ve ışık kirliliği açısından gözden geçirilmeli, yapılabilecek değişiklikler hemen gerçekleştirilmelidir. Yeni yapılacak tesisatlarda ise en verimli sistemler kullanılmalıdır (Uygun direk boyu ve direkler arası açıklık, direk kullanmak gerekli mi...). Tesisatların bakım, temizlik, özellikle lamba değiştirme işlemleri de düzenli aralıklarla ve belli koşullar sağlanarak gerçekleştirilmelidir.

Büyük yatırım masrafları ile kurulan ve ülkemizi uluslararası bazda temsil edebilecek doğru ölçüm sonuçlarının alınması amaçlanan gözlemlerinin bulunduğu alanlar için ayrı yasa ve yönetmelikler uygulanarak söz konusu bölgeler koruma altına alınmalıdır. Bu alanlarda ışık kirliliği açısından en iyi sonuçların alındığı **alçak basınçlı sodyum buharlı lambalı** tesisatların kullanılması için gerekli düzenlemeler yapılmalı, reklam, dış cephe, park ve bahçe aydınlatmalarında kullanılabilecek armatür tipleri yönetmeliklerce belirlenmelidir.

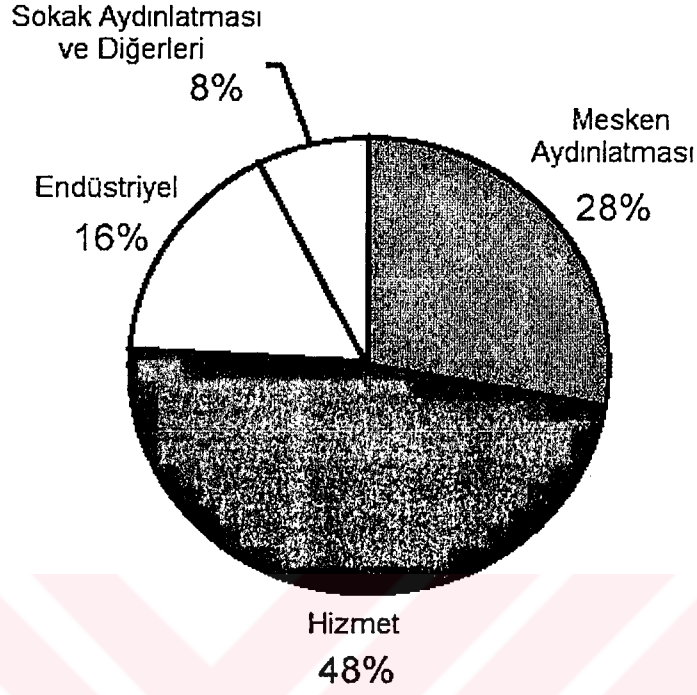
BÖLÜM 7. DIŞ AYDINLATMADA ENERJİ VERİMLİLİĞİ

Ülkemiz ve diğer ülkelerde yapılan istatistiksel analizlere bakıldığında, elektrik enerjisinin %20-25'i aydınlatma amacı ile değişik sektörlerde tüketilmekte olduğu görülmektedir. Doğru bir aydınlatma sistemi tasarımı yapmak ve görsel konfor koşullarını sağlamak koşulu ile, aydınlatmada etkin enerji kullanımına ilişkin temel ilkelerin uygulanması sonucu, en azından aydınlatma amacıyla tüketilen enerjinin %20'sinin tasarruf edilebileceğini ileri sürmek fazla bir iyimserlik olmasa gerektir. Bu oranda dahi tasarrufun sağlanmasıyla, ülke düzeyinde elektrik enerjisi tüketiminde %4-5'lik bir azalma görülebilir ki, bu da, diğer bir çok alanda olduğu gibi enerji alanında da dışa bağımlılığımızı belirli bir ölçüde azaltması açısından önemli bir yarar olabilecektir.[14][16][22]

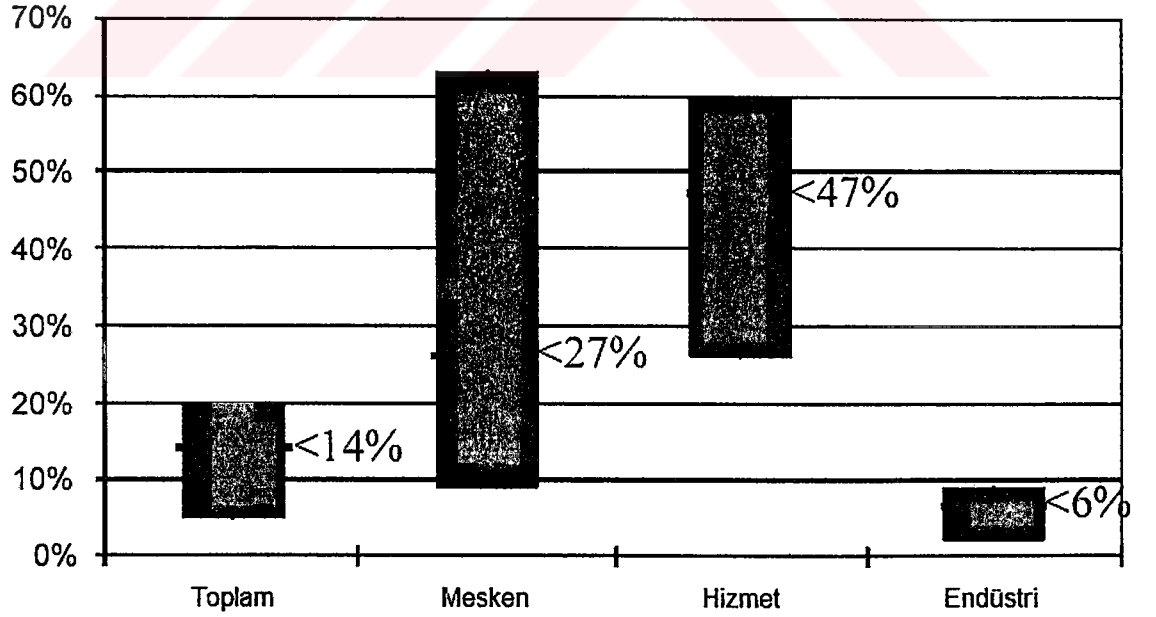
Tablo 7.1 Türkiye'de Elektrik Enerjisi Tüketiminin Sektörlere Göre Dağılımı

Aydınlatma Türü	Genel Elektrik Tüketimindeki Yüzdesi	Aydınlatma Tüketimi Yüzdesi
Sanayi	% 73	% 7,3
Ev – Ticarethane	% 22	% 11
Resmi Daire	% 3	% 1,5
Sokak Aydınlatması	% 2	% 2
Genel	% 100	% 21,8

Global Aydınlatma Elektrİği Üretimi (2016 TWh)



Şekil 7.1 Sektörlere Göre Global Aydınlatma Elektrİği Üretimi



Şekil 7.2 Global Sektörel Elektrik Kullanımında Aydınlatmanın Payı

7.1 Aydınlatmada Etkin Enerji Kullanımına İlişkin Temel İlkeler

Aydınlatma enerjisinden tasarruf; zaman zaman bilinçsizce ortaya atılan sloganlarda hatta ilgili kurumların genelgelerinde yer aldığı gibi, “Üç lambadan birini söndürmek” ya da “Belirli bir saatten sonra yol aydınlatma sistemlerinin kapatılması” veya “100W”lık lamba yerine 60W’lık lamba kullanmak” v.b. uygulamalarla sağlanamadığı gibi, görsel konfor koşullarının bozulması sonucu, göz sağlığını, çalışma verimini önemli ölçüde etkileyen ve kazaların artmasına neden olan sonuçlar da doğurabilmektedir. Oysa, yıllardan beri ülkemizde konu ile ilgili toplantılarda oldukça etkili olabilecek önerilerde bulunulmuştur. Bu önerilerin bir kısmı, sadece yüksek etkinlik değerine sahip lambaların kullanılması ile amaca ulaşılabileceğini tekrarlamakta, çözüme daha geniş bakış açısıyla yaklaşmalarına karşın, ilgili ve yetkililerce bu önerilerin dahi göz önüne alınmadığı görülmektedir. Kamu binalarının büyük çoğunluğunda hala akkor telli lambalar ve 38 mm çaplı flüoresan lambaların kullanılmakta olduğu bunun açık örneğidir.[14]

Dünya enerji krizini izleyen yıllarda, CIE (Commission Internationale de L’Eclairage – Uluslararası Aydınlatma Komisyonu), IES (The Illuminating Engineering Society of America – ABD Aydınlatma Mühendisleri Birliği), IES (London), (The Illuminating Engineering Society – İngiltere Aydınlatma Mühendisleri Birliği), IEI (The Illuminating Engineering Institute of Japan – Japon Aydınlatma Mühendisleri Enstitüsü) ve diğerleri, aydınlatma enerjisinin etkin kullanılarak tasarruf edilmesine yönelik dizayn ve uygulama kılavuzları yayınlamışlardır. Bunlar incelendiğinde hemen hepsinde birbirine yakın sonuçlar çıkartmak mümkündür. Bu nedenle, kaynaklardan birini örnek olarak ele alırsak (IES – London), söz konusu amaca yönelik önerilerin, aşağıdaki gibi sıralandığını görebiliriz:

- Öncelikle aydınlatma sisteminin kuruluş yükü minimize edilmelidir. Buna etkili olan değişkenler;
 - a. Yapma aydınlatma sisteminin seçimi,
 - b. Lamba, aygıt ve yardımcı araçların seçimi,
 - c. Hacim iç yüzeylerinin ışık yansıtma çarpanları,

- d. Aygıtların yerleştirme yükseklikleri,
 - e. Hesaplamalardaki doğruluk payı, kullanılan programlar,
 - f. Bakım faktörü.
- Yapma aydınlatma sisteminin kullanım süresi minimize edilmelidir. Bunu gerçekleştirmek için;
 - a. Günışığını maksimum kullanmak,
 - b. Otomatik kontrol sistemlerini kullanmak gereklidir.

Burada görülen ama yıllardır göz ardı edilen en önemli uyarı, günışığından maksimum yararlanmadır. Ancak, aydınlatma enerjisi tasarrufu üzerine yazılan bir çok yazıda ve yapılan konuşmalarda bu konudan özellikle uzak durulmasının nedenlerinin başında, günışığı konusunda yeterli bilginin olmayışı gelmektedir. Bu bilgi de ancak aydınlatma alanında uzmanlaşma ile elde edilebilecektir. Aydınlatma konusuna yakınlık duyan, elektrik tesisatı projesi yapan elektrik mühendisi ya da kimi zaman mimarın aydınlatma konusunda uzman olduğunu söylemek doğru olmayacaktır. Bu nedenle, bir çok ülkede olduğu gibi; aydınlatma konusunda uzmanlaşmanın ayrı bir eğitimi gerektirdiği, aydınlatma projelerini de bu eğitimi almış uzmanlar tarafından hazırlanması gereği bilincine ulaşmamız kaçınılmaz olmalıdır.

Yukarıdaki iki çözüm yoluna ayrıntılı olarak girmeden önce aydınlatmada enerji kaybının büyük oluşunun nedenlerini irdelemekte fayda vardır.

7.2 Aydınlatmada Enerji Kaybında Başlıca Aşamalar

Bu aşama adımları ve gruplamalar değişik biçimlerde yapılabilir. Burada, bu biçimlerden, amaca en uygun olan beş adımlı bir aşamalar dizisi seçilmiştir.[22]

1. Elektrik enerjisinden ışık üretimi aşamasında, ışık kaynaklarında, ışığa dönüşebilecek enerjinin, yanlış lamba seçimi ile ışığa dönüşmeyen bölümü kaybolmakta, boşuna harcanmış olmaktadır.

Bu, enerjinin boşuna harcanmasıdır.

2. Bir armatürünün, içinde bulunan lambadan çıkan ışığın, armatürden dışarı çıkmayan, armatürün içinde yok olan bölümü de boşuna harcanmış olur.

Bu, ışığın armatürde boşuna harcanmasıdır.

3. Bir çıplak lambadan, ya da bir armatürden çıkan ışığın, aydınlatılmak istenen alan ya da yerlerin (yararlı alanlar) dışındaki doğrultulara giden bölümü bir oranda boşuna harcanmış olur.

Bu, ışığın doğrultusal boşuna harcanmasıdır.

4. Yararlı alanlar dışındaki doğrultulara giden ışık, dış aydınlatmada tümüyle yok olur. İç mekânlarda ise, rastladığı yüzeylerde, bir oranda yutulur ve yansır. Yansıyan bu ışığın bir bölümü yararlı alana, bir bölümü bunun dışındaki doğrultulara gider. Böylece aydınlıktan yararlanılacak alanlar (yararlı alanlar) dışındaki iç mekân yüzeylerinde peşi peşine yutulmalar ile de ışığın bir bölümü yok olur.

Bu, ışığın iç yüzeylerde boşuna harcanmasıdır.

5. Yararlı alanlarda oluşan aydınlığın niteliği, aydınlatılan yüzey ve nesnelerin, görsel algılama ile ilgili özelliklerine uygun değilse, yararlı alanda elde edilen aydınlık da, iyi görme koşullarını sağlayamayacağından, bir oranda boşuna harcanmış olur.

Bu da aydınlığın boşuna harcanmasıdır.

Özetlenecek olursa, temelde üç türlü boşuna harcama söz konusudur.

Bunlar;

- Düşük verimli lambalarda enerjinin
- Armatürlerde, ışık dağılımında, iç yüzeylerde ışığın
- Niteliği, biçimi, etütsüz bir aydınlık ile de aydınlığın

boşuna harcanmasıdır.

7.2.1 Kayıpların toplamı - İyi görme verimi

Aydınlatmada amaç, iyi görme koşullarının sağlanması olduğuna göre, sonunda elde edilmiş iyi görme koşullarının, harcanan enerjiye oranına iyi görme verimi denebilir. Işık üretiminden, iyi görme koşullarının sağlanmasına kadar değişik aşamaların her birinde, boşa gitmemiş olanın, yani elde kalanın, bir sonraki aşamada yeniden bir bölünmeye uğrayacağı ve bir bölümünün daha yok olacağı düşünülürse, işlemin bir çarpım işlemi olduğu anlaşılır. Yani, bir başka anlatımla,

- Işık üretiminde elde edilmiş ışık oranına a
- Yararlı düzleme düşürülebilmiş ışık oranına b
- Elde edilmiş aydınlığın, iyi görme koşullarını sağlayabilecek oranına c

denirse, iyi görme verimi bu üç oranın çarpımı, yani

$$a \times b \times c \quad (7.1)$$

gibi olur. Doğaldır ki, yararlı düzleme düşürülebilmiş ışık oranı b , armatürdeki kayıplar, doğrultusal kayıplar, ve iç yüzeylerdeki kayıplar sonucunda yukarıdakine benzer bir çarpımla elde edilen orandır. [22]

7.2.2 Işık üretiminde enerjinin boşuna harcanması

Kuramsal yaklaşım

Lambaların ışık verimi (etkinlik) lümen/Watt (lm/W) cinsinden verilir. Işık akısı birimi olan lümen'in büyüklüğü, 75 W gücünde bir akkor lambanın ışık akısının yaklaşık 1000 lm olduğu düşünülerek anlaşılabilir.

Kuramsal olarak ulaşılabilecek en yüksek renkli ışık verimi 680 lm/W dır. Kuramsal olarak ulaşılabilecek beyaza yakın ve düzgünce tayflı ışık veriminin üst sınırı ise, yaklaşık 200 lm/W dır.

Aydınlatmada kullanılan lambaların ışık verimleri yaklaşık 10 ile 180 lm/W arasında değişir. Bundan şu sonuç çıkarılabilir: Yanlış lamba seçimi ile boşuna harcanan enerji, elde edilen ışığın en çok 18 katını elde etmeye yetecek orana ulaşabilir.[22]

Uygulamada durum

Aydınlatmada her türlü lamba her yerde kullanılmaz. Kullanış amacına göre lamba türü seçiminde, ilk döşem giderleri, kullanma ve bakım harcamaları, kullanım kolaylığı, ışık rengi, lamba boyutu, lamba güçleri vb. etkenlerin birlikte belirlediği sınırlar vardır. Yalnız, gerek bu sınırlar, gerekse değişik tür lambaların önemli özellikleri iyi bilinmediğinden, yanlış seçimler yapılarak, gerekli enerjinin 18 katı değilse bile, çoğu kez 3~8 katına varan boşuna harcamalara neden olunmaktadır.

Lamba seçimi, teknik, ekonomik, ve pratik sorunların etkili olduğu karmaşık bir konudur. En basit bir seçimde bile, ilk döşem ve kullanma giderlerinin kıyaslanması gerekir. O nedenle, burada, bu konuda basit kurallar verilememektedir.

Belli büyüklükler konusunda bir yaklaşım sağlayabilir düşüncesi ile, Tablo 7.2'de, değişik tür lambaların ömürleri ve ışık verimleri çok özet bir biçimde verilmiştir. Lamba seçimi için bu verilerin son derece yetersiz olduğu unutulmamalıdır.

Tablo 7.2 Farklı Lamba Türlerine İlişkin Verim ve Ömür Değerleri

Lamba Türleri (Standart Seri)						
	Işık Verimi [lm/W]		Yeni ışık verimi	Ömür [saat]		Kuramsal ömür sonunda sönen lamba oranı
	Yeni iken	Kuramsal ömür sonuna		Kuramsal	İstatistiksel	
Akkor lambalar	8-22	7-20	0.93	1.000	500 – 1500	0.50
Tungsten halojen lambalar	14-22	-	-	1500 – 2.000	-	-
Halofosfat Flüoresan lambalar	48-74	37-58	0.78	8000	7000 – 16000	0.05
Trifosfor Flüoresan lambalar	44-66	38-57	0.86	8000	7000 – 16000	0.05
Özel katkı maddeli Flüoresan lambalar	45-60	-	-	8000	-	-
Cıva buharlı lambalar	11-46	7-31	0.68	12000	4000 – 24000	0.12
Metal halidelambalar	55-74	34-50	0.68	9000	1000 – 18000	0.15
Yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalar	56-107	49-93	0.87	12000	4000 – 24000	0.11
Alçak basınçlı sodyum buharlı lambalar	68-155	-	-	20000	-	-

Örnek

Yıllık kullanma süresinin uzunluğu (örneğin 2.500 saat/yıl) ve öteki özelliklerin de uygunluğu bakımından flüoresan lambaların kullanılması gereken yerde yanlış bir seçimle 100 W akkor lambaların kullanıldığı düşünülürse, verimi (balast ile) 76 lm/W olan lambalar yerine, verimi 13.8 lm/W olan lambalar kullanılmış olur. Bu da,

verimler arasındaki orandan (Işık üretiminde boşuna harcanan enerji, kullanılan lambanın verimi ile, aydınlatma tekniği açısından kullanılması olanaklı olan en yüksek verimli lambanın verimi arasındaki oran olarak hesaplanır), $(76/13.8 \approx 5.5)$ aynı ışığı üretmek için 5.5 kat fazla enerji harcandığı, yani, bu aşamada, enerjinin $(4.5/5.5 \approx 0.818)$ yaklaşık yüzde sekseninin boşa gittiği anlamına gelir.

7.2.3 Armatürlerde ışığın boşuna harcanması

Kuramsal yaklaşım

Lambalar genellikle, göz kamaşmasını önleme, iç mimariye uyum, estetik kaygılar, dış etkenlerden koruma, ışık dağılımını düzenleme vb. nedenlerle armatürler içinde kullanılır. Armatürler, hacim içinde, hacim iç yüzeyleri (tavan, duvar) üzerinde, ya da bu yüzeylere gömülü olarak düzenlenebilir.

Böyle bir armatürden çıkan ve çevreye yayılan ışığın, o armatür içindeki lambadan çıkan ışığa oranına “armatür geriverimi” denir. Geriverim, armatürün dışarı verdiği ışığın, içindeki lambadan aldığı ışığa oranıdır. Bu nedenle lamba verimi gibi değişik iki birimle (lm/W) değil, bir oranla bildirilir. [12][22]

Uygulamada durum

İyi etüt edilmiş armatürlerin geriverimleri, türlerine göre yaklaşık 0.45 ile 0.85 arasında değişir. Etütsüz, rasgele yapılmış armatürlerin geriverimlerinin, ülkemizde yapılan bir araştırma ile, 0.07 ye kadar düştüğü saptanmıştır. Bu düşük oranlara, armatürde kullanılan gereçlerin ışığı yansıtma ve geçirme çarpanlarının düşük olması, armatür ve yansıtıcı biçimlerinin etütsüzlüğü (arkasından yansıma ve yutulmalarla, ışığın armatür içinde yok olması), ve armatür üreticilerinin pek büyük bir çoğunluğunun geriverim etüt ve hesaplarını yapmamaları ya da yaptırmamaları gibi etkenler neden olmaktadır. Etütsüz armatürlerin geriverimleri oldukça yüksek de olabilmekte, fakat bu durum, bu armatürlerde, göz kamaşması, uygun olmayan ışık dağılımı vb. sakıncaları birlikte getirmektedir.

Örnek

Bir önceki örnekte, çok rastlanan bir seçim yanlışı ile, ışık üretiminde kullanılan enerjinin yüzde sekseninin boşa gidebileceği gösterilmişti. Bu, aynı enerji harcaması ile elde edilmesi gereken ışığın ancak %20'sinin elde edilebildiği anlamına gelir. Eğer bu düşük verimli lambalar örneğin geriverimi 0.6 olan etütlü ve hesaplanmış armatürler yerine geriverimi 0.3 olan rasgele armatürler içine konursa, üretilmiş ışıktan armatür dışına çıkabilecek olanın da yarısı boşa gitmiş olur. Bu durumda armatürden çıkan ışık, aynı enerji harcanarak elde edilebilecek ışığın ancak yüzde onuna (0.1) eşit olur. Yani bu ilk iki aşamada boşuna harcama oranı kolayca %90'a yükselebilir.

İkinci aşama için verilmiş olan bu örnek, hayali değerlere değil, ölçmelerin ve istatistik değerlerin ortalamasına dayanmaktadır.

7.2.4 Işığın doğrultusal boşuna harcanması

Aydınlatmanın amacı iyi görme koşullarını sağlamaktır. Görülmesi gereken şey bir iç mekanın bütünü olabileceği gibi, örneğin bir sanat galerisinde yalnızca sergileme panoları, yalnızca bir masa ve çevresi ya da çok daha ufak bir alan da olabilir. Bu durumda, söz konusu alan dışındaki doğrultulara giden ışığın, gerekli çevre görünürlüğüne sağlamayan bölümü, boşuna harcanmış olur.

İç aydınlatmada, ışığın doğrultusal boşuna harcanması, armatürün konumu ve ışık şiddeti diyagramı ile iç mekanın boyutlarına bağlıdır. Dış aydınlatmada ise, örneğin bir anıt, bir yapı yüzeyin ya da bir açık spor alanı, aydınlatılmış bir yol dışına taşan ışıklar tümüyle boşuna harcanmış olur.

Işığın boşuna harcanması ile ilgili oranlar çok büyük değişiklik gösterir. Uygulamada bu oranın 0.15 ile 0.90 arasında değiştiği söylenebilir.[22]

7.2.5 Işığın iç yüzeylerde boşuna harcanması

Bir iç mekanda, görme olayına konu olacak nesnelere bulunmadığı doğrultulara giden ışık, bu doğrultularda rastladığı yüzeylerde belli oranda yutulur ve belli oranda yansır. Bu yüzeylerden yansıyan ışık çevre görünürliğini oluşturur, yutulan ışık ise boşuna harcanmış olur. Buna göre boşuna harcanan ışık, düştüğü yüzeylerde yansımaya uğramaz.

Yüzeylerin yansıtma çarpanları, aydınlatma literatüründe çizelgeler halinde verildiği gibi, karşılaştırma yolu ile, ya da ölçme aletleri ile belirlenebilir. Tablo 7.3'de, değişik yüzeylerin yansıtma çarpanlarından bir kaç örnek verilmiştir.[15][28]

Tablo 7.3 Bazı Maddelerin Yansıtma Çarpanları

MADDE	YANSITMA	MADDE	YANSITMA
Akustik fayans, beyaz	0.80	Çim	0.06
Akustik fayans, parlak	0.86	Çakıl	0.13
Alüminyum, pürüzsüz	0.55	Yol parkesi	0.18
Tuğla, kırmızı	0.13	Mermer, beyaz	0.45
Tuğla, soluk sarı	0.48	Boya, siyah	0.05
Halı, kahverengi	0.10	Boya, açık sarı	0.63
Halı, koyu gri	0.39	Boya, krem	0.74
Halı, açık gri	0.30	Boya, fildişi	0.79
Halı, kırmızı	0.08	Boya, bronz	0.48
Krom, pürüzsüz	0.50	Boya, beyaz	0.81
Beton, koyu	0.25	Kar	0.74
Beton, açık	0.50	Paslanmaz çelik	0.60
Toprak	0.07	Ağaç, koyu meşe	0.25
Cam	0.07	Ağaç, açık meşe	0.45
Cam, yansımali	0.25	Ağaç, açık çam	0.35

Belli bir nesne ya da ufak bir bölgenin aydınlatılması durumunda da belli ve hesaplanabilir bir minimum çevre görünürlüğü gerekir. Bu görünürlüğün sağlanması,

ve bu yüzeylerden yansıyan ışıktan, yararlı alana düşecek olan oranın da büyük olabilmesi için, bu yüzeylerin açık renkli olması gerekir.

Örneğin gerekli çevre görünürlüğü sağlamak için, koyu renkli bir yüzeye, açık renkli bir yüzeye düşürülecek ışığın $0.70/0.10 = 7$ katını, ya da örneğin $0.60/0.15 = 4$ katını düşürmek gerekir. Bu durumda ışığın iç yüzeylerde boşuna harcama oranı, $7/8 = 0.87$ ya da $4/5 = 0.80$ olur.

Doğaldır ki, bu yüzeylerin açık renkli olması ile, yansıma yoluyla yararlı alana düşecek ışık ta aynı oranda artacaktır. Ayrıca, bu yüzeylerde ışığın peşi peşine yansması, yani yansıması ile oluşacak yayınık ışık, aydınlığın niteliğini de olumlu yönde etkileyecektir.

Bu konuda çok önemli bir öneride bulunulabilir; iç mekanlardaki büyük yüzeyler (özellikle tavan ve duvar yüzeyleri) mutlaka açık renkli olmalı, koyu renkli yüzeyler olabildiğince küçük tutulmalıdır.

7.2.6 Aydınlığın boşuna harcanması

İyi görmek, nesnenin en ufak ayrıntılarını, biçimsel ve üçboyutlu özelliklerini, renk ve doku ayrımlarını, ve nesne konum ya da yer değiştiriyorsa, bu devingenliğin tüm özelliklerini, hiç zorlamadan, yorulmadan uzun süre rahatça görebilmek demektir. Nesnelere ve yüzeylere, renkli ya da renksiz, mat ya da parlak, düzlem ya da bükümlü yüzeyli, pürüzlü ya da pürüzsüz olmak gibi, görsel algılama bakımından çok değişik özellikler taşır. Aydınlatma tekniği, her bir özellik için ne gibi bir aydınlık niteliği gerektiğini belirlemiştir.

Elde edilmiş olan aydınlığın niteliği gerekli olan nitelikten uzaksa, çoğu kez yapıldığı gibi, aydınlık düzeyini yükseltmek, daha çok ışık, daha çok enerji harcamak, görme koşullarını kesinlikle iyileştiremez. Hatta, aşırı aydınlıkların neden olacağı göz kamaşması ile durum daha da kötüye gidebilir. Bu durumda, baştan beri peşi peşine türlü kayıplar sonucu elde edilebilmiş aydınlık da, gerekli iyi görme koşullarını sağlayamadığından, boşuna harcanmış olur.

Aydınlığın boşuna harcanması, aydınlatmada enerji kaybı konusunun en önemli bölümüdür. Bunun nedeni, nesne ve yüzeylerin, görsel algılama ile ilgili özelliklerinin, aydınlığın niteliği konusunun hemen hemen hiç bilinmemesi ve belli düzeyde bir aydınlık elde etmekle konunun çözümlenmiş olacağı yanlış kanısının çok yaygın olmasıdır.

Bir başka neden de, iyi görme koşullarını sağlayabilecek nitelikte bir aydınlığın yeterli olacağı düzeye göre, çok daha yüksek düzeylerde bile yanlış nitelikli bir aydınlık ile sonuç alınamayacak olmasıdır. Yani burada boşuna harcama oranı 1 olabilir ve iyi görmenin tanımı bakımından, elde edilmiş aydınlığın tümü boşuna harcanmış olabilir. Daha da kötüsü, belli bir aydınlık düzeyi elde edilmiş olacağından, ve yapılacak başka bir şey bulunmadığı sanılacağından, kötü görme koşulları sürüp gider.[14][22]

7.2.7 İyi görme verimi bakımından sonuç

Bu açıklamalardan ve sayısal örnek ve verilerden anlaşılacağı gibi, etütsüz, hesapsız, rasgele kurulan bir aydınlatma düzeninde, enerji, ışık, ve aydınlık kayıplarının ulaşabileceği oran, kolay inanılabilir olmaktan uzaktır. Bunun nedeni toplam kayıp oranının çok sayıda ufak kayıplardan oluşması ve gerek bu ufak kayıpların, gerekse toplam kaybın kolayca görülebilir, anlaşılabilir ve ölçülebilir olmamasıdır.[22]

7.2.8 Kötü görme koşullarının sonuçları

Yarım yüzyıla yakın bir süreden beri bu konuda ciddi, bilimsel araştırmalar yapılmakta, ve çok önemli sonuçlar elde edilmektedir. Bu sonuçlara göre kötü görme koşulları, öğrenimde başarısızlığa; üretimde kalite ve verim düşüklüğüne, kusurlu mal ve fire artışına; iş ve trafik kazalarına; yanlış tanılamalara (yanlış teşhislere); iş yaşamında verimsizlik, isteksizlik ve yanlışlara; göz sağlığının bozulmasına; gereksiz yorulma, yıpranma, sinirliliklere ve daha bir sürü olumsuz yan etkilere neden olmaktadır.

İleri ülkelerde, resmi ve özel kuruluşlar, bu sonuçların ülkenin geleceği ve ekonomisi bakımından kapsamlı bir değerlendirmesini yaptıklarından aydınlatma konularına gerekli önemi vermekte, bir yandan boşuna harcamaları en aza indirirken, bir yandan da, buna bağlı olarak, her alanda iyi görme koşullarının elde edilmesi için gerekli harcamaları yapabilmektedirler.[22]

7.3 Bakımsızlık Nedeni İle Enerji ve Işık Kaybı

Lambaların ışık veriminde, armatürlerin geriveriminde ve yüzeylerden yansıyan ışık oranında, bakımsızlık nedeni ile de önemli kayıplar olmaktadır. Bu kayıplar, bakım ara sürelerine, çevre (hava) kirlilik oranlarına, lamba ve armatür türüne göre büyük değişiklik gösterir. Ölçmeler göstermiştir ki, bakımsız bir aydınlatma düzeninde aydınlık 3 yıl içinde ilk değerinin %40'ına düşebilmekte, yani bundan önce açıklanmış kayıplara ek olarak 0.60 oranında bir kayıp daha söz konusu olabilmektedir.

Yapılan gözlemler, bu tür aydınlık azalmalarının yavaş yavaş ve sürekli bir biçimde olması nedeni ile, fark edilmesinin zor olduğunu, ve durumun, zamanla ortaya çıkan göz ağrıları, artan yanlışlar, kazalar ve bir işin bitirilmesinin daha uzun zaman alması gibi sonuçlarla anlaşılabilirdiğini göstermiştir.

Yapılan hesaplar, bu kayıpların, titizlikle uygulanacak bir bakım programının yol açacağı harcamalara oranla, çok daha yüksek olacağı gerçeğini ortaya koymuştur. Tutarlı ve ekonomik bir bakım programının yapılabilmesini sağlamak üzere, Uluslararası Aydınlatma Komisyonu'nun bir teknik komitesince 1990 yılı sonlarında ayrıntılı bir bakım yönetmenliği hazırlanmıştır.[13][14][22]

7.3.1 Lambaların ışık veriminde azalma

Aydınlatmada kullanılan lambaların, kuramsal ömürleri sonunda yenileri ile değiştirilmeleri gerekir. Kuramsal ömrü dolduktan sonra da yanmayı sürdüren lambaların verimleri ekonomik olmayacak derecede düştüğü gibi, buna bağlı olarak aydınlığın azalması da dolaylı bir sürü zarara yol açar.

Tablo 7.4’de, bir grup lambanın yarısı kendiliğinden sönmüncye kadar yakılması durumunda, geri kalan lambaların ışık verimlerinin ne orana geldiği görülmektedir.

Tablo 7.4 Lambaların Yarısı Söndükten Sonra Geri Kalanların Işık Verimliliği

Lamba Türü	Geriverim
Akkor lambalar	0.93
Halofosfat flüoresan lambalar	0.70
Trifosfor flüoresan lambalar	0.81
Civa buharlı lambalar	0.52
Metal halojenürlü lambalar	0.52
Yüksek basınçlı sodyum lambalar	0.80

Doğaldır ki bu azalma, bu lambalar sönmüncye kadar da sürüp gidecektir.[22]

7.3.2 Armatürlerin geriveriminde azalma

Bakımsızlık sonucu değişik nedenlerle, armatürlerin geriveriminde oldukça önemli azalmalar olmaktadır. Atmosfer kirlilik oranlarına, armatür tiplerine, ve bakım ara sürelerine göre geniş çizelgeler oluşturulmuştur. İlk hesaplarda öngörülen ışık azalmalarına, armatür tiplerine ve atmosfer kirlilik oranına göre hesaplanacak süreler sonunda periyodik bakımların yapılması gerekir. Bu bakımlar yapılmadığı zaman armatür geriverimlerinde çok önemli azalmalar olabilmektedir.

Tablo 7.5’de, atmosferin normal ve kirli olması gibi iki durum için, bir kaç değişik tip armatürde, bir, iki ve üç yıl sonundaki geriverim azalmaları verilmiştir.[15][22]

Tablo 7.5 Üç Yıl Sonunda Armatür Geriveriminde Azalma

Armatür türü	Başlangıç geriverimi		1 yıl sonra geriverim		2 yıl sonra geriverim		3 yıl sonra geriverim	
	normal kirli	yüksek kirli	normal kirli	yüksek kirli	normal kirli	yüksek kirli	normal kirli	yüksek kirli
Üstü açık ekranlı armatürler	1.00	1.00	0.86	0.83	0.80	0.75	0.74	0.68
Üstü kapalı ekranlı armatürler	1.00	1.00	0.81	0.72	0.69	0.59	0.61	0.52
Toza karşı korunmuş armatürler	1.00	1.00	0.90	0.86	0.86	0.81	0.84	0.79
Açık armatürler	1.00	1.00	0.82	0.77	0.77	0.71	0.73	0.65
Dolaylı aydınlatma armatürleri	1.00	1.00	0.81	0.74	0.66	0.57	0.55	0.45

7.3.3 Yüzeylerden yansıyan ışık oranında azalma

İç mekanlarda duvar, tavan, perde vb. yüzeylerin kirlenmesi ile, bu yüzeylerden yansarak yararlı alana düşen ışıkta, ve bu yüzeylerin görünürlüğünde küçümsenemez azalmalar olmaktadır. Bu azalmalar, aydınlatma biçimine bağlı olarak bu yüzeylere giden ışık oranı yükseldikçe, yani aydınlatma biçimi, dolaysızdan dolaylıya doğru değiştiğinde, giderek önem kazanmaktadır.

Tablo 7.6'da, normal ve kirli atmosfer durumları için, bir, iki ve üç yıl sonunda, yüzeylerden yansıyan ışık oranındaki azalmalar, hacim, ve aydınlatma biçimine göre verilmiştir.

Bakım programlarında, ilgili standart ve yönetmeliklerde verilen formüllere göre saptanacak belli aralıklarla, tavan ve duvarların temizlenmesi ya da boyaların yenilenmesi ve perdelerin yıkanması için yapılacak harcamalar, bunların yapılmaması durumunda uğranılacak kayıplara oranlara daha az olacaktır.[22]

Tablo 7.6 Üç Yıl Sonunda Yüzey Geriveriminde Azalma

Hacim biçimi	Ayd. biçimi	Başta		1 yıl sonra		2 yıl sonra		3 yıl sonra	
		normal	kirli	normal	kirli	normal	kirli	normal	kirli
Yüksek tavanlı ufak hacimler	dolaysız	1.00	1.00	0.94	0.93	0.93	0.90	0.92	0.88
	yayınık	1.00	1.00	0.86	0.82	0.82	0.78	0.79	0.74
	dolaylı	1.00	1.00	0.78	0.73	0.73	0.66	0.68	0.59
Normal boyutta hacimler	dolaysız	1.00	1.00	0.96	0.95	0.95	0.94	0.95	0.94
	yayınık	1.00	1.00	0.88	0.85	0.85	0.81	0.82	0.78
	dolaylı	1.00	1.00	0.82	0.77	0.77	0.70	0.72	0.64
Alçak tavanlı büyük hacimler	dolaysız	1.00	1.00	0.96	0.95	0.95	0.94	0.95	0.94
	yayınık	1.00	1.00	0.88	0.85	0.85	0.81	0.82	0.78
	dolaylı	1.00	1.00	0.82	0.77	0.77	0.70	0.72	0.65

7.4 Ölçme Konusu

Yukarıda anlatılan büyük enerji ve ışık kayıplarının değişik nedenleri arasında ölçme zorluklarının önemli bir yeri vardır. Basit bir termometre ile, bulunulan yerin havasının sıcaklığı, hatta bir barometre ile hava basıncı ve bir higrometre ile de bağlı nem oranı kolayca ölçülebilir.

Bir yerdeki aydınlığın ölçülebilmesi ise biraz daha karışık bir iştir. Doğru, ve belli bir anlamı olabilecek sonuçların elde edilmesi için iyi bir lüksmetre kullanılmalı, ve hangi noktalarda ne gibi ölçmeler yapılması gerektiği bilinmelidir. Yine de, aydınlığın az ya da çok olduğu, bakınca anlaşılır ve bu konuda yaklaşık bir değerlendirme yapılabilir.

Buna karşılık, bu noktaya kadar anlatılmış olan kayıpların ölçülebilmeleri oldukça zordur, ve bu kayıplar bakmakla anlaşılacak türden kayıplar değildir. Bir lambanın ışık verimi ve bu verimde zamana bağlı düşmeler, maliyeti çok yüksek özel laboratuvar aletleri ile ölçülebilir. Armatür geriverimleri de, yine aynı tür aletler ile

ölçülür. Armatürlerdeki geriverim düşmelerinin ölçülebilmesi, ayrıca, belli koşulların yaratılması ile uzun ve düzenli gözlem ve ölçmeler gerektirir.

Yansıtma çarpanlarının ölçülmesi biraz daha kolay olmakla birlikte, yine de bir laboratuvar ortamı, oldukça pahalı aletler ve bir uzmanlık çalışması gerektirir. Yaklaşık ölçmeler için örneklerle ölçüştürme yöntemleri kullanılabilirse de bu örnekler yine uzmanlık kuruluşlarında bulunur.

Bu kısa açıklamadan anlaşılacağı gibi, aydınlatmada enerji ve ışık kaybı ile ilgili ölçmeler, her yerde kolayca ve sık sık yapılan ölçmeler olmayıp, aksine, yalnızca belli uzmanlık laboratuvarlarında yapılabilen ve bu nedenle de sonuçları ile ilgili bilgilerin hiç yaygınlaşmamış olduğu ölçmelerdir.[15][22]

7.5 Aydınlatmada Enerji Kaybının Engellenmesi için Yapılabilecekler

7.5.1 Aydınlatma sisteminin kuruluş yükünün minimize edilmesi

Yapma aydınlatma sisteminin kuruluş yükünü etkileyen bir çok değişken olduğu bilinmektedir. Bu değişkenlerin alacağı değerler, sistemin şebekeden çektiği gücün belirlenmesinde etkili olacaktır. Bu değişkenlerin aydınlatma sisteminin kuruluş yüküne etkilerini kısaca inceleyelim: [14][15][22]

➤ Yapma aydınlatma sisteminin seçimi, aydınlatma aygıtlarından çıkan ışık akısının tümünün ya da bir kısmının yönlendirildiği uzay parçasıyla ilgilidir. Bilindiği gibi, bu sistemler;

- Dolaysız aydınlatma,
- Yarı dolaysız aydınlatma,
- Karma ya da yayınlık aydınlatma,
- Yarı dolaylı aydınlatma,
- Dolaylı aydınlatma

olarak sınıflandırılmaktadır. Dolaysız aydınlatmada, aygıttan çıkan toplam ışık akısının %90 ile 100'ü eylem alanına gönderilmekte olduğundan, herhangi bir yüzeyden yansiyarak yutulma kaybına uğramamaktadır. Oysa, dolaylı aydınlatmada ışık, bir yüzeyden yansiyarak hacme dağılmakta, yansıdığı yüzeyin ışık yansıtma çarpanına bağlı olarak bir kısmı yutulmaktadır. Bu nedenle, özellikle aydınlığın niteliği ve özel istekler nedeniyle zorunluluk olmadıkça, enerjinin etkin kullanımı açısından, dolaylı aydınlatma sistemi tercih edilmemelidir.

➤ Lamba, aygıt ve yardımcı araçların seçimi, enerjinin etkin kullanımı açısından üzerinde en çok durulan bir konu olmuştur. Özellikle lambalar, etkinlik değerleriyle enerji tüketiminde büyük bir yer tutarlar. Renksel özellikleri açısından çoğu yaşama mekanlarında tercih edilen akkor telli lambalar, etkinlik değerlerinin çok düşük olması nedeniyle enerjiyi diğer lambalara göre daha fazla tüketmektedirler. Oysa, renksel özellikleri açısından benzer şekilde tasarlanan E27 lamba başlıklı, elektronik ateşleyici ve balastı olan kompakt flüoresan lambalarla aynı ışık akısını çok daha az enerji tüketerek elde etmek mümkün olabilmektedir. Gün boyu ya da geceleri sürekli veya uzun süre kullanılan tesislerde, renksel özellikleri açısından istenen niteliğe sahip lambalar içinden, etkinlik değeri en yüksek olanının seçimi, aydınlatma enerjisinin etkin kullanımı açısından son derecede önem taşımaktadır. Bu yolla tasarruf edilecek enerji hiç de küçümsenmeyecek bir tablo çıkaracaktır. Örneğin, geçmiş yıllarda, özellikle kent içi yol aydınlatmalarında çok kullanılan mavimsi beyaz ışık renkli yüksek basınçlı cıva buharlı lambalar, zaman içinde yerlerini yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalara bırakmıştır. Özellikle dünya enerji krizinden sonra enerji fiyatlarının çok yükselmesi ile enerji tasarrufunun önem kazanması üzerine, mevcut cıva buharlı lambalı aygıtlarda hiçbir teçhizat değişikliği yapmadan, yalnızca değiştirilerek kullanılabilen kendinden ateşlemeli (ateşleyicisiz) yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalar geliştirilmiştir. 125 W, 250 W ve 400 W gücündeki yüksek basınçlı cıva buharlı lamba teçhizatı ile kullanılabilen, sırasıyla 110 W, 210 W ve 350 W gücündeki bu lambalarla %15 daha az enerji tüketilirken, yaklaşık %35 daha fazla ışık akısı elde edilebilmektedir.

➤ Aygıtlar (genellikle armatürler) ise bilindiği gibi, çıplak lambanın ışık dağıtımını düzenleyen, kamaşmayı önleyen, lamba ve yardımcı araçları dış etkilere karşı

koruyan ve içinde bulunduğu çevrenin estetik değerlerine katkı yapan araçlardır. Çıplak lambadan çıkan ışığı yansıtarak ve/veya geçirerek çevreye dağıtan aygıtlarda, bu yansıma ve geçme ile birlikte ışığın belirli bir miktarının yutulması da söz konusu olmaktadır. Bu yutulan miktar nedeniyle, aygıttan çıkan ışık akısı, lambadan çıkan ışık akısından daha az olacaktır ki, bu oran aygıtın verimini tanımlamaktadır. Dolayısıyla, aygıt seçiminde aygıtın verimi göz önünde bulundurulmalıdır ve enerjinin etkin kullanımı açısından, verimi yüksek olan aygıtların seçimine özen gösterilmelidir.

Diğer yandan, deşarj lambalarla birlikte kullanılan yardımcı araçlar da belirli bir miktarda enerji kayıplarına neden olmaktadır. Örneğin, flüoresan lambalarla birlikte kullanılması gereken balastların cinsi ve şebekeden çektikleri ek güçler enerji tüketimi açısından önemli bir faktördür. Normal bir endüktif balast ile kullanılan 36 Watt'lık flüoresan lamba şebekeden 46 W güç çekerken, aynı lambanın elektronik balast ile birlikte kullanıldığında şebekeden çektiği güç yine 36 W olarak kalmaktadır.

➤ Hacim iç yüzeylerinin ışık yansıtma çarpanları da, hacmin aydınlatma verimini önemli derecede etkileyen değişkenlerden biridir. Hacim içinde kullanıcının görsel konfor gereksinmesi olarak belirlenen aydınlık düzeylerini sağlamak için gerekli toplam ışık akısının büyüklüğü, hacmin aydınlatma verimine bağlı olarak hesaplanabilmektedir. İç yüzeylerin açık renklerle kaplanmış olması, başka deyişle, iç yüzeylerin ışık yansıtma çarpanlarının büyük olması halinde, ışık daha az yutulacak, dolayısıyla, çalışma düzleminde istenen aydınlık düzeyi, daha az güç harcayan aydınlatma sistemi ile sağlanmış olacaktır. İç yüzeylerin daha koyu renklerle kaplanmış olması halinde, yüzeylerin ışık yutma çarpanları daha büyük olacağından, istenen aydınlık düzeyini sağlamak için daha fazla elektrik enerjisinin şebekeden çekilmesi sonucu doğacaktır. Özellikle, dolaylı, yarı dolaylı, karma ve yarı dolaysız aydınlatma sistemlerinde, aygıtlardan çıkan ışık akısının bir kısmı iç yüzeylerden yansıyarak çalışma düzlemine ulaşacağından, bu sistemlerin seçimi halinde, enerji tüketimi önemli ölçüde artmış olacaktır.

İç yüzeylerin ışık yansıtma çarpanları, kuşkusuz doğal aydınlatma sistem tasarımında da önemli bir etken olmaktadır. Pencereden giren dolaysız ve dolaylı günışığının bir kısmı, iç yüzeylerden yansıyarak çalışma düzlemine ulaşacağından, istenen aydınlık düzeyine ulaşmada, ışık yansıtma çarpanı büyük yüzeylere göre ışık yansıtma çarpanı küçük yüzeylerin çevrelediği mekanın pencere büyüklüğü daha fazla olmak durumu ile karşılaşılacak, bu da, özellikle iklimlendirme enerjisi açısından tüketimin artmasına neden olacaktır.

➤ Aygıtların yerleştirme yükseklikleri, özellikle tavandan yapılan aydınlatma düzenlerinde, aygıtlardan beklenen toplam ışık akısının büyüklüğünü doğrudan etkileyen bir değişkendir. Bilindiği gibi, aydınlık düzeyleri “uzaklıklar yasası” uyarınca, aydınlatılan yüzeyin kaynağa olan uzaklığının karesi ile ters orantılı olarak değişim göstermektedir. Tavandan aydınlatılan bir mekanda, çalışma düzlemi ile aygıt arasındaki uzaklık ne kadar fazla ise, aygıtların vermesi gereken toplam ışık akısı daha fazla miktarda artacak, dolayısıyla enerji tüketimi de ona bağlı olarak artmış olacaktır. Bu nedenle, kamaşma kontrolü yapılmak koşulu ile, çalışma düzlemi ile aygıtlar arasındaki yükseklik izin verilebilen en aza indirilmeli, tavan yüksekliğinin fazla olması durumunda, aygıtlar askılarla sarkıtılarak yerleştirilmelidir. Bu konu, aydınlatma enerjisinin etkin kullanımı açısından önemle göz önünde bulundurulmalıdır.

➤ Aydınlatma sistemi tasarımı sürecinde, “ışık akısı yöntemi” ya da “ışık şiddeti yöntemi”ni temel alarak geliştirilmiş çok çeşitli hesaplama modelleri ve programları kullanılmaktadır. Geliştirilen programların büyük çoğunluğu, aygıt üreticilerin kendi ürünlerinin performanslarını veri olarak almakta olduğundan, farklı bir ürün için kullanılması durumunda, çok hatalı sonuçlar verebilmektedir. Bunun sonucu olarak da, olması gerekenden daha büyük kuruluş gücü tablosu karşımıza çıkarabilmektedir. Bu nedenle, hesaplamalarda kullanılacak programlar doğru seçilmeli ve aygıt ve lambalara ilişkin veriler titizlikle hesaplamalara katılmalıdır.

➤ Bakım faktörü, aygıtların belirli bir süre sonunda verimlerinin düşmesi açısından çok önem taşımaktadır. Aygıtların ışık yansıtan ya da geçiren bileşenlerinin, hava kirliliği ve diğer çevre etkenleri nedeniyle kirlenmesi ve bunun sonucu da ışık

yansıtma ve geçirme performanslarının azalması sonucunda verimleri düşmekte, böylelikle ya istenen görsel konfor koşulları sağlanamamış olmakta ya da, istenen koşulların sağlanabilmesi için daha fazla enerji tüketilmesi sonucunu doğurmaktadır. Bu nedenle, aygıtların bakım periyotlarının sıklaştırılması yönünde yapılacak düzenlemeler, işletme projeleri ya da yönergelerle, bakım faktörleri olabildiğince yüksek tutulmalı, sistemin ilk kuruluş yükü bu nedenden dolayı gereksiz yere yüksek değerlere ulaşmamalıdır.

7.5.2 Aydınlatma sisteminin kullanım süresinin minimize edilmesi

Yapma aydınlatma sisteminin kullanıldığı sürece enerji tüketeceği, bu sürenin kısaltılması oranında enerjiden tasarruf sağlanacağı herkesçe bilinen bir gerçektir. Bu gerçek yıllardan beri defalarca yazılı ve sözlü olarak dile getirilmesine ve bu yönde yeterli bilgi ve teknolojik olanaklar var olmasına karşın, özellikle ülkemizde ilgili ve yetkililerce yeterince önemsenmemektedir. Gene de, aydınlatma sisteminin kullanım süresinin minimize edilmesinde etkili olabilecek faktörleri inceleyelim.[14][15][22]

➤ Burada, daha önce de değinildiği gibi en dikkati çeken ve önemle üzerinde durulması gereken öneri, günışığının maksimum kullanılmasıdır. Açıkça bilinmektedir ki, günışığından yararlanmak, hacimlerin ve mekanların kullanılma sürelerinin gündüz saatleri içerisinde olması ile olanaklı görülmekle birlikte, günışığının var olduğu zaman diliminde, her bina, her hacim ve her mekanda, görsel gereksinmelerin bu kaynakla karşılanması olanaksız olabilmektedir. Ancak, günışığının var olduğu saatlerde, iç mekanlarda istenen görsel konfor gereksinmelerini karşılamak amacıyla yeterli büyüklükte ve uygun konumda pencerelerin kullanılması ve pencere büyüklük ve konumlarının da, yapının dış görünümünde etkili olan bir öge olmaları yanında, bu işlevinin de olduğu bilincine varılması gerekir. Kimi eylem türleri için gerekli görsel konfor koşulları, pencereler ne kadar büyük ve ne kadar uygun konumda olurlarsa olsunlar, sağlanamayabilir. Ama, mutlaka günışığının hacim içerisinde yeterli olduğu bir alan olacaktır. İşte bu alanın dahi günışığından yararlanılarak aydınlatılması önemli boyutta enerji tasarrufu sağlayacaktır.

Bu kuşkusuz bir optimizasyon sorunudur ve çözümü için de bir çok yöntem mevcuttur. Gerek bu yöntemlerin uygulanması ve gerekse bu konuda yapılan araştırma çalışmalarının değerlendirilmesi sonucunda, gün boyu sürekli kullanılan hacimlerde ve özellikle, bürolar, resmi daireler, eğitim ve sağlık tesisleri gibi binalarda, aydınlatma ve iklimlendirme enerjisi tasarrufu açısından en etkili sistemin “Bütünleşik Aydınlatma Sistemi” olduğu açıkça bilinmektedir. Bütünleşik aydınlatma ise, bilindiği gibi, bir hacimde istenen görsel konfor koşullarının, doğal aydınlatmanın yapma aydınlatma ile bütünlenerek sağlanması amacını güden bir aydınlatma türüdür. Böyle bir sistemin tasarım ilkeleri hakkında başvurulacak bir çok kaynak mevcuttur.

Penceresiz ya da derinliği çok fazla olan mekanlarda günışığından maksimum yararlanmak amacı ile, ışık taşıyıcı sistemler geliştirilmiştir. Bu sistemler, ışık toplayıcı, ışık taşıyıcı ve sonlandırıcı öğelerden oluşmaktadır. Binaların günışığını en fazla alan çatıları üzerine yerleştirilen ışık toplayıcılar, optik sistemler aracılığı ile ışığı iç yüzeyleri yüksek yansıtıcı yüzeylerden oluşan taşıyıcılara aktarmakta, aydınlatılacak mekana ulaştıktan sonra bir aygıt gibi işlev gören sonlandırıcı öğe ile mekana yayılmaktadır. Bu temel ilkeye dayalı olarak çeşitli patentler üretilen bu sistemler, günışığından maksimum yararlanma sağlayarak enerji tasarrufuna önemli katkılarda bulunmaktadır.

➤ Otomatik kontrol sistemleri, enerjinin etkin kullanımında önemli rol oynayan teknolojik olanaklardan bir diğeri olarak görülmektedir. Özellikle bütünleşik aydınlatma sistemlerinde, günışığına duyarlı kontrol sistemleri ile %35'lere varan enerji tasarrufu sağlanabilmektedir. Ayrıca, zaman anahtarları ve insan seçiciler ile lambalar hacimlerin kullanılmadığı zaman dilimlerinde otomatik olarak söndürülmesiyle de % 30'lara varan tasarruf sağlanabilmektedir. Gün boyu kullanılan mekanlarda, tüm resmi dairelerde, bürolarda, sağlık tesislerinde, eğitim tesislerinde, endüstride artık; zamana, insan faktörüne ve günışığına bağlı açma-kapama veya loşlaştırma sistemlerinin kullanılması, enerji tasarrufuna ve giderek ülke ekonomisine büyük katkılar yapacak çözümler olarak görülmeli ve hiç zaman kaybetmeden uygulamaya konmalıdır.

7.6 Sonuç

Aydınlatmada enerjinin etkin ve verimli kullanımına ilişkin bu bölüm ve bundan önce yapılmış bir çok yayında benzer çözüm yolları önerilmektedir. Fakat üzücüdür ki, bütün bu öneriler, konuşmaların yapıldığı salonların duvarları ya da yazıldığı sayfaların arasında kalmaktadır.

Ülkemizde ve diğer ülkelerde yapılan araştırmalar ve bunlara dayalı olarak gerçekleştirilen uygulamalar, bu önerilen çözümlerin önemli boyutlarda enerji tasarrufu sağladığını açıkça kanıtlamış olmasına karşın, neden hala ilgili ve yetkililerce dikkate alınmadığı anlaşılamamaktadır. Bu, kuşkusuz bir ilk yatırım maliyeti getirecektir. Ancak, sonuçta işletme ve bakım maliyetindeki azalma ve bu kapsamda enerji tüketimindeki sağlanacak önemli tasarruf, çok kısa sürede korkulan yatırım maliyetini geri ödeyebilmek olanağını yaratacaktır. Kuşkusuz, devlet bu konuda lokomotif görevi üstlenmelidir ve devlete ait tüm yapılarda bu öneriler doğrultusunda, hatta en kolayından başlanarak, enerjinin etkin kullanılması yönünde düzenlemeler en kısa zamanda yapılmalıdır.

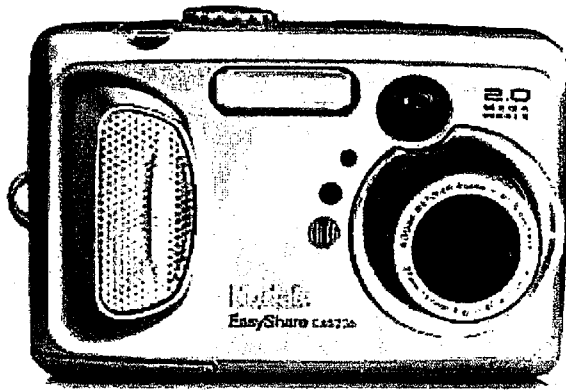
- Aydınlatmada enerji harcamalarını azaltmak için aydınlık düzeylerini düşürmek, “üç lambadan birini söndürmek”, yanlış ve sakıncalı bir yoldur.
- Bunun yerine, yüzde yüzlere yaklaşan kayıplar, boşuna harcamalar olabildiğince önlenmelidir. Böylece enerji harcamaları, üç lambadan biri değil, belki on lambadan dokuzu söndürülmüşçesine azaltılabilir.
- Görme koşullarının iyileşmesini sağlamak üzere aydınlık düzeyleri yükseltilmeli, ama daha önemlisi, fazladan enerji harcaması gerektirmeyecek olan, uygun nitelikte aydınlık elde edilmesine özellikle önem verilmeli, bu konuda gerçek uzmanlara danışılmalıdır.

BÖLÜM 8. ADAPAZARI ÇAPINDA DIŞ AYDINLATMA DEĞERLENDİRMESİ

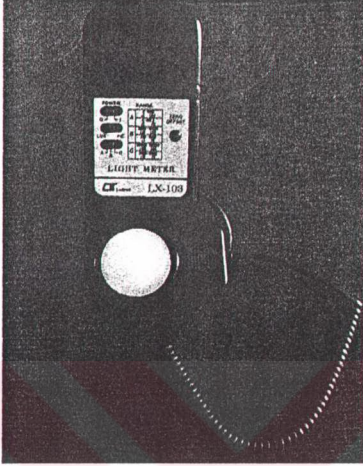
Bundan önceki bölümlerde verilen bilgiler ışığında, 17 Ağustos 1999 Marmara Depremi sonrasında “Büyükşehir” statüsü kazanan Adapazarı’ımız çapında yapılmış olan dış aydınlatma uygulamalarını incelemekte fayda vardır. Bu sayede özellikle ilk bölümde üzerine basılarak söylenmiş olan “Ülkemizde aydınlatma konusuna yeterince önem verilmemektedir.” sözünün doğruluğu veya yanlışlığı örneklerle ispatlanmış olacaktır.

Mart ve Nisan ayları (2004) içinde özellikle Adapazarı Şehir Merkezi, Çark Caddesi, Serdivan ve Sakarya Üniversitesi mahallerinde çeşitli fotoğraf çekimleri ve aydınlık düzeyi değerleri ölçümleri yapılmıştır. Bu çekimlerde elde edilen fotoğraflar arasından aydınlatma ile yapılan yanlış ve doğru uygulamaları en anlaşılır şekilde gösterebilecek olanları seçilmiş ve bu bölümde ilgili açıklamalarla birlikte sunulmuştur.

Fotoğraf çekimlerinde kullanılan kamera Şekil 8.1’de, aydınlık düzeyi ölçümlerinin yapıldığı lüksmetre ise Şekil 8.2’de gösterilmiştir.



Şekil 8.1 Kodak EasyShare CX6230 Dijital Fotoğraf Makinesi



Şekil 8.2 Lutron LX-103 Lüksmetre

8.1 Yol Aydınlatması Bakımından Durum

Adapazarı Şehir Merkezine giden bağlantı yollarının, genel itibariyle ortadaki refüjler ile bölündüğü ve gidiş – geliş istikametlerinin ayrıldığı görülmüştür. Bu yollarda direklerin Şekil EK B.6'da gösterildiği gibi yerleştirilmiş olduğu belirlenmiştir. Yapılan incelemelerde Adapazarı çapında yol aydınlatması için kullanılan direklerin - ki bu direkler 7, 12 veya 13 m'lik üstten veya yandan çift konsollu aydınlatma direkleridir - büyük bir kısmında sarı ışık veren yüksek basınçlı sodyum buharlı lamba kullanıldığı tespit edilmiştir. Ara sokaklardaki yol aydınlatmalarında ise yer yer düşük güçlü civa buharlı lambaların kullanıldığı saptanmıştır.

Yüksek basınçlı sodyum buharlı lambaların kullanıldığı bölgelerde, direk dibinin ve yolun ortasına kadar olan kısmının iyi aydınlandığı, fakat yolun uzak kenarlarının yeterince aydınlanmadığı, özellikle kaldırımlı bölgelerde kaldırımların fazlasıyla karanlık olduğu ve kara gölge oluşumuna maruz kaldığı görülmüştür (Şekil 8.3).



Şekil 8.3 Adapazarı'nda Yol Aydınlatması Örneği – Donatım Fabrikası Karşısı

Ayrıca direklerde kullanılan armatürlerin her birinin aynı şekilde odaklanmadığı ve bir çok yerde armatürlerin sağa sola dönmüş olduğu ve bu yüzden bazı direkler arasında karanlık bölgeler oluştuğu tespit edilmiştir.

8.2 Bulvar - Meydan ve Kavşak Aydınlatması Bakımından Durum

Adapazarı'nda bulvar – meydan ve kavşak aydınlatmasının yüksek direklerle ve projektör kullanılarak yapıldığı dikkat çekmektedir. Şehir Merkezinde özellikle Atatürk Bulvarı (Şekil 8.4) ve Gümrük Önü Meydanının (Şekil 8.5) aydınlatması örnek olarak incelenebilecek niteliktedir. Bu uygulamalarda 20 metrelik aydınlatma direkleri, üzerlerine yerleştirilmiş 3 ya da 4 1000 Watt'lık sarı ışık veren yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalar kullanılmaktadır.

Bulvar içlerinde ise Şekil 8.4'de de görüldüğü gibi süsleme - güzelleştirme amaçlı kullanılmış 3 metrelik bahçe aydınlatma direkleri kullanılmıştır. Işık kaynağı olarak 24 ve 36 Watt'lık enerji tasarruflu kompakt flüoresan lambalar kullanılmıştır. Bu direklerde kullanılan armatürlerin aydınlatmaya neredeyse hiç faydası olmadığı üst yarı uzaya hiç ışık yollamadığı halde alt yarı uzaya da neredeyse hiç ışık yollamadığı görülmüştür. Bu direklerle ilgili yapılan ölçüm ve değerlendirmeler ileriki alt bölümlerde verilecektir.



Şekil 8.4 Bulvar Aydınlatması Örneği – Atatürk Bulvarı



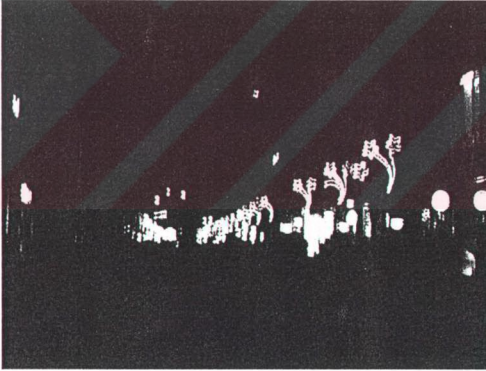
Şekil 8.5 Meydan Aydınlatması Örneği – Gümrük Önü Meydanı

8.3 Yaya Yolları ve Alanları Aydınlatması Bakımından Durum

Özellikle Adapazarı Şehir Merkezinde yaya yolları ve alanları açısından bir çok farklı aydınlatma çeşidi kullanılmıştır. 3 yıl önce trafiğe kapatılan Çark caddesinde olduğu gibi bazı bölgelerde aydınlatma gereksinimleri 3 metrelik bahçe aydınlatma direkleri (Şekil 8.6), Atatürk Bulvarı gibi bazı bölgelerde 20 metrelik direklerdeki

projektörlerin etkisi (Şekil 8.4), Büyükşehir Belediye Başkanlığı önu gibi bölgelerde ise farklı bir tipte 2 metrelik bahçe aydınlatma direkleri (Şekil 8.7) ile sağlanmaya çalışılmıştır. Ayrıca Çark Caddesinde olduğu gibi aydınlatma estetik bir biçimde süslemelerle desteklenmiştir. Bu süslemeler boru içindeki çok küçük kuvvetli ampul ve "led"ler kullanılarak yapılmıştır. Ama genel olarak yaya alanların aydınlatmasında daha çok 20 metrelik direkler ve üzerindeki saha projektörlerine güvenilmektedir.

Sakarya Üniversitesinde de durum pek farklı değildir. Genel olarak 20 metrelik direklere tesis edilmiş projektörlerle (Şekil 8.8) sağlanmaya çalışılan yaya alanları aydınlatması, çevre güzelleştirme amaçları ağar basan yere gömme lambalarla (Şekil 8.9) desteklenmiştir. Uzak mesafeden hoş bir görüntü veren bu aydınlatma şeklinin aydınlatma gereksinimlerinin karşılanmasına dair herhangi bir katkısı yoktur.



Şekil 8.6 Yaya Alanı Aydınlatma Örneği - Çark Caddesi



Şekil 8.7 Yaya Alanı Aydınlatma Örneği - B.Ş. Belediye Başkanlığı Önü



Şekil 8.8 Yaya Alanı Aydınlatma Örneği – SAÜ Mediko Sosyal Kavşağı

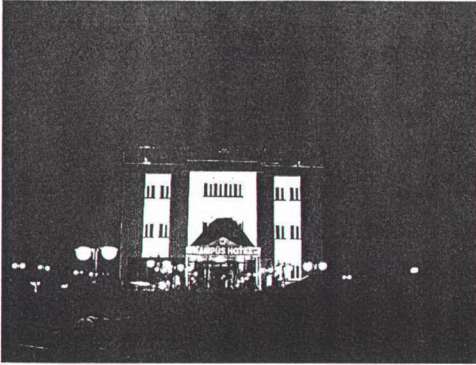


Şekil 8.9 Yaya Alanı Aydınlatma Örneği – SAÜ Kütüphane Karşısı

8.4 Anıt - Heykel ve Bina Aydınlatması Bakımından Durum

Adapazarı çapında Anıt - Heykel ve Bina aydınlatmasına çok fazla önem verildiği söylenemez. Aydınlatılan belli başlı tek anıt Gümrük önü meydanındaki Atatürk Anıtı'dır (Şekil 8.5). O'nun aydınlatması da özel olarak yapılmamıştır, anıt meydanı aydınlatan projektörler sayesinde tek tarafından aydınlanmaktadır. Aslında anıt – heykel aydınlatmasında farklı yöntemlerin kullanılması daha faydalı olacaktır.[27]

Bina aydınlatmasında da durum farklı değildir. Şehir çapında özellikle aydınlatılan bir yapı bulmak çok zordur. Fakat konuyla ilgili kısmen başarılı iki örneğe Sakarya Üniversitesi'nde rastlanabilir. Bunlar “Kampüs Otel” (Şekil 8.10) ve “SAÜSEM” (Şekil 8.11) binalarıdır. Kampüs Otel ön taraftan yere yerleştirilmiş beyaz renk ışık veren projektörlerle aydınlatılırken, giriş bölümünün dışarıya doğru uzanması ve projektörlerden gelen ışığının bir bölümünü kesmesi nedeniyle 2. katında büyük bir karanlık gölge oluşmakta ve görüntü kirliliği meydana gelmektedir. SAÜSEM binasının ise dışardan herhangi bir aydınlatma aygıtı ile aydınlatılmadığı, tüm duvarları camdan olduğu için bina içindeki aydınlatma tesisatının aktif olduğu zamanlarda estetik bir şekilde aydınlandığı görülmektedir. Yine Sakarya Üniversitesi içinde bazı başarısız bina aydınlatması uygulamaları yapılmış ve bunlar ilerideki alt bölümlerde farklı açılardan ele alınmıştır.



Şekil 8.10 Bina Aydınlatması Örneği – SAÜ Kampüs Otel



Şekil 8.11 Bina Aydınlatması Örneği – SAÜ SAÜSEM

8.5 Tabela Aydınlatması Bakımından Durum

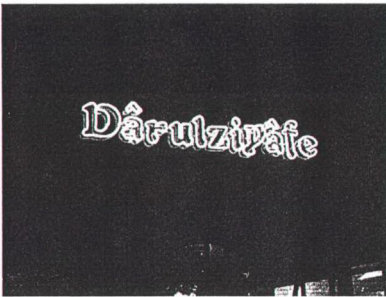
Şehir çapında genel olarak işyeri, dükkan, ticarethane ve resmi kurumların isimlerin yazılı olduğu tabelaların aydınlatılmasına fazlasıyla önem verilmektedir. Üst tarafa yerleştirilmiş projektörle aydınlatma ve ışık geçiren tabelanın arkasına yerleştirilmiş flüoresan lambalarla aydınlatma ve led kullanarak aydınlatma en fazla revaçta olan aydınlatma şekilleridir. Çark Caddesi (Şekil 8.12), Atatürk Bulvarı (Şekil 8.13), Atatürk Stadı Karşısı Çark Mesire Yeri (Şekil 8.14), Sakarya Üniversitesi Girişi (Şekil 8.15) bu aydınlatma şeklinin kullanıldığı örnek olarak verilebilecek yerlerdir.



Şekil 8.12 Tabela Aydınlatması Örneği – Çark Caddesi



Şekil 8.13 Tabela Aydınlatması Örneği – Atatürk Bulvarı



Şekil 8.14 Tabela Aydınlatması Örneği – Çark Mesire Yeri



Şekil 8.15 Tabela Aydınlatması Örneği – SAÜ Girişi

8.6 Aydınlatma ile Şehir Güzelleştirme Bakımından Durum

Bu konuda Adapazarı'nda özellikle son bir yıl içerisinde önemli gelişmeler kaydedilmiştir. Yol aydınlatmalarında kullanılan direklere süsler takılması suretiyle araç sürücülerini için görsel zevk canlandırılmaya çalışılmıştır (Şekil 8.3). Bu çabaya ek olarak özellikle kavşak noktalarında renkli ağaç figürleri (Şekil 8.16 - 17) ve yüksek direklerin etrafına sarılmış ledler kullanılmıştır (Şekil 8.18). Yaya yollarında da tıpkı Çark Caddesi örneğinde (Şekil 8.6) gösterildiği gibi süslemelerle yaşam ortamına renk ve çeşitlilik katılmaya çalışılmıştır. Maliyeti ve enerji tüketimi çok az olan bu aydınlatma uygulamaları tercihen kullanılabilir.



Şekil 8.16 Estetik Aydınlatma Örneği – Otobüs Terminali Karşısı



Şekil 8.17 Estetik Aydınlatma Örneği – Donatım Fabrikası Karşısı



Şekil 8.18 Estetik Aydınlatma Örneği – Serdivan Anadolu Lisesi Kavşağı

8.7 Işık Kirliliği Bakımından Durum

Maalesef yukarıdaki bölümlerde verilen fotoğraflarda da dikkati çektiği gibi Adapazarı da önemli bir ışık kirliliği problemi ile karşı karşıyadır. Özellikle yol aydınlatması ve bina aydınlatması yapma çabaları sonucunda önemli derecede ışık üst yarı uzaya kaçmakta ve ışık kirliliği meydana gelmektedir. Özellikle yüksek direklerle yapılan yol, kavşak, bulvar - meydan ve yaya alanları aydınlatmaları bu olayın en büyük nedenleridir.

Yüksek aydınlatma direklerinde kullanılan yüksek güçlü ve aydınlık şiddetli projektörler yerde ve yakında bir noktaya odaklanmak yerine neredeyse yere bir paralel bir şekilde yerleştirilmişlerdir (Şekil 8.19). Bu nedenle bu direklerin diplerinde yeterli aydınlık düzeyleri sağlanamamakta hem de direğe çok uzakta olmasına rağmen araç sürücülere ve yayaların gözlerinde kamaşma (Şekil 8.20 - 21) meydana gelmektedir. Ayrıca sokak aydınlatmasında kullanılan direklerin binalara çok yakın olması da ışık tecavüzü doğurmaktadır (Şekil 8.22).



Şekil 8.19 Işık Kirliliği Örneği – Atatürk Bulvarı



Şekil 8.20 Işık Kirliliği Örneği – Çark Caddesi Köşesindeki Projektörlerin Atatürk Bulvarında Sebep Olduğu Kirlilik ve Kamaşma



Şekil 8.21 Işık Kirliliği Örneği – Atatürk Bulvarındaki Projektörlerin Orhan Camii Mevkiinde Sebep Olduğu Kirlilik ve Kamaşma



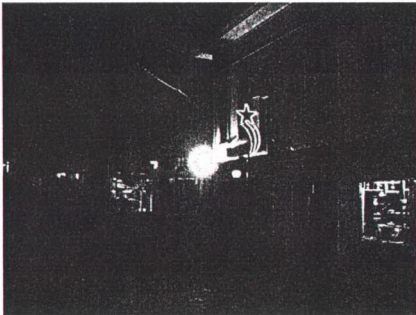
Şekil 8.22 Işık Kirliliği Örneği – Migros Karşısında Işık Tecavüzü

Işık kirliliğinde diğer etkenler olan bina ve tabela aydınlatması ile ilgili durum da pek parlak değildir. Önceki bölümlerde gösterilmiş olan Kampüs Otel ve SAÜSEM aydınlatmaları dışında başarılı sayılabilecek aydınlatma pek bulunmamaktadır. Özellikle Şerefiye Camii'ni aydınlatmak amaçlı yapılan uygulamalarda (Şekil 8.23 - 24 -25) ne kullanılan projektörler doğru yere yerleştirilmiş ne de doğru noktaya odaklanmışlardır. Bunlar çevre binaları sabaha kadar rahatsız edecek şekilde yerleştirilmiştir. Benzer şekilde Atatürk Bulvarındaki Defterdarlık Binası (Şekil 8.26) ve Harmanlık Camii de aynı konumdadır (Şekil 8.27). Aynı durum Sakarya Üniversitesi Mediko Sosyal binasının aydınlatmasında (Şekil 8.28) da söz

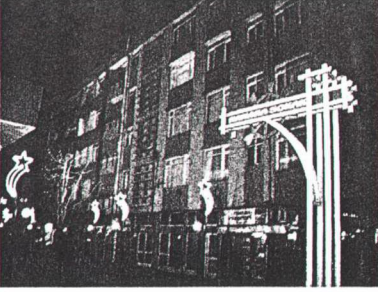
konusudur. Yapılan uygulamayla bina hem gereğinden fazla hem de aşırı şekilde aydınlatılmıştır. Benzer bir uygulama hatası da dersliklerin bulunduğu binaları aydınlatırken yaşanmıştır (Şekil 8.29). Bu bina çevresiyle bariz bir karşıtlık getirir hale büründürülmüştür. Serdivan Belediye Binasının hemen 50 m karşısında, yerel seçimler öncesinde Belediye Başkan Adayı ile ilgili seçim pankartını aydınlatmak amacıyla bir konutun terasına yerleştirilmiş olan projektör (Şekil 8.30) yanlış odaklama ve en baştan yanlış bir uygulamanın eseri olarak hemen yanındaki çift şeritli yolda kamaşmaya yol açmak suretiyle sürücülere engel teşkil etmektedir. Yine Adapazarı içinde yapılmış amacını aşan ışık ve görüntü kirliliği oluşturan tabela aydınlatmaları da ilgili şekillerde verilmiştir (Şekil 8.31).



Şekil 8.23 Işık Kirliliği Örneği – Şerefiye Camii 1



Şekil 8.24 Işık Kirliliği Örneği – Şerefiye Camii 2



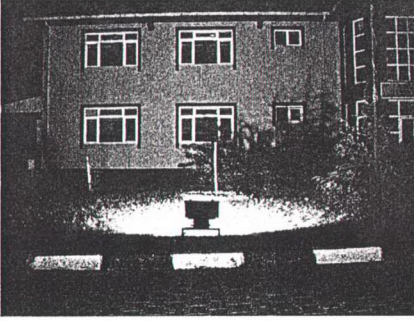
Şekil 8.25 Işık Kirliliği Örneği – Şerefiye Camii Karşısı Apartmanlar



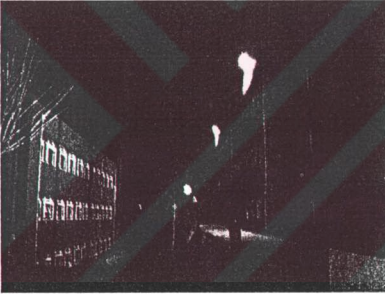
Şekil 8.26 Işık Kirliliği Örneği – Atatürk Bulvarı Defterdarlık Binası



Şekil 8.27 Işık Kirliliği Örneği – Harmanlık Camii



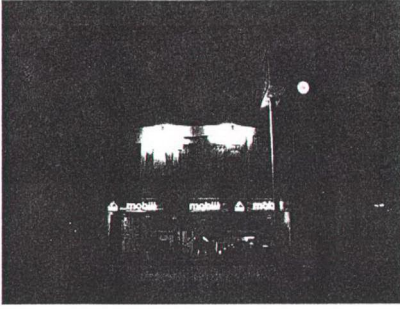
Şekil 8.28 Işık Kirliliği Örneği – SAÜ Mediko Sosyal Binası



Şekil 8.29 Işık Kirliliği Örneği – SAÜ Müh. Fak. Derslikleri



Şekil 8.30 Işık Kirliliği Örneği – Serdivan Belediye Binası Karşısı, Konutlar



Şekil 8.31 Işık Kirliliği Örneği – Serdivan Mobilyacılar Sitesi

Adapazarı'nda Işık Kirliliğini engellemek için yapılması gerekenler şöyle sıralanabilir:

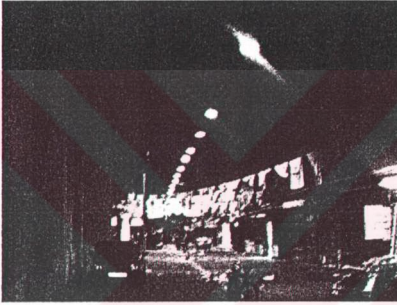
- Aydınlatma aygıtları üst yarı uzaya gönderilen ışık akısı miktarının ULOR % 5'i geçmeyecek elemanlar ve ürünler arasından seçilerek o şekilde tesis edilmelidir.
- Estetik ve süsleme amaçlı aydınlatma uygulamalarına bir standart getirilmeli ve en az kirliliğe yol açan uygulama hayata geçirilmelidir.
- Yol, kavşak ve bulvar – meydan aydınlatmalarında kullanılan yüksek direklerden ya vazgeçilmeli ya da bunlarda kullanılan projektörlerin odak noktası ayarları yapılmalı ve bunlar korumalı ya da reflektörlü hale getirilmelidir.
- Şehir çapında tüm aydınlatma tesisatlarının odak noktaları kontrol edilmeli ve hatalar düzeltilmemelidir.

Unutulmamalıdır ki Şehir aydınlatması insana hizmet etmeli, onun yoluna bir engel olarak çıkmamalıdır.

8.8 Aydınlatmada Enerji Verimliliği Bakımından Durum

Şehir çapında belirli bölgelerde yapılan ölçümlerde ilgili aydınlatma standartlarına uyum sağlanıp sağlanmadığı incelenmiştir.

Şehir Merkezinde başarılı sayılabilecek aydınlatma uygulamalarından birinin yapılmış olduğu PTT Sokağı'nda (Şekil 8.32) elde edilen aydınlık düzeyi değerleri aşağıdaki tabloda verilmiştir. Burada enine askı düzeni kullanılmış, direk edinme ve direk montaj masrafları ortadan kalkmıştır. Sokağın Eni 10 m, boyu ise yaklaşık 60 m'dir. Armatürler arası açıklık 4 m olarak tespit edilmiştir. Elde edilen değerler, aydınlatılan alan eşit parçalara bölündüğünde diğerleri ile simetrik olarak örtüşen bir parçanın değerleridir.



Şekil 8.32 Sokak Aydınlatması Örneği – PTT Sokağı

Tablo 8.1 PTT Sokağı Aydınlatma Düzeyi Değerleri

İki Armatürün Arasında Tam Orta Noktadan Enine Uzaklık	Yer Seviyesinde Yatay Aydınlık Düzeyi Değerleri (lüks)
0 m	79
1 m	61
2 m	42
3 m	29
4 m	24
5 m	20
Armatürün İzdüşümüne Dik Doğrultuda Enine Uzaklık	Yer Seviyesinde Yatay Aydınlık Düzeyi Değerleri (lüks)
0 m	135
1 m	114
2 m	90
3 m	74
4 m	53
5 m	40

PTT Sokağı CIE Yaya Yolu Sınıflandırmasına göre bir P1 sınıfı yoldur ve ortalama aydınlık düzeyi değerinin 20 lüks civarında olması gerekmektedir (Tablo 5.4). Tablo 8.1'de verilen değerlere göre burada ortalama aydınlık düzeyi değeri ise yaklaşık 63,4 lüks olarak hesaplanmıştır. Bu standartların yaklaşık 3,17 katı fazlasıdır. Ortalama düzgünlük faktörü CIE Yol Sınıflandırmasına göre M3 sınıfı bir yol olduğu için 0,4 olmalıdır fakat 0,315 olarak hesaplanmıştır (Tablo 5.2 - 3). Boyuna düzgünlük faktörü değeri de aynı şekilde 0,5 olması gerekirken 0,15 olarak hesaplanmıştır.

Görülmektedir ki görsellik bakımından gayet başarılı ve kurulum maliyeti bakımından gayet tasarruflu olan bu enine askı düzeni uygulaması tasarım yanlışları ve gerekli hesaplamalar yapılmadan tesisatta kullanılacak aygıtlar gelişi güzel seçildiği için uygulamada kesin başarıyı yakalayamamıştır. Burada çözüm olarak aynı armatür tipine uyum gösterebilecek aydınlık şiddeti ve güç değerleri daha düşük olan bir ışık kaynağı (lamba) kullanmak önerilebilir. Bu ışık kaynaklarını kullanmaya devam etmek ekonomik açıdan yarar sağlamayacağı gibi, bu aydınlatmaya devamlı maruz kalan kişilerde dikkat kaybı, sinirlilik gibi etkilere yol açabilir.

Sakarya Üniversitesi Kampüsü içinde yer alan projektörlü 20 metrelik direklerle yapılmış yol ve yaya alanı aydınlatması uygulamasını (Şekil 8.33) inceleyecek olduğumuzda Tablo 8.2'deki değerleri elde etmekteyiz. Elde edilen değerler, aydınlatılan alan 4 eşit parçaya bölündüğünde diğerleri ile simetrik olarak örtüşen bir parçanın değerleridir.



Şekil 8.33 Yol Aydınlatması Örneği – SAÜ İ.İ.B.F. Kavşağı

Tablo 8.2 SAÜ İ.İ.B.F. Kavşağında Aydınlatma Düzeyi Değerleri

İki Projektörün Arasında Tam Orta Noktadan İtibaren Uzaklık	Yer Seviyesinde Yatay Aydınlık Düzeyi Değerleri (lüks)
1 m	6
5 m	13
10 m	14
15 m	11
20 m	8
25 m	7
30 m	6
35 m	4
40 m	2
Projektörün İzdüşümüne Dik Doğrultuda Uzaklık	Yer Seviyesinde Yatay Aydınlık Düzeyi Değerleri (lüks)
1 m	2
5 m	8
10 m	56
15 m	58
20 m	42
25 m	26
30 m	17
35 m	14
40 m	6

Sakarya Üniversitesi İ.İ.B.F. Kavşağı CIE Yaya Yolu Sınıflandırmasına göre bir P3 sınıfı yoldur ve ortalama aydınlık düzeyi değerinin 7,5 lüks civarında olması gerekmektedir (Tablo 5.4). Tablo 8.2'de verilen değerlere göre burada ortalama aydınlık düzeyi değeri ise yaklaşık 16,7 lüks olarak hesaplanmıştır. Bu standartların yaklaşık 2.22 katı fazlasıdır. Ortalama düzgünlük faktörü CIE Yol Sınıflandırmasına göre M3 sınıfı bir yol olduğu için 0,4 olmalıdır fakat 0,112 olarak hesaplanmıştır (Tablo 5.2 - 3). Boyuna düzgünlük faktörü bu tip yollarda önem taşımamaktadır. Buradaki rahatsızlığın önüne geçilmesi için projektörlü sistemden vazgeçilmesi ve yaya yollarının aydınlık düzeyine katkı sağlayacak tercihen 7 m'lik direklerle yapılacak bir aydınlatma uygulaması projelendirilmesi faydalı bir çözümdür.

Benzer şekilde, Serdivan Belediyesi karşısındaki göbekte bulunan 20 metrelik direk (Şekil 8.34) etrafında yapılan ölçüm ve sonrasındaki hesaplamalarda ortalama aydınlık düzeyi 10 lüks olması gerekirken 8 lüks, ortalama düzgünlük faktörü 0,4 olması gerekirken 0,2, boyuna düzgünlük faktörü 0,5 olması gerekirken 0,067 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 8.34 Yol ve Yaya Alanı Aydınlatması Örneği – Serdivan

Bu örneklere Atatürk Bulvarı, Erenler, Karaağaçdibi gibi bölgelerde yapılan aydınlatma uygulamalara eklenebilir.

Netice itibariyle görülmektedir ki, Adapazarı çapında yapılan uygulamalarda ne uluslararası standartlara uyulma gereği ne de bu uygulamalar yapılırken (Sakarya Üniversitesi'ndeki uygulamalar dahil) akademik kurumlardan yardım isteme gereği hissedilmiştir. Başına buyruk hareket edilerek yapılan aydınlatma projeleri ve bunların uygulamasında hiçbir şekilde enerji verimli aydınlatma yapma cihetinde hareket edilmemiştir. Örneğin Çark Caddesi'ni süslemek ve güzellemek amaçlı yapılan uygulamada, yaya alanı boyunca çift taraflı ve değişken değerli direk açıklıklarıyla tam 87 adet 3 metrelik bahçe aydınlatma direği kullanılmıştır. Bu direkler çift konsollu dolayısıyla çift armatürlüdür. Armatürler üstten reflektörlüdür ve üst yarı uzaya çok az miktarda ışık yollamaktadır. Bu açıdan armatürlerin doğru seçildiğini söyleyebiliriz. Fakat burada şaşırtıcı olan durum bu direklerde kullanılan lambaların akkor Flamanlı ve 40 Watt'lık lambalar olmasıdır. Evlerde 10 m³ hacimli odaların bile aydınlatmasında yetersiz kaldığı için tercih edilmeyen, düşük bir ışık şiddetine sahip bu lambalar genel aydınlatma amacıyla bu direklerde kullanılmıştır (Şekil 8.35 - 36).



Şekil 8.35 Yaya Alanı Aydınlatması Örneği – Çark Caddesi (Şerefiye)



Şekil 8.36 Yaya Alanı Aydınlatması Örneği – Çark Caddesi

Şerefiye Camii civarında kullanılan projektörlü bina aydınlatması nedeniyle yaya alanının son derece hatta gereğinden fazla aydınlık olduğu buna karşın hemen buranın 20 metre ilerisinde ise yolun özellikle orta kesiminin bir hayli karanlık olduğu görülmektedir. Direklerin hemen diplerinde bile yeterli aydınlık düzeyinin olmadığı fotoğrafta net olarak belirlenmektedir. Başka bir deyişle yol boyunca dükkanların kendi aydınlatması olmasa yolun tamamen karanlık olacağı anlaşılmaktadır. Peki Şerefiye Camii karşısında kullanılan 8 direği çıkarır ve bunları görevini yerine getiriyor (!) kabul edersek, geriye kalan 79 direk ve bunların üzerindeki 158 lamba ne işe yaramaktadır?

87 direk, 174 akkor flamanlı lamba, saatte $174 \times 40 = 6960$ Watt, yıl boyu günde ortalama 10 saat yandığını kabul edersek $6960 \times 10 \times 365 = 25404000$ Watt. Yani bu 87 direk yıllık 25,404 MWatt enerji tüketimi yaparken kendi dibini bile

aydınlatmamaktadır. Acaba sadece kendini aydınlatan “ateş böceği”ne benzer bu aydınlatma sistemlerine gerçekten ihtiyaç var mıdır? Üstelik bu soruyu sorarken direk maliyetleri, montaj ve işçilik fiyatlarını hiç ama hiç hesaba katmadığımızı hatırlatmak gerekir. Bir de bu fiyatlar göz önünde bulundurulur ve yıllık tesis masrafı ona göre hesaplanırsa, her yıl çöpe atılan milyarlarca liranın hesabını kimin vereceğini sormak pek de yanlış olmaz.

Tıpkı Çark Caddesindeki bu düzen gibi Atatürk Bulvarı’ndaki düzen de benzer şekilde enerji ve milli servet israfından başka bir amaca hizmet etmemektedir. Üstüne üstlük kısıtlı olduğu için şikayet edilen Belediye bütçelerinin bu şekilde tüketilmesi, hizmet peşindeki belediyelerin elleri ve kollarındaki bağların biraz daha sıkılmasına neden olmaktadır.

8.9 Sonuç

Adapazarı’nda dış aydınlatma bakımından durumun gerçekten hiç de parlak olmadığı yapılan araştırmalar neticesinde görülmüştür. Yapılması gerekenler yukarıdaki bölümler içinde yer yer anlatılmıştır. Özet olarak söylenmek istenirse;

- Adapazarı çapındaki tüm aydınlatma uygulamaları akademisyenler tarafından proje ve aydınlatma tesisatı bakımından gözden geçirilmelidir,
- Özellikle yüksek direk – projektör ve kısa bahçe aydınlatma direkleriyle yapılan aydınlatmalardan ya vazgeçilmeli ya da bunlar uzmanlar gözetiminde yeniden ayarlanmalıdır,
- Mevcut ve bundan sonra yapılacak aydınlatma tasarımlarında Uluslararası Aydınlatma Komisyonu CIE’nin standartlarına ve Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının yeni Dış Aydınlatma Yönetmeliği’ne göre hareket edilmelidir.

Beşköprü ve Arifiye mevkiinin – ki buralar daha çok Şehir dışı olarak değerlendirilebilir – 6 Nisan Salı günü saat 24:00 sularında çekilen aşağıdaki fotoğrafı, ışık kirliliği ve aydınlatma düzensizliğinin Adapazarı’nda eğer önüne geçilmezse hangi boyulara gelebileceği hakkında ufak bir bilgi vermektedir.



Şekil 8.37 Beşköprü ve Arifiye Mevkiindeki Işık Kirliliği

Bu bölümde bir çok aydınlatma yanlısının yapıldığı Adapazarı'ndan çeşitli örnekler verilmiş ve bunların önüne geçebilmek için yapılması gerekenler sıralanmıştır. Anlatılanlardan Adapazarı'nda hep yanlışların yapıldığı sonucu çıkarılmamalıdır. Buna en güzel örnek Sakarya Üniversitesi Esentepe Kampüsü'ndeki Garanti Bankası'na ait ATM'dir. Hem yeterli güvenliği ve emniyeti sağlayan hem de görülebilirliği maksimum kılan bu uygulama emsallerine örnek teşkil edecek boyuttadır.



Şekil 8.38 SAÜ Esentepe Kampüsü Garanti Bankası ATM'si

BÖLÜM 9. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tüm bu çalışma boyunca Şehir Aydınlatmacılığı ile ilgili detaylı bilgiler verilmeye çalışılmış, aydınlatmada Dünya’da en yetkili merci olan Uluslararası Aydınlatma Komitesi CIE’nin standartlaşma çabaları yönünde yapmış olduğu çalışmalar ülkemize uyarlanmaya çalışılmış ve Dünya’da ve Türkiye’deki en önemli aydınlatma problemlerine dikkat çekilmeye çalışılmıştır.

Bu çalışmada verilen bilgiler ışığında varılması gereken en önemli sonuç, aydınlatmacılığın herkesin yapabileceği herhangi bir iş olmadığıdır. Aydınlatma tasarımı yapmak, aydınlatma projesi çizmek ve bunları uygulamak uzmanlık gerektiren işlerdir. Fakat ülkemizde henüz bu durumun çok iyi anlaşamadığı görülmektedir. Ülkemizin dört bir yanındaki aydınlatma uygulamalarına, özellikle de Büyük Şehirlerimize baktığımızda durumun vahameti kolayca anlaşılabilir. Her yana bir sürü lamba koyarak, geceleri gündüz yaparak, sokakları, yolları sabah saatlerine kadar sahne gibi aydınlatarak hiç bir şey kazanamayacağımızın aksine milli servetlerimizi an be an tüketeceğimizin bilincine varmamızın çok uzun süreler alacağı gözükmemektedir.

1995 yılından beri faaliyette olan Aydınlatma Türk Milli Komitesinin doğru aydınlatma bilinci kazandırma çabaları, ne yazık ki bu kurum tek başına kaldığı ve gerekli maddi desteği alamadığı için yetersiz kalmaktadır. Kısıtlı imkanlarla fuarlar, kongreler ve sempozyumlar düzenleyen ve Türkiye’ye hizmet etmek isteyen bu kurumun arkasında ilave bir itici güç olmadan daha fazlasını yapması çok zor gözükmemektedir.

Ülkemizde hiçbir üniversitede “Aydınlatma Mühendisliği” bölümünün bulunmadığı ve “Elektrik Dış Aydınlatma Yönetmeliği”nin ancak 2003 yılı itibariyle Enerji ve

Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın gündemine geldiği düşünülürse, aydınlatma konusunda daha çok yol kat etmemiz gerektiği sonucu ortaya çıkmaktadır.

Bu tez çalışmasında getirilen çözüm önerileri, bugüne değin gerçekleştirilmiş olan standartlaşma çabalarının bir bütün olarak ele alınıp, bir arada değerlendirilmesi sonucu oluşturulmuştur. Bundan sonraki çalışmalarda, aydınlatma uygulamalarını önemlerine ve gereklerine göre ayırarak her birini birer spesifik konu şekline getirmekte ve bu konular üzerinde ayrı ayrı çalışmakta fayda vardır. Özellikle aydınlatmada enerji verimliliğini sağlamak amacıyla çalışmaya en baştan başlanmalı ve ışık kaynakları ile armatür yapılarını iyileştirmek amacı ile de deneysel laboratuvar çalışmaları yapılmalıdır.

Genel anlamda ise Üniversitelerimiz idari kadroları aktif roller üstlenip, girişimlerde bulunarak genel ve dış aydınlatma konusunda “akademisyen – sanayi – resmi kurumlar – halk” bütünleşme ve bağlantısının kurulmasına önyak olmalı, ayrıca Türkiye’de “Aydınlatma Mühendisliği” eğitiminin ayrı olarak ya da Elektrik (Enerji) Mühendisliği eğitimi içerisinde ağırlığı artırılarak verilmesi için çaba sarf etmelidir.

KAYNAKLAR

- [1] ARPAD A., Uygulamalı Yapı Tesisatı Bilgisi Aydınlatma ve Elektrik, İstanbul, 1992
- [2] ASLAN Z., Işık Kirliliği, TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi, Sayı 362, 1998
- [3] ASLAN Z., ISOBE S., Türkiye'den Uzaya Kaçan Şehir Işıkları, Işık Kirliliği ve Karanlık Gökyüzü Sempozyumu, Antalya, 2001
- [4] ASLAN Z., ONAYGİL S., Işık Kirliliği ve Enerji Tasarrufu, Işık Kirliliği ve Karanlık Gökyüzü Sempozyumu, Antalya, 2001
- [5] CIE Pub.12.2, Recommendations for the Lighting of Roads for Motorized Traffic, 2nd ed., 1977
- [6] CIE Pub.01, Guidelines for Minimizing Urban Sky Glow Near Astronomical Observatories, 1980
- [7] CIE Pub. 88, Guide for the Lighting of Road Tunnels and Underpasses, Technical Report, 1990
- [8] CIE Pub.115, Recommendations for the Lighting of Roads for Motor and Pedestrian Traffic, Technical Report, 1995
- [9] CINZANO P., FALCHI F., ELVIDGE C.D., The First World Atlas of the Artificial Night Sky Brightness Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Vol 328, s.689, İtalya, 2001
- [10] EFENDİ M., Işık Kirliliği Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Doktora Tezi, Ankara, 2001
- [11] ENERJİ ve TABİİ KAYNAKLAR BAKANLIĞI, Elektrik Dış Aydınlatma Yönetmeliği, Ankara, 2003
- [12] EPA Greenlights Brochure, ABD, Mart 1991
- [13] GÜLER Ö., Determining of the Required Criteria on Visibility Levels for Road Lighting Calculations, Doktora Tezi, İTÜ, İstanbul, 2001
- [14] KÜÇÜKDOĞU M.Ş., Aydınlatmada Etkin Enerji Kullanımı, EMO Ulusal Aydınlatma Kongresi, 2003
- [15] LINDSEY, Applied Illumination Engineering, Oxford, 1996
- [16] MILLS E., The \$230 - Billion Global Lighting Energy Bill, International Association for Energy - Efficient Lighting and Lawrence Berkeley National Laboratory, ABD, Haziran 2002
- [17] ONAYGİL S., Kent İçi Aydınlatma, Işık Kirliliği ve Karanlık Gökyüzü Sempozyumu, Antalya, 2001
- [18] ONAYGİL S., Antalya'daki Dış Aydınlatma Konusunda Rapor, Işık Kirliliği ve Karanlık Gökyüzü Sempozyumu, Antalya, 2001
- [19] ÖZKAYA M., Yol Aydınlatması, İstanbul, 1990
- [20] ÖZKAYA M., Aydınlatma Tekniği, İstanbul, 2000
- [21] SELÇUK N., ARABUL H., "Elektrik Enerjisinde Ulusal Politika", Ekim, 2000
- [22] ŞİREL Ş., Aydınlatmada Enerji Kaybı, YFU Kitapçık No 03, 1991
- [23] ŞİREL Ş., Aydınlığın Niteliği, YFU Kitapçık No 04, 1992

- [24] ŞİREL Ő., Aydınlatma Tasarımında Temel Kurallar, YFU Kitapçık No 07, 1995
[25] ŞİREL Ő., Aydınlatma Sözlüğü, YFU Yayınları, 1997
[26] THE INSTITUTION OF LIGHTING ENGINEERS, Guidance Notes For The Reduction of Light Pollution, İngiltere, 2000
[27] TURAL M., YENER C., Anıt Heykel Aydınlatması Üzerine Düşünceler, EMO Ulusal Aydınlatma Kongresi, 2003
[28] ÜNVER M.U., Principles of Illumination Course Lecture Notes, Sakarya, 2001



EK A. AYDINLIĞIN NİTELİĞİ İLE İLGİLİ ÖRNEK TANIM VE KURALLAR

EK A.1 Işığın Doğrultusal Yapısı

Işığın doğrultusal yapısı değişik biçimlerde ve değişik tanımlara göre ele alınabilirse de, hiç bir tanımlar bütünü, doğrultusal yapının tüm özelliklerini içermez. Burada en çok kullanılan gölge niteliği tanımları kısaca açıklanmaktadır.[23]

Sert-Yumuşak gölgeler

Sert gölge, sınırları kesin gölgedir. Bu tür gölgede, gölgeli alandan gölgesiz alana birdenbire geçilir. Bu tür gölge, gölge oluşturan nesneye uzaklığına göre boyutu ufak ışık kaynakları ile elde edilir. Örneğin normal büyüklükte bir hacimde (oda, salon vb.) çıplak akkor lambalar, mini spotlar vb. ile aydınlatmalarda.

Sert gölgeli aydınlık, çok özel kimi doku ve biçimlerin seçilmesini kolaylaştırmakla birlikte, doğada ve çevremizde pek çok bulunan, düzlem olmayan, yani bükümlü yüzeyleri bulunan nesnelere için yanlış algılamalara neden olacak yanıltıcı ve doğal olmayan görüntüler oluşturur. Estetik açıdan üçboyutlu 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 bir kaç ufak ışık kaynağının (çok sayıda değil) oluşturduğu aydınlıkta, her nesne bir kaç sert gölge atar. Bu, kesinlikle kaçınılması gereken bir durumdur.

Yumuşak gölge, sınırları kesin olmayan, yani gölgeli alandan gölgesiz alana, gölgenin giderek yok olması ile (giderek saydamlaşması ile) geçilen gölgedir. Bu tür

gölge büyük boyutlu ışık kaynakları ile elde edilir. Nesneye uzaklığına göre, ışık kaynağının boyutu ne kadar büyürse, gölge de o oranda yumuşak olur. Yumuşak gölgeli aydınlık, genelde her tür yüzey için doğru ve doğal görüntüler sağlar ve üçboyutlu 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.

Bir aydınlık düzeninde hem sert hem yumuşak gölgelerin oluşması aydınlatmada ışığın doğrultusal yapısı bakımından en sakıncalı durumdur. Sert ve yumuşak gölgelerin birbiri üzerine (ya da birbirine yakın) düşmesi, görsel algılamanın yanıltıcı, eziyet verici ve çok yorucu olması sonucunu doğurur.

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. Hiç bir 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 algılamayı 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. Özel amaçlar dışında kara ve sert gölgeli aydınlıklardan kaçınmanın ve olabildiğince dereceleri ayarlanmış yumuşak ve saydam gölgeli aydınlıklar oluşturmanın genelde daha iyi sonuçlar vereceği yukarıdaki açıklamalardan anlaşılmaktadır. Yine de önemle belirtmek gerekir ki, görme konusunun özelliklerine göre gölge niteliklerinin belirlenmesi, bu genel kuralların dışında daha ayrıntılı çalışmalar gerektirir.

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 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, yayınık 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.

Işığın doğrultusal yapısı ile ilgili yukarıdaki açıklamalar, belli tanımlar ve uygulamaya dönük çok genel kuralları içermektedir. Işığın doğrultusal yapısı, nesnelere biçimsel ve üç boyutlu dokusal özellikleri ile ilgilidir, ve bu özelliklere ve elde edilmek istenen görüntünün özelliklerine göre belirlenir. Nesnenin biçim ve

üçboyutlu dokusu ile ışığın doğrultusal yapısı arasındaki tüm ilişkinin, bu küçük kitapçıkta açıklanması olanaksızdır.

EK A.2 Işığın Tayfsal (Spektral) Yapısı

Başta ta değinildiği gibi, ışığın tayfsal yapısı ile rengi 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 bağlı olmayıp, belli bir üçlü değerlendirme sistemine bağlı olmasıdır.[23]

Buna karşılık, nesnelere 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 görmenin önemli olduğu tüm konularda (belli endüstri ve sanat dalları, kimi tıbbi konular vb. bir çok konuda) ışığın tayfsal yapısının dikkatle seçilmesi gerekir.

Renksel geriverimin önemli olduğu konularda akkor lambalar, cıva ve sodyum buharlı lambalar kullanılmamalıdır. Flüorışıl lambaların ışık tayfları çok çeşitlidir. Renksel geriverimi iyi olanların ışık verimleri düşüktür. Bu nedenle bu konudaki seçimler rasgele yapılmamalıdır.

Işık rengi konusu, renkli yüzey ya da yüzeylerden yansıyan ışıklardaki tayf yapısı değişiklikleri de düşünülürse, oldukça karmaşıktır. Bu nedenle aşağıda, işi çok basite indirgeyip sıcak renkli ışık (sarımsı pembe ışıklar), soğuk renkli ışık (beyaza yakın ışıklar) ayırımına dayalı olarak bir kaç genel kural verilmekle yetinilmektedir.

- 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. Çok kaba bir sınıflandırma şöyledir. 250 lx altında sıcak renkli, 400 lx 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.

Sıcak renkli ışık, soğuk renkli ışık gibi, çok basit tanımlara dayalı olarak verilen, yukarıdaki altı kural, genelde doğru olmakla birlikte, başta da değinildiği gibi, renk konusunun temelde, ışığın tayfsal özellikleri ve nesnelere tayfsal yansıtma ve geçirme çarpanları ile ilgili olması nedeni ile, önemli konularda mutlaka ayrıntılı etütler yapılmalıdır.

EK A.3 Aydınlık Dağılımı

Bir mekan içinde aydınlık dağılımı değişik nitelikler gösterir. Düzgün yayılmış bir aydınlık, statik, durağan bir karakter gösterir. Böyle bir aydınlık, bulunduğu mekanın her ufak bölümünün benzer bir kullanışa konu olduğu anlamına gelir. [23] Örneğin çalışma masaları ile dolu büyük bürolar, aynı işi yapan tezgahlarla dolu büyük atölyeler vb.

Bir mekanın her noktası aynı zamanda, aynı yoğunlukta ve aynı biçimde kullanılmıyorsa, düzgün yayılmamış, az çok devingen ve dinamik karakterde bir aydınlık düzeyleri düzeni kurmak daha uygun olur. Bu, hem mekanın 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 bir çok bakımdan yanlış ve anlamsızdır.

Bölge vurgulamalı (bölgelek) aydınlık, bir mekan 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 mekanda belli bir süre için yalnızca bölgelek aydınlık gereksinimi olsa bile, buna belli bir düzeyde genel aydınlığın eşlik etmesi belli yorulmaların önlenmesi bakımından gereklidir. Bölgelek aydınlığa eşlik etmesi gereken genel aydınlığın minimum düzeyini veren formül ve eğriler vardır.

EK A.4 Aydınlatma Projesi

Aydınlatma projesi, aydınlatmayı sağlayan tüm ışık kaynaklarının (hazır ya da ısmarlama ışıklıklar, çıplak lambalar, mimari ile bütünleşmiş aydınlatma düzenleri, ışıklı objeler vb.) türünü, konumunu, gücünü ve uygulamaya dönük tüm bilgileri içeren bir projedir. Aydınlatma projesi aydınlık düzeni ile ilgili olup, elektrik tesisatı projesi ile karıştırılmamalıdır.[11][23]

Bir aydınlatma projesinin hazırlanmasında dört aşama vardır:

1. Yapının mimari, işlevsel ve yapımsal özelliklerinin etüdü.
2. Birbirinden, işlev, tefriş ve iç mimari bakımından ayrı her bölüm, her mekan için aydınlık niteliklerinin belirlenmesi.

3. Nitelikleri belirlenmiş aydınlıkları sağlayacak aydınlık düzenlerinin kurulması ve bu düzenlerin, iç mimari anlatımlarla, mekan özellikleri ve karakteri ile ve yapımsal gereklerle uyumunun sağlanması.
4. Üçüncü aşamada elde edilmiş verilere göre gerekli aydınlık düzeylerini sağlayacak hesapların yapılması.

Böylece hazırlanan aydınlatma projesi, elektrik projesi için gerekli tüm verileri içerir. Elektrik tesisatı projesi aydınlatma projesi verilerine göre ve daha sonra yapılır. Yukarıda sıralanmış dört aşamadan ilk üçü bir yana bırakılarak yalnızca gerekli aydınlıkların hesaplanması ile yetinmenin, mimari projesi olmayan bir yapı için statik ve betonarme projesi yapmaya çalışmaktan bir farkı yoktur.



EK B. YOL AYDINLATMASI ÇEŞİTLERİ

Yol Aydınlatması tasarımı, hem aydınlatması yapılacak olan yoldan geçecek sürücülerini hem de bu yolda bulunabilecek olan muhtemel yayaları rahatsız etmeyecek bir biçimde yapılmalıdır. Sürücülerin veya yayaların gözlerinde kamaşma oluşması, istenmeyen ve çok kötü sonuçlar doğurabilecek kazalara sebep olabilir. Yol Aydınlatması yapılırken ayrıca, özellikle şehir merkezlerinde, estetik görüntüye önem verilmeli ve tabii ki en mühim konu olarak yeterli aydınlık düzeyinin sağlanmasına özen gösterilmelidir.

Yol Aydınlatması konusu yukarıda bahsettiğimiz gibi şehir yani diğer bir manada sokak aydınlatmasını da kapsamaktadır.

Yol Aydınlatması uygulamasında **DIN 5044**'e göre 4 çeşit yerleştirme düzeni bulunmaktadır.[19][20][28]

EK B.1 Tek Taraflı Düzen

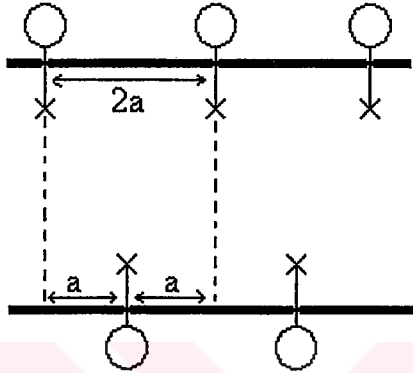
Bu düzende, tüm armatürler yolun yalnızca bir tarafına yerleştirilmiştir. Eğer yolun genişliği direğin boyuna eşit ya da direğin boyundan az ise bu tip bir yerleştirme kullanılır.



Şekil EK B.1 Direk Tipi Aydınlatma Aygıtlarının Tek Taraflı Yerleştirilmesi

EK B.2 Çift Taraflı Kaydırmalı Düzen

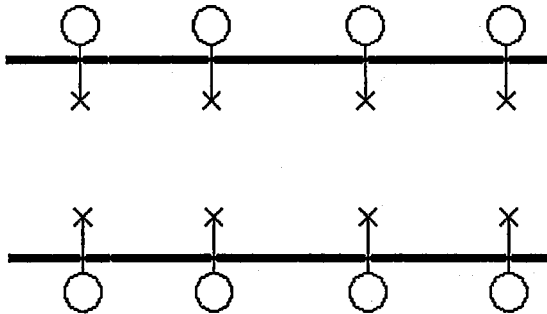
Bu düzende, armatürler yolun her iki tarafına yerleştirilmiştir fakat karşılıklı değildir, kaydırmalı bir düzen söz konusudur. Yolun genişliği direğin boyuna eşit ya da direğin boyunun 1,5 katı ise bu tip yerleştirme kullanılır.



Şekil EK B.2 Direk Tipi Aydınlatma Aygıtlarının Çift Taraflı Kaydırmalı Yerleştirilmesi

EK B.3 Çift Taraflı ve Karşılıklı Düzen

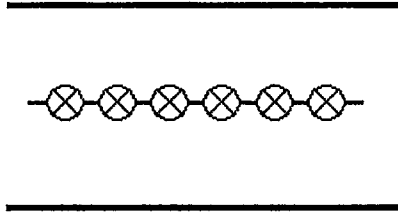
Bu düzende, armatürler yolun her iki tarafına yerleştirilmiştir ve karşılıklıdır. Eğer yolun genişliği direk boyunun en az 1,5 katı ise bu tip yerleştirme kullanılır.



Şekil EK B.3 Direk Tipi Aydınlatma Aygıtlarının Çift Taraflı ve Karşılıklı Yerleştirilmesi

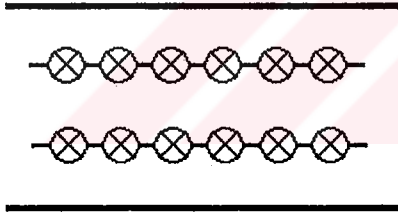
EK B.4 Enine Askı Düzeni

Bu düzende, armatürler yolun tam orta eksenine yerleştirilirler. Eğer bir bulvarın her iki yanında da yüksek binalar bulunuyorsa bu tip bir yerleştirme kullanılır.



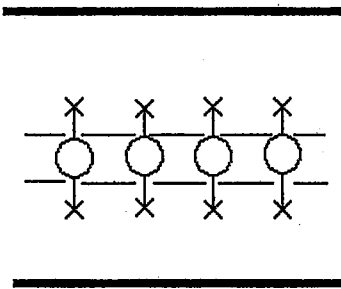
Şekil EK B.4 Yol Ortasında Tekli Enine Askı Düzeni

Eğer yol genişliği fazla ve lamba yüksekliği yol genişliğine eşit alınamayacak ise bu durumda yan yana iki sıralı yerleştirme cihetine gidilir. Burada bir aygıtın yaya kaldırımından yatay doğrultudaki uzaklığı en az 2 m olmalıdır.



Şekil EK B.5 Yol Ortasında İkili Enine Askı Düzeni

Ayrıca otoyollarda da enine askı düzenine benzeyen orta eksene yerleştirilmiş direk ve armatürlerden oluşan “konsollu düzen” kullanılmaktadır. Direk açıklığı da 60 ila 90 m olarak alınmaktadır.

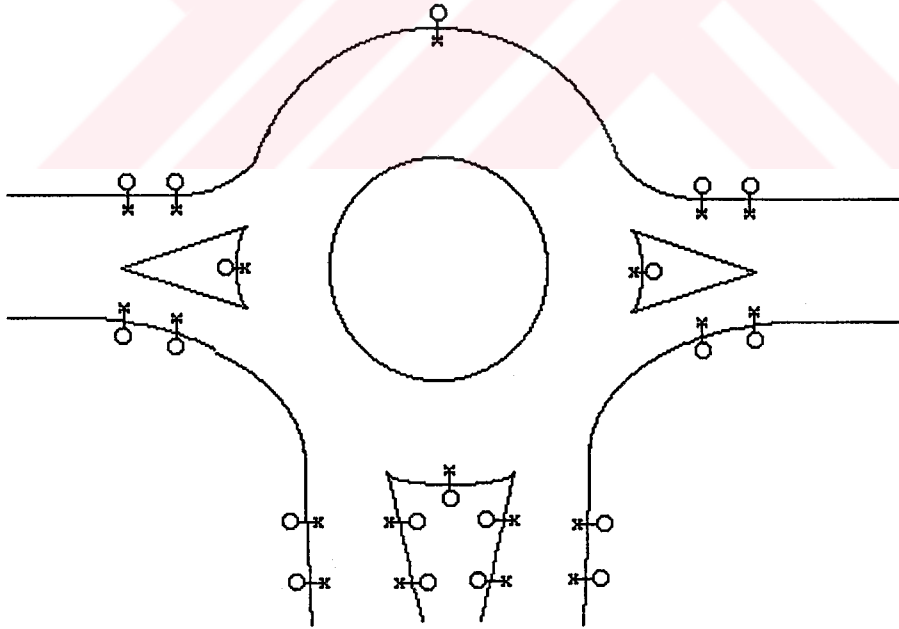


Şekil EK B.6 Direklerle Konsollu Düzen

Muhakkak ki yol aydınlatması söz konusu olduğunda kavşaklar, meydanlar ve virajların aydınlatması da göz önüne alınmalıdır.

EK B.5 Kavşak Aydınlatması

Kavşak aydınlatmasında üzerinde durulması gereken en önemli etken sürücülerdir. Bu aydınlatma düzeninde sürücülerin araç kullanmasına engel olmayacak şekilde bir yerleştirme sağlanmalıdır. Çok fazla direk ve buna bağlı olarak çok fazla armatür kullanılması, sürücülerin gözlerinde kamaşmaya neden olacak, bu durum onları rahatsız edecek hatta bazı hallerde kazalara bile sebep olabilecektir. Bunun önüne geçebilmek için uygulanabilecek yöntem; direk boyunu yükselterek daha az sayıda direk kullanmaktır. Kavşaklarda direk boyları en azından 20 m olmalıdır ki sürücüde kamaşmaların önüne geçilebilsin. Şekil 6'da uzun direklerle aydınlatılmış bir kavşak gösterilmektedir.



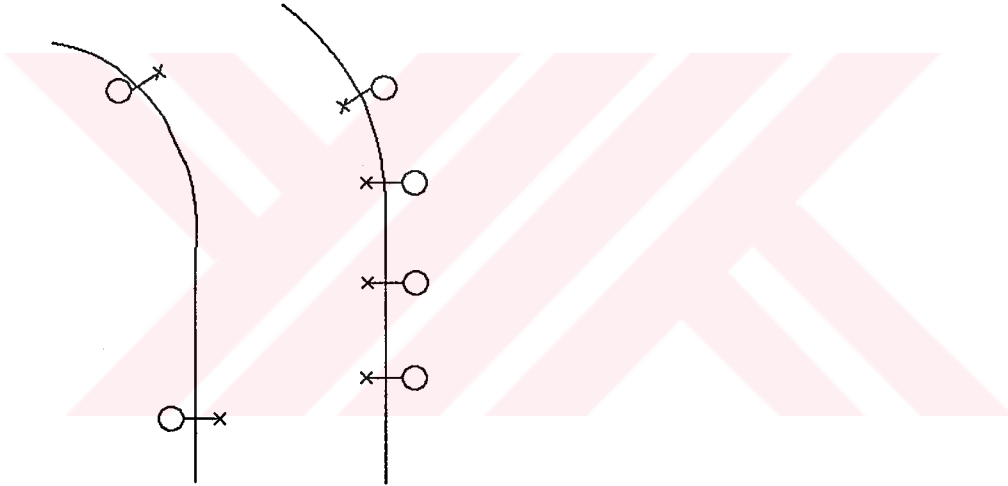
Şekil EK B.7 Kavşak Aydınlatması Örneği

Unutulmaması gereken bir başka özellik ki, meydanlar için de geçerlidir, direk sayısı azaltılırken görülebilirlik yüzdesi düşmemelidir. Yani kavşaklar ve meydanlarda hem

seçilen nokta sayısı fazla olmalı hem de bu alanlar uzak mesafelerden ayırt edilebilmelidir.

EK B.6 Viraj Aydınlatması

300 metreden daha büyük yarıçaplı virajlar düz yolların aydınlatma prensiplerine riayet edilerek aydınlatılır. Bu yarıçapa kadar olan virajlarda direkler arası açıklık, düz yollardaki açıklığın yaklaşık %50 ila %75'i kadardır. Virajların aydınlatmasında aracın savrulma tehlikesini ortadan kaldırmak amacıyla, dış tarafın aydınlatmasına daha fazla önem verilir.



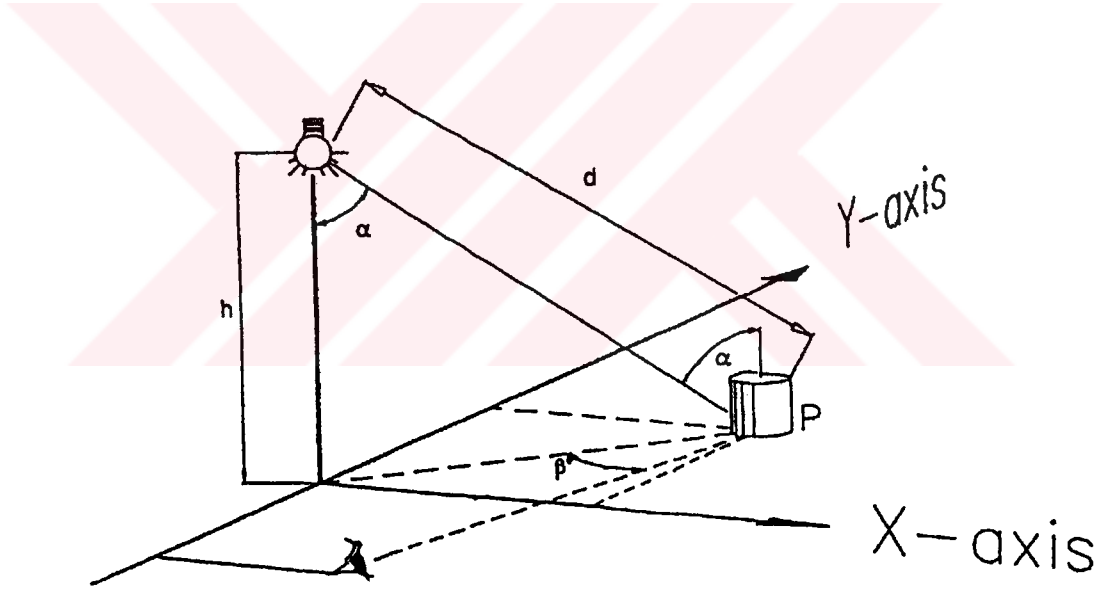
Şekil EK B.8 Viraj Aydınlatması Örneği

EK C. HESAPLAMA ve ÖLÇME METOTLARI

EK C.1 Hesaplama ve Ölçme Metotları

a. Yarı Silindirik Aydınlatma

Aşağıdaki şekil “Yarı – Silindirik Aydınlatma kavramını göstermektedir. [8]
Bu kavrama ilişkin formül de hemen şeklin altında verilmiştir.



Şekil EK C.1 Yarı – Silindirik Aydınlatma Düzeyinin hesaplanması için gereken açılar

$$E_{sc} = \frac{1}{\pi h^2} (1 + \cos \beta) \cdot \cos^2 \alpha \cdot \sin \alpha$$

Burada;

I = Aydınlatma şiddeti değeri (cd)

h = Işık kaynağının yüksekliği

β = Işık ışını doğrultusuyla gözleme noktasının yatay düzleme indirgenmiş doğrultusu arasındaki açı
 α = Işık ışını doğrultusuyla düşey eksen arasındaki açı

Yarı – silindirik aydınlık düzeyi, aydınlık düzeyi ölçme cihazlarına (lüks metre) özel hücreler eklenerek ölçülebilir.

Aydınlık düzeyinin en düşük olduğu nokta büyük olasılıkla armatürün (ışıklı) tam altı olacaktır, fakat normal şartlar altında orada bir insan bulunma süresi – kişilerin devamlı hareket halinde olduğu düşünülmektedir – çok kısa olacaktır. Minimum değerli noktayı bulmak için armatürün tam altını değil, bunun yakınlarında bir noktayı seçmekte fayda vardır.

b. Armatürler için Kamaşma Sınırlaması

Yerleşim bölgelerinde ve yaya alanlarında, bir yayaya, yavaş hareket eden bir bisiklet veya araç sürücüsüne rahatsızlık hissi veren etken, bu kişinin görüş alanı içinde bulunan civardaki bir armatürün sebep olduğu aşırı parlaklık olabilir. Bu durum, genellikle armatür montaj yüksekliklerinin düşük olduğu ve armatürlerin tam direk tepesine monte edildiği noktalarda meydana gelmektedir.[8]

Farklı montaj yükseklikleri için, L ve A arasında çeşitli ilişkiler bulunur. Bunları şu şekilde sıralayabiliriz:

Tablo EK C.1 Montaj yüksekliği ve L.A. ilişkisi

4,5 m'ye kadar olan montaj yükseklikleri	$L.A^{0,25}$ maksimum 6000
4,5 – 6 m arası montaj yükseklikleri	$L.A^{0,25}$ maksimum 8000
6 m üzerindeki montaj yükseklikleri	$L.A^{0,25}$ maksimum 10000

Burada “L” armatürün aşağı doğru düşey doğrultuda 85° ve 90° arasındaki ortalama parlaklığı (cd/m^2 olarak), “A” ise armatürün aşağı doğru düşey 90° doğrultuda ışık yansıtıcı yüzey alanı (m^2 olarak) olarak tanımlanmıştır. Bu konuyla ilgili geniş bilgi

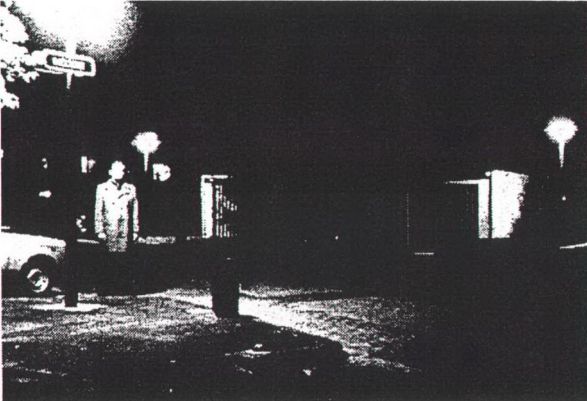
31 No'lu CIE yayınına olan "Yol Aydınlatması Uygulamalarında Kamaşma ve Düzgünlük" 'den elde edilebilir.

c. Modelleme

Bir aydınlatma uygulamasının göze hoş gelmesi ve kabul edilebilirliği bir çok durumda kişilerin görüntüsünün "doğallığı" ile ilişkilendirilir ve buna göre değerlendirilir (Şekil EK C.2). Bu aydınlatma tasarımında "modelleme" problemi olarak ortaya çıkar. Bir çok durumda aşırı kontrast (karşıtlık) veya yetersiz kontrast meydana gelmesi nedeniyle kişiler veya etraftaki yapılar rahatsız edici şekillerde algılanabilir. Yapılan çalışmalar göstermiştir ki düşey (E_v) ve yarı – silindirik (E_{SC}) aydınlık düzeyleri arasındaki oran modellemede yön gösterici olacaktır.[8]

$$\frac{E_v}{E_{SC}} \approx 0,8 \text{ ile } 1,3 \text{ arasında olmalıdır.}$$

Aydınlatma tasarımının bu yönü diğer tüm prensiplerle birleştirilerek, estetik gereksinimlerin ön planda olduğu alanlarda, civarda bulunan yapı ve elemanlara özen gösterilerek uygulanabilir.



Şekil EK C.2 (a) Işık Doğrultusunun Görülebilirlik ve İnsan Yüzü Tanımlamaya Etkilerinin Gösterimi
Kişi Tanımlanabiliyor



Şekil EK C.2 (b) Işık Doğrultusunun Görülebilirlik ve İnsan Yüzü Tanımlamaya Etkilerinin Gösterimi
Kişi Tanımlanmıyor

EK C.2 Terminoloji

1. Sokak ve Yol

CIE'nin 12.2 No'lu yayını ve Fowler'ın çalışmaları ışığında aydınlatma ile ilintisi bakımından sokak ve yol kavramları aşağıdaki şekilde tanımlanmış ve tüm bu çalışma çerçevesinde verilen tanımlamalara göre kullanılmıştır.[5][8]

Sokak - Binalar ve mülk sınırları arasında kalmış, yaya yolları ve araç trafiği için asfaltlanmış ya da kaldırım taşı döşenmiş alan.

Yol - Sadece araç trafiği için asfaltlanmış alan.

2. Ortalama Aydınlatma Değerleri

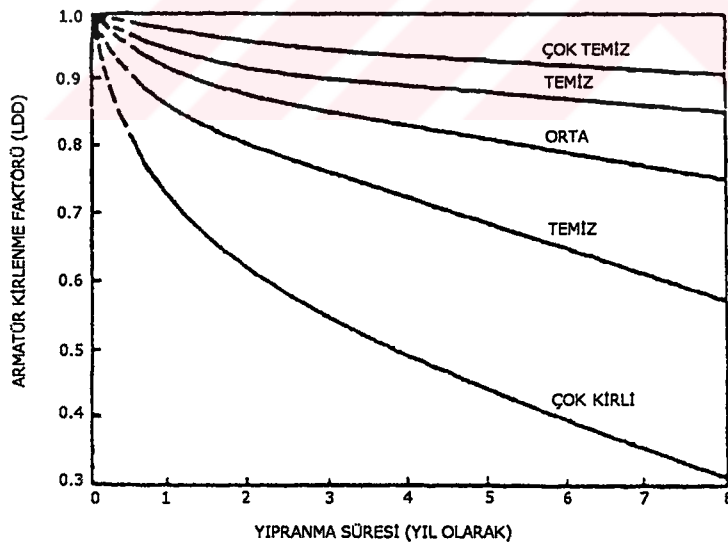
Yapılan tüm bu çalışma içerisinde yer yer “Ortalama Aydınlatma Değeri” ibaresi görülmektedir. Bu ibare kullanıldığı yere göre farklı anlamlar taşımaktadır. [8][13]

1.anlamı : Bir aydınlatma uygulamasında çeşitli noktalarda ölçülen aydınlatma değerlerinin ortalamasıdır.

2.anlamı : Planlanmış yenileme tarihine kadar lambadaki ortalama lümen kaybı veya armatür ortalama kirlenme miktarıdır.

Armatür ortalama kirlenme faktörlerini (LDD) tanımlamak için iki yöntem bulunmaktadır.

a. Tipik Amerikan kapalı tip armatürleri için



Şekil EK C.3 Armatür Kirlenme Faktörleri

ÇOK TEMİZ : Yakınında duman ya da toz üretimine neden olan bir aktivite bulunmayan çevre kirlenme seviyesi düşük olan. Trafik az. Genel olarak mesken mahal ve kırsal alan civarı. Çevresel partikül seviyesi bir metreküpde 150 mikrogram'dan fazla olmayan.

TEMİZ : Yakınında duman ya da toz üretimine neden olan bir aktivite bulunmayan. Ortalama bir trafik yoğunluğuna sahip olan. Çevresel partikül seviyesi bir metreküpte 300 mikrogram'dan fazla olmayan.

ORTA : Yakınında fazla olmayan bir miktarda duman ya da toz üretimine neden olan aktivite bulunan. Çevresel partikül seviyesi bir metreküpte 600 mikrogram'dan fazla olmayan.

KİRLİ : Yakınında duman, toz ya da tüy üretimine neden olan aktiviteler bulunan ve zaman zaman üzerinde zarflanma meydana gelen (üzeri bir tabaka ile tamamen kaplanan).

ÇOK KİRLİ : Yakınında duman, toz ya da tüy üretimine neden olan aktiviteler bulunan ve her zaman zarflanmaya maruz kalan

b. BS 4533 Standardındaki IP Tanımlı Armatürler için

Tablo EK C.2 Armatür Kirlenme Faktörleri

	Lamba muhafazası koruma derecesi					
	Minimum IP 23			Minimum IP 54		
Temizleme Aralığı (ay)	Kirlilik kategorisi					
	Yüksek (1)	Orta (2)	Düşük (3)	Yüksek (1)	Orta (2)	Düşük (3)
6	0,61	0,69	0,96	0,91	0,92	0,96
12	0,53	0,62	0,94	0,86	0,88	0,94
18	0,48	0,58	0,92	0,83	0,85	0,92
24	0,45	0,56	0,91	0,81	0,83	0,91
36	0,42	0,53	0,90	0,79	0,82	0,90

- (1) Yüksek kirlilik ağır sanayi bölgelerine yakın olan büyük şehirlerde ve şehir merkezlerinde oluşur
- (2) Orta seviyedeki kirlilik ağır sanayi bölgelerine nispeten daha uzak olan, mesken mahallerin ve küçük sanayi bölgelerinin çoğunlukta olduğu bölgelerde oluşur.
- (3) Düşük kirlilik daha çok kırsal alanlarda oluşur.



EK D. AYDINLATMA SÖZLÜĞÜ (İNGİLİZCE – TÜRKÇE) [25]

A A A A A

Abney phenomenon : Abney olayı

Abney's law : Abney yasası

abnormal cathode fall : anormal katotsal düşüş

absolute thermal detector : salt ışınsal ısıölçer

absorptance : soğurma çarpanı

absorption : soğurma

accommodation : uyum

achromatic perceived colour : türsüz algılanmış renk

achromatic stimulus : türsüz renk uyarısı

actinic : aktiniksel

actinic action spectrum : aktiniksel etkinlik tayfi

actinic dose : aktiniksel doz

actinic erythema : aktiniksel deri kızarması

actinism : aktinizm

adaptation : uyma

adaptive colorimetric shift : uymada renkölçümsel çarpıklaşma

adaptive colour shift : uymada renk çarpıklaşması

additive complementary colours : tümler renkler

additive mixture of colour stimuli : renk uyarıları toplamsal karışımı

adjustable luminaire : ayarlanabilir ışıklık

afterglow : geç ışılışıma

air-turbo lamp : hava basıncı jeneratörlü lamba

alychne : alışne; alikne

anomalous trichromatism : sapak üçrenkçillik

anti-Stokes luminescence : anti-Stokes ışıklılık

aperture colour : delik rengi

apparent magnitude : görünür büyüklük
 arc discharge : yay boşalması
 arc lamp : yay lambası
 arc tube : boşalma tüpü
 artificially induced actinic effect : yapay oluşturulmuş aktiniksel etki
 astronomical sunshine duration : astronomik güneşlenme süresi
 asymmetrical luminaire : bakımsız ışıklık
 avalanche photodiode : çığıl ışıldiod
 average life : ortalama ömür

B B B B B

bactericidal lamp : mikrop kırıcı lamba
 bactericidal radiation : bakteri kırıcı ışınım
 ballast : durultucu; balast
 ballast lumen factor : durultucu ışık akısı çarpanı
 base : dip
 bayonet cap; bayonet base : süngü dip
 bayonet pin : dip tırnağı
 Bezold-Brücke phenomenon : Bezold-Brücke olayı
 binary hue : ara renk türü; ikili renk türü
 biological rhythm : biolojik ritim
 bioluminescence : biyolojik ışılışıma
 black light lamp : kara ışık lambası; Wood ışığı lambası
 blackbody : Planck ışıyıcısı; kara cisim
 blended lamp : karışık ışıklı lamba
 bolometer : bolometre
 bowl : çanak
 bright : parıltılı
 brightness : parıltı
 bulb : ampul
 bulkhead luminaire : yer ışıklığı; taban ışıklığı

C C C C C

candela : kandela

candela per square metre : kandela bölü metrekare

cap : dip

cap lamp : şapka lambası

carbon filament lamp : karbon telli lamba

cathode fall; cathode drop : katotsal düşüş

cathodoluminescence : katotsal ışıltışma

chemiluminescence : kimyasal ışıltışma

chroma : bağıl türsellik

chroma : renksel parlaklık

chromatic adaptation : türsel uyma

chromatic perceived colour : algılanmış türsel renk

chromatic stimulus : türsel renk uyartısı

chromaticity : türsellik

chromaticity coordinates : üçtürsel koordinatlar

chromaticity diagram : türsellik diyagramı

chromaticness : türsel doymuşluk; türsellik düzeyi

CIE standard clear sky : standart açık CIE göğü; açık gök

CIE standard overcast sky : standart kapalı CIE göğü; kapalı gök

clear bulb : saydam ampul

coated bulb : opalleştirilmiş ampul

coefficient of luminous intensity : ışık yeğlinliğı katsayısı

coefficient of retroreflected luminance : geri yansımış ışıklılık katsayısı

coefficient of retroreflection : geri yansıma katsayısı

coffer : gömülü tavan ışıklılığı

coherent radiation : koheran ışınım

coiled-coil filament : çift kıvrımlı tel

cold cathode lamp : soğuk katotlu lamba

cold-start lamp : ön ısıtmasız lamba

colorimeter : renkölçer

colorimetric purity : renkölçümsel arılık

colorimetric purity : tayfsal renk yoğunluğu

colorimetry : renkölçme
 colour atlas : renk atlası
 colour equation : renk denklemi
 colour fullness : türsel doymuşluk; türsellik düzeyi
 colour matching : renk eşleme
 colour rendering : renksel geriverim
 colour rendering index : renksel geriverim indisi
 colour solid : renk katısı
 colour space : tür uzayı
 colour stimulus : renk uyartısı
 colour stimulus function : renk uyartı fonksiyonu
 colour temperature : renk sıcaklığı
 coloured bulb : renkli ampul
 colour-matching functions : renkölçümsel fonksiyonlar
 comparison lamp : dara lambası
 complementary colour stimuli : tümler renk uyartıları
 complementary wavelength : tümler dalga boyu
 complex refractive index : karmaşık kırılma indisi
 compressed air luminaire : hava basıncı jeneratörlü lamba
 cones : koniler
 configuration factor : biçimleniş çarpanı
 contact plate : dip tepesi
 contrast : karşıtlık
 contrast rendering factor : karşıtlık geriverim çarpanı
 contrast sensitivity : karşıtlık duyarlılığı; ayrımsal duyarlılık
 cornice lighting : ışıklı korniş
 correlated colour temperature : benzer renk sıcaklığı
 cove lighting : korniş aydınlatması
 cumulative downward flux proportion : alt toplanık akı orantısı
 cumulative flux : toplanık akı
 cut-off : siperlik
 cut-off angle : siperlik engel açısı
 cylindrical irradiance : erkesel silindirselsel aydınlık

direct solar radiation : dolaysız güneş ışınımı
 directional emissivity : doğrultusal yayımlayıcılık
 directional lighting : doğrultulu aydınlatma
 disability glare : bozucu kamaşma
 discharge lamp : boşalmalı lamba
 discomfort glare : konforsuz kamaşma
 dispersion : dağılım
 distribution of luminous intensity : ışık yeğnliği uzaysal dağılımı
 distribution temperature : dağılış sıcaklığı
 dominant wavelength : baskın dalga boyu
 dose : doz
 dose rate : doz debisi
 downlight : toplayıcı tavan ışıklığı
 downward flux : alt yarı küresel akı
 downward flux fraction : alt yarı küresel akı oranı
 downward light output ratio : standart alt geriverim

E E E E E

effective dose : etkin doz
 effects projector : dekor projektörü
 electric arc : yay boşalması
 electric discharge : elektriksel boşalma
 electroluminescence : elektro-ışılışıma
 electroluminescent lamp : elektro-ışılışıyıcı lamba
 electroluminescent panel : elektro-ışılışıyıcı levha
 electroluminescent source : elektro-ışılışıyıcı kaynak
 electromagnetic radiation : elektromanyetik ışım
 electromagnetic radiation : elektromanyetik ışınım
 electronic-flash lamp : elektronik flaş lambası
 emergency lighting : yardım aydınlatması
 emission : yayım
 emission spectrum : yayım tayfi
 emissive material : yayımlatıcı özdek

enamelled bulb : emaylanmış ampul
 energy level : enerji düzeyi
 entrance angle : aydınlatma açısı
 equality of brightness photometer : parlaklık eşlemeli ışıkölçer
 equality of contrast photometer : kontrast eşlemeli ışıkölçer
 equi-energy spectrum : eşit enerji tayfı; eş enerji tayfı
 equivalent contrast : eşdeğer kontrastlık
 equivalent luminance : eşdeğer ışıklılık
 equivalent veiling luminance : bulanıklık eşdeğer ışıklılığı
 erythematous radiation : kızartıcı ışınım
 escape lighting : boşaltma aydınlatması
 exchange coefficient : karşılıklı değişim katsayısı
 excitation : uyarılma
 excitation purity : uyarılma aralığı
 excitation spectrum : uyarılma tayfı
 explosion-proof luminaire : patlama korumalı ışıklık
 exposure meter : pozölçer
 extraterrestrial solar radiation : dünya dışı güneş ışınımı
 eyelet : ayak tepesi

F F F F F

face luminaire : alın ışıklığı
 fall time : iniş süresi
 field of view : bakma alanı
 filament : tel; filaman
 flameproof luminaire : patlama korumalı ışıklık
 flash tube : elektronik flaş lambası
 flashlight : cep ışıklığı
 flicker : titreme; ışık titremesi
 flicker photometer : titremeli ışıkölçer
 floodlight : ışıklandırma projektörü
 floodlighting : ışıklandırma
 floor lamp : ayaklı ışıklık

fluorescence : flüorışıma
 fluorescent lamp : flüorışıl lamba; flüoresan lamba
 fluorophor : ışılışır; fosfor; flüorofor
 flux code : akı kodu
 flux triplet : üçüzlü akı
 form factor : biçim çarpanı
 fovea; fovea centralis : fovea; merkezel fovea
 foveola : foveola
 Fresnel spotlight : Fresnel mercekli projektör
 frosted bulb : buzlu ampul
 fusion frequency : erime frekansı

G G G G G

gas-filled lamp : gaz dolu lamba
 general diffused lighting : dolaylı-dolaysız aydınlatma
 general lighting : genel aydınlatma
 geometric extent : geometrik yaygınlık
 germicidal lamp : mikrop kırıcı lamba
 germicidal radiation : mikrop kırıcı ışınım
 glare : kamaşma
 glare by reflection : yansımayla kamaşma
 global illuminance : toplam günışıklık aydınlık
 global solar radiation : toplam güneş ışınımı
 globe : karpuz; glob
 gloss : parlaklık
 glossmeter : parlaklıkölçer
 glow discharge : ışıltılı boşalma; ışılışır boşalma
 goniophotometer : açılı ışıkölçer
 gonioradiometer : açılı ışınımölçer
 Grassmann's laws : Grassmann yasaları
 grey body : gri cisim

H H H H H

half-peak divergence : arı yeğnlikte açısal genişlik

half-value angle : yarı değer açısı

hand-lamp : el ışıklığı; el lambası

hard glass bulb : sert camlı ampul

haulageway luminaire : galeri ışıklığı

headpiece : şapka lambası projektörü

heliotherapy : heliootama; güneş ışığı tedavisi

Helmholtz-Kohlrausch phenomenon : Helmholtz-Kohlrausch olayı

hemeralopia : gece körlüğü

hemispherical emissivity : yarı küresel yayımlayıcılık

HID lamp : yüksek yeğnlikli boşalmalı lamba

high intensity discharge lamp : yüksek yeğnlikli boşalmalı lamba

high pressure mercury vapour lamp : yüksek basınçlı cıva buharlı lamba

high pressure sodium vapour lamp : yüksek basınçlı sodyum buharlı lamba

hot cathode lamp : sıcak katotlu lamba

hot-start lamp : ön ısıtmalı lamba

hue : renk türü; tür

I I I I I

ignitor : ateşleyici

illuminance : aydınlık

illuminance : ışıksal aydınlık

illuminance meter : aydınlıkölçer; lüksmetre

illuminance vector : aydınlık vektörü

illuminant : ışıklayıcı

illuminant colorimetric shift : ışıklayıcı için renkölçümsel çarpıklaşma

illuminant colour shift : ışıklayıcı renk çarpıklaşması

illumination : aydınlatma

incandescence : akkor ışımaya

incandescent lamp : akkor elektrik lambası

indicatrix of diffusion : yayınma göstericisi

indirect actinic effect : dolaylı aktiniksel etki

indirect flux : dolaylı akı
 indirect lighting : dolaylı aydınlatma
 induction luminaire : endüksiyon beslemeli ışıklık
 infrared lamp : kızılaltı lambası
 infrared radiation : kızılaltı ışınım
 input : giriş büyüklüğü
 installation flux density : yüzeylik döşem akısı
 installation index : yer indisi; döşem indisi
 installed lamp flux density : döşeli lambaların yüzeylik akısı
 instant-start lamp : ön ısıtmasız lamba
 intrinsically safe luminaire : özgüvenli ışıklık
 integrating photometer : ışık akısı ölçer
 integrating sphere : Ulbricht küresi
 interference : girişim
 interreflection : çoklu yansıma; iç yansıma
 interreflection ratio : iç yansıma çarpanı
 irradiance : erkesel aydınlık
 iso-illuminance curve : eşaydınlık eğrisi
 iso-intensity curve : eş yeğinlik eğrisi
 iso-intensity diagram : eş yeğinlik diyagramı
 isoluminance curve : eşışıklılık eğrisi
 isotropic diffuse reflection : izotrop yayınlık yansıma
 isotropic diffuse transmission : izotrop yayınlık geçme

L L L L L

lambertian surface : Lambert yüzeyi; tam mat yüzey
 Lambert's cosine law : Lambert yasası; kosinüs yasası
 lamp : lamba
 lamp connector : lamba bağlayıcı
 lamp voltage : yanma gerilimi; lamba gerilimi
 lampholder : duy
 laser : lazer
 LCD : sıvı kristal display; LCD

LED : ışık yayımlayıcı diod; LED
lens spotlight : mercekli projektör
life : ömür
life test : süre testi; süre denemesi
life to X % failures : % X kayıplı ömür
light : açık
light : ışık
light centre : ışıksal merkez
light emitting diod : ışık yayımlayıcı diod; LED
light exposure : ışıklanma
light loss factor : değer düşme çarpanı
light output ratio : standart geriverim
light stimulus : ışıksal uyartı; ışık uyartısı
lighting chain; lighting string : ışık zinciri
lighting technology : aydınlatmacılık
lighting : aydınlatma
lightness : açıklık
liquid crystal display : sıvı kristal display; LCD
local lighting : bölgesel aydınlatma
localised lighting : bölgenmiş aydınlatma
long-arc lamp : uzun yay lambası
louvre; louver : örtücü
low pressure mercury vapour lamp : alçak basınçlı cıva buharlı lamba
low pressure sodium vapour lamp : alçak basınçlı sodyum buharlı lamba
lumen : lümen
luminaire : ışıklık
luminaire efficiency : standart geriverim
luminaire guard : koruma ızgarası
luminance : ışıklılık
luminance : ışıksal ışıklılık
luminance coefficient : ışıksal ışıklılık katsayısı
luminance difference threshold : ışıklılık ayrımsal eşiği
luminance factor : ışıksal ışıklılık çarpanı

luminance meter : ışıklılıkölçer
 luminance threshold : ışıklılık eşiği
 luminescence : ışılışıma
 luminophor : ışılışır; fosfor; flüorofor
 luminosity : parıltı
 luminous colour : ışık rengi
 luminous cylindrical exposure : silindirsel ışıklanma
 luminous efficacy of a source : ışıksal verim - etkinlik
 luminous efficacy of radiation : ışıksal verim - etkinlik
 luminous efficiency : bağıl ışıksal verim
 luminous element : ışıklı element; ışıklı parçacık
 luminous environment : ışıklı çevre
 luminous exitance : ışıksal uyarıcılık
 luminous exposure : ışıklanma
 luminous flux : ışıksal akı; ışık akısı
 luminous flux maintenance factor : ışık akısı kalıcılık çarpanı
 luminous intensity : ışıksal yeğinlik
 lux : lüks ; lümen bölü metrekaare

M M M M M

macula lutea : sarı leke
 magnification ratio : güçlendirme çarpanı
 main electrode : baş elektrot; ana elektrot
 maintenance factor : değer düşme çarpanı
 mean spherical luminous intensity : ortalama küresel ışık yeğinliği
 mesopic vision : akşam görmesi
 metal filament lamp : metal telli lamba
 metal halide lamp : metal halojenürlü lamba; metal halide lamba
 metameric colour stimuli : metamer renk uyartıları
 mine luminaire : maden ocağı ışıklığı
 mine rescue luminaire : kurtarıcı lambası
 mine safety lamp : alevli güvenlik lambası
 miner's lamp : madenci lambası

minimum erythema dose; MED : kızartıcı en az doz; KED
 mixed reflection : karışık yansımaya; yarı yayınlık yansımaya
 mixed transmission : karışık geçme; yarı yayınlık geçme
 monochromatic radiance temperature : tektüresel ışıklılık sıcaklığı
 monochromatic radiation : tektüresel ışınım
 monochromatic stimulus : tektüresel uyartı; tayfsal uyartı
 monochromatism : renk körlüğü
 monochromatism : tekrenkçillik

N N N N N

natural actinic effect : doğal aktiniksel etki
 negative-glow lamp : ışıltı lambası
 Nepierian spectral absorption coefficient : neperien tayfsal soğurma katsayısı
 Nepierian spectral internal transmittance density : neperien tayfsal iç geçiricilik yoğunluğu
 neutral step wedge : kademeli geçirici gri süzgeç
 neutral wedge : gri kama
 night-blindness : gece körlüğü
 noise equivalent input : gürültü eşdeğer uyartısı
 noise equivalent irradiance : gürültü eşdeğer erkesel aydınlık
 noise equivalent power : gürültü eşdeğer erke akısı
 non-luminous colour : ışımayan nesne rengi
 non-selective detector : seçmez alıcı
 non-selective radiator : seçmez ışıyıcı
 normal cathode fall : normal katotsal düşüş
 normalized detectivity : standart alıcılık

O O O O O

object-colour : nesne-renk
 observation angle : gözlem açısı
 obstruction : engel
 opal bulb : opal ampul
 opaque medium : geçirimsiz ortam

optical filter : süzgeç; optik süzgeç
 optical light output ratio : optik geriverim
 optical radiation : optik ışınlam
 optical thickness of the atmosphere : atmosferin optik kalınlığı
 optimal colour stimuli : optimal renk uyartıları; en yüksek renk uyartıları
 ordinary luminaire : sıradan ışıklık
 output : çıkış büyüklüğü; yanıt

P P P P P

paddy lamp : katar ardı ışıklık
 parallel cathode heating : paralel elektrot ısınması
 parallel cathode preheating : paralel elektrot ön ısınması
 pelmet lighting : ışıklı perdelik
 pendant luminaire : asılı ışıklık
 perceived colour : algılanmış renk
 perceived light : algılanmış ışık
 perception : algı
 perfect reflecting diffuser : yansıma ile tam yayındırıcı
 perfect transmitting diffuser : geçme ile tam yayındırıcı
 permanent supplementary artificial lighting : sürekli tümler yapay aydınlatma
 permissible luminaire : grizu güvenli ışıklık
 phosphor : ışılıştır; fosfor; flüorofor
 phosphorescence : fosforışıma
 photobiology : ışıbiyoloji
 photocathode : ışıkatot
 photoconductive cell : ışiletken gözcük
 photocurrent : ışielektrik akım
 photodesensitization : ışıduyarsızlaştırma
 photodiode : ışıdiod
 photoeffect : ışıetki
 photoelectric detector : ışielektrik alıcı
 photoelement : ışıpil; fotovoltaik gözcük
 photoemissive cell : ışıyıcı gözcük; fotosel

photoflash lamp : flaş lambası
photoflood lamp : fotoğrafçı lambası
photoluminescence : ışıksal ışıltılışıma
photoluminescence quantum yield : ışıksal ışıltılışıma kuantasal verimi
photoluminescence radiant yield : ışıksal ışıltılışıma erkesel verimi
photometer : ışıkölçer
photometry : ışıkölçme
photomultiplier : ışık çarpımcı
photon counter : foton sayıcı
photon cylindrical exposure : silindirsel fotonlanma
photon exitance : fotonsal uyarıcılık
photon exposure : fotonlanma
photon flux : foton akısı
photon intensity : fotonsal yeğnlık
photon irradiance : fotonsal aydınlık
photon number : foton sayısı
photon radiance : fotonsal ışıklılık
photopathology : ışıpatojı
photoperiod : ışıdönüm
photopic vision : gündüz görmesi
photoresistor : ışıdirenc
photosensitization : ışıduyarlılaştırma
phototherapy : ışıtama
phototransistor : ışıtransistör; fototransistör
phototube : ışıyıcı gözcük; fotosel
photovoltaic cell : ışıpil; fotovoltaik gözcük
physical colorimetry : fiziksel renkölçme
physical photometry : fiziksel ışıkölçme
pin : iğne
pin cap; pin base : iğneli dip
Planckian locus : kara cisimler yeri; Planck'ın geometrik yeri
Planckian radiator : Planck ışıyıcısı; kara cisim
Planck's law : Planck yasası

point brilliance : noktasal parl ltı
 point source : noktasal kaynak
 polarized radiation : kutuplanmış ışınım
 portable luminaire : taşınır ışıklık
 portable mine luminaire : taşınır maden ocağı ışıklığı
 possible sunshine duration : olanaklı gneşlenme süresi
 post : iğne
 prefocus cap; prefocus base : nodaklamalı dip
 prefocus lamp : merkez telli lamba; n odaklamalı lamba
 preheat lamp : n ısıtmalı lamba
 pressed glass lamp : optik düzenli lamba
 primary light source : birincil ışık kaynağı
 primary photometric standard : ışıklmsel birincil ln
 profile spotlight : profil projektörü
 projection lamp : projeksiyon lambası
 projector : projektör
 projector lamp : projektör lambası
 protanomalous vision : birinci sapaklık
 protanopia : birinci grmezlik
 protected luminaire : korunmuş ışıklık
 protective glass : koruma camı
 proximity : duvar uzaklığı
 psychophysical colour : psikofizik renk
 purity : arılık
 Purkinje phenomenon : Purkinje olayı
 purple boundary : purpuralar sınırı
 purple stimulus : purpura uyartısı
 pyroelectric detector : piroelektrik alıcı

Q Q Q Q Q

quantity of light : ışık niceliği
 quantum detector : kuantasal alıcı
 quantum efficiency : kuantasal verim

R R R R R

- radiance : erkesel ışıklılık; ışıınımlılık
- radiance coefficient : erkesel ışıklılık katsayısı
- radiance factor : erkesel ışıklılık çarpanı
- radiant cylindrical exposure : silindirsel ışıınımlanma
- radiant efficiency : erkesel verim
- radiant energy : ışıyan erke
- radiant exitance : erkesel uyarıcılık
- radiant exposure : ışıınımlanma
- radiant exposure meter : ışıınımlanmaölçer
- radiant flux : erkesel akı; ışıyan güç
- radiant intensitiy per unit area : ışıınımlılık
- radiant intensity : erkesel yeğlilik
- radiant power : erkesel akı; ışıyan güç
- radiant spherical exposure; radiant fluence : küresel ışıınımlanma
- radiation : ışıma
- radiation : ışıınım
- radioluminescence : radyoışıılışıma; X ışıınımlıyla ışıılışıma
- radiometer : ışıınımölçer
- radiometry : ışıınımölçme
- rated luminous flux : ayırdedici ışıık akısı
- rated power : ayırdedici güç
- rating : ayırdedici veriler
- Rayleigh scatter : Rayleigh yayınması
- recessed luminaire : gömülü ışııklık
- reduced utilance : kısıtlı yararlılık
- reduced utilization factor : kısıtlı kullanma çarpanı
- reference ballast : referans durultucusu
- reference colour stimuli : referans renk uyarıları; birincil renk uyarıları
- reference illuminant : referans ışııklayıcısı
- reference lamp : referans lambası
- reference lighting : referans aydınlatması
- reference surface : referans yüzeyi

reflectance : yansıtma çarpanı
 reflectance factor : yansıtıcılık çarpanı
 reflectance factor optical density : optik yansıtıcılık yoğunluk çarpanı
 reflectance optical density : optik yansıtıcılık yoğunluğu
 reflected solar radiation : yansımış güneş ışınımı
 reflection : yansımaya
 reflectivity : yansıtıcılık
 reflectometer : yansımayaölçer
 reflectometer value : yansımayaölçümsel değer
 reflector : yansıtıcı
 reflector lamp : yansıtıcı lamba
 reflector spotlight : aynalı projektör; yansıtıcılı projektör
 reflectorized bulb : yansıtıcı ampul
 refraction : kırılma
 refractive index : kırılma indisi
 refractor : kırıcı; ışık kırıcı
 regular reflectance : düzgün yansıtma çarpanı
 regular reflection : düzgün yansımaya; aynasal yansımaya
 regular transmission : düzgün geçmeye
 regular transmittance : düzgün geçirme çarpanı
 related perceived colour : birlikte algılanmış renk
 relative colour stimulus function : bağıl renk uyarı fonksiyonu
 relative optical air mass : bağıl optik hava kütlesi
 relative sensitivity : bağıl duyarlılık
 relative spectral distribution : bağıl tayfsal dağılım
 relative spectral sensitivity : bağıl tayfsal duyarlılık
 relative sunshine duration : bağıl güneşlenme süresi
 resonance line : rezonans çizgisi
 response time : yanıt süresi
 responsivity : duyarlılık
 resultant colorimetric shift : toplam renkölçümsel çarpıklaşma
 resultant colour shift : toplam renk çarpıklaşması
 retina : ağtabaka

retina : retina; ağtabaka; ağ katman
 retroreflection : geri yansıma
 retroreflector : geri yansıtıcı
 rise and fall pendant : değişken askılı ışıklık
 rise time : gelişme süresi
 rods : sopacıklar
 rooflight : çatı penceresi; yatay pencere
 room index : yer indisi; döşem indisi
 rotationally symmetrical luminous intensity distribution : ışık yeğirliği dönel dağılımı

S S S S S

safety lighting : güvenlik aydınlatması
 saturation : bağıl doymuşluk
 saturation : renksel doymuşluk
 scattering : yayınma
 scattering indicatrix : yayınma göstericisi
 scintillator : skentilatör
 scotopic vision : gece görmesi
 screw cap; screw base : vidalı dip
 sealed beam lamp : tanımlı ışık demeti lambası
 searchlight : ışıldak; arama ışıklığı
 secondary light source : ikincil ışık kaynağı
 secondary photometric standard : ışıkölçümsel ikincil ölçün
 secondary standard lamp : ikincil ölçün lamba
 selective detector : seçer alıcı
 selective radiator : seçer ışıcı
 self-ballasted mercury lamp : karışık ışıklı lamba
 self-exchange coefficient : özdeğişim katsayısı
 semiconductor ballast : yarıiletken durultucu; elektronik balast
 semi-direct lighting : yarı dolaysız aydınlatma
 semi-indirect lighting : yarı dolaylı aydınlatma
 sensation : duyulanma

sensitivity : duyarlılık
 service illuminance : kullanma aydınlığı
 shade : abajur
 shading : güneş kıran
 shell cap; shell base : silindirel dip
 shielding angle : siperlik çıkış açısı
 short-arc lamp : kısa yay lambası
 single-coil filament : tek kıvrımlı tel
 skylight : çatı penceresi; yatay pencere
 skylight : gök ışığı
 softlight : yumuşak yayıcı
 solar constant : güneş değişmezi
 solar factor : güneş çarpanı
 solar radiation : güneş ışınımı
 spacing : aralama
 special studio floodlight : özel stüdyo projektörü
 spectral : tayfsal; spektral
 spectral absorbance : tayfsal iç geçiricilik yoğunluğu
 spectral absorption index : tayfsal soğurma indisi
 spectral absorptivity : tayfsal soğuruculuk
 spectral chromaticity coordinates : tayfsal üçtürel koordinatlar
 spectral concentration : tayfsal yoğunluk; tayfsal dağılım
 spectral distribution : tayfsal yoğunluk; tayfsal dağılım
 spectral internal absorptance : tayfsal iç soğurma çarpanı
 spectral internal transmittance : tayfsal iç geçirme çarpanı
 spectral internal transmittance density : tayfsal iç geçiricilik yoğunluğu
 spectral line : tayf çizgisi
 spectral linear absorption coefficient : tayfsal çizgil soğurma katsayısı
 spectral linear attenuation coefficient : tayfsal çizgil zayıflama katsayısı
 spectral linear scattering coefficient : tayfsal çizgil yayınma katsayısı
 spectral luminous efficiency : tayfsal bağlı ışık etkinliği
 spectral mass attenuation coefficient : tayfsal kütleli zayıflama katsayısı
 spectral optical depth : tayfsal optik kalınlık; tayfsal optik derinlik

spectral optical thickness : tayfsal optik kalınlık; tayfsal optik derinlik
 spectral responsivity; spectral sensitivity : tayfsal duyarlılık
 spectral stimulus : tektürsel uyarı; tayfsal uyarı
 spectral transmissivity : tayfsal geçiricilik
 spectrophotometer : tayfsal ışıkölçer
 spectroradiometer : tayfsal ışınımölçer
 spectroscopic lamp : tayf lambası
 spectrum : tayf; spektrum
 spectrum locus : tayfsal yer; tayfsal geometrik yer
 specular reflection : düzgün yansıma; aynasal yansıma
 speed of perception : algı hızı
 speed of sensation of light : duyulanma hızı
 spherical irradiance : erkesel küresel aydınlık
 spill shield : örtücü
 spotlight : nokta ışıklığı; spot
 spotlighting : noktasal aydınlatma
 standard lamp : ayaklı ışıklık
 stand-by lighting : yedek aydınlatma
 starter : başlatıcı; starter
 starterless fluorescent lamp : başlatıcısız flüorışıl lamba
 starting device : başlatma düzeni
 starting electrode : başlatma elektrotu
 starting strip : başlatma şeridi
 starting time : başlama süresi
 starting voltage : başlama gerilimi
 Stefan-Boltzmann's law : Stefan-Boltzmann yasası
 steradian : steradyan
 stimulated emission : dürtülü yayım
 straight filament : düz tel
 strip lamp : tungsten şeritli lamba
 stroboscopic effect : stroboskopi etkisi
 studio floodlight : stüdyo yayıcı projektörü
 sunburn : güneş yanığı

sunlight : güneş ışığı
 sunshine duration : güneşlenme süresi
 suntan : bronzlaşma
 surface colour : yüzey rengi
 surround : çevre alanı
 suspended luminaire : asılı ışıklık
 suspension factor : tavan uzaklığı oranı
 suspension length : tavan uzaklığı
 switch-start fluorescent lamp : başlatıcılı flüorışıl lamba
 symmetrical luminaire : bakışumlu ışıklık
 symmetrical luminous intensity distribution : ışık yeğinliği bakışumlu dağılımı
 synchrotron radiation : senkrotron ışınım

T T T T T

table lamp : masa ışıklığı; masa lambası
 Talbot's law : Talbot yasası
 test distance : deney uzaklığı
 thermal detector of radiation : ısısal ışınım alıcısı
 thermal radiation : ısısal ışınım
 thermal radiator : ısısal ışıyıcı
 thermally activated luminescence : ısısal ışılışıma
 thermocouple : ısı çifti; ısıelektrik çift
 thermoluminescence : ısısal ışılışıma
 thermopile : ısıpil; ısıelektrik pil
 time constant : süre değişmezi
 torch : cep ışıklığı
 total cloud amount : kapalılık; bulutluluk
 total flux : toplam akı
 total turbidity factor : toplam bulanıklık çarpanı
 translucent medium : ışık geçiren ortam
 transmission : geçme
 transmittance : geçirme çarpanı
 transmittance optical density : optik geçiricilik yoğunluğu

transparent medium : saydam ortam; görüntü geçiren ortam

triboluminescence : mekaniksel ışıllışma

trichromatic system : üçtürsel dizge

trichromatism : üçrenkçillik

trip lamp : katar ardı ışıllık

tristimulus values : üçtürsel bileşenler

tritanomalous vision : üçüncü sapaklık

tritanopia : üçüncü görmezlik

troffer : gömülü uzun ışıllık

troland : troland

trouble lamp : el ışıllığı; el lambası

tungsten filament lamp : tungsten telli lamba

tungsten halogen lamp : halojen akkor lamba

tungsten ribbon lamp : tungsten şeritli lamba

U U U U U

UCS diagram : tekdüze türsellik diyagramı

Ulbricht sphere : Ulbricht küresi

ultraviolet lamp : morötesi lambası

ultraviolet radiation : morötesi ışınım

uniform colour space : tekdüze türsel uzay; üniform tür uzayı

uniform-chromaticity-scale diagram : tekdüze türsellik diyagramı

uniformity ratio of illuminance : aydınlığın eşyayılmışlık çarpanı

unique hue : ana renk türü; temel renk türü

unitary hue : ana renk türü; temel renk türü

unrelated perceived colour : ayrı algılanmış renk

upward flux : üst yarı küresel akı

utilance : yararlılık

utilization factor : kullanma çarpanı

utilized flux : yararlı akı

V V V V V

vacuum lamp : boşluklu lamba

valance lighting : ışıklı perdelik
 veiling reflections : puslu yansımalar
 visible radiation : görünür ışınım
 vision : görme
 visual acuity; visual resolution : görme keskinliği
 visual colorimetry : görsel renkölçme
 visual performance : görsel performans
 visual photometry : görsel ışıkölçme
 von Kries' persistence law : von Kries'in geçerlilik yasası

W W W W W

wave number : dalga sayısı
 wavelength : dalga boyu
 wide angle luminaire : geniş açılı ışıklık
 Wien's law : Wien'in ışınım yasası; Wien yasası
 window : pencere
 Wood's glass lamp : kara ışık lambası; Wood ışığı lambası
 work plane; working plane : yararlı düzlem; çalışma düzlemi
 working photometric standard : ışıkölçümsel çalışma ölçünü
 working standart lamp : ölçün çalışma lambası

Y Y Y Y Y

yellow spot : sarı leke

Z Z Z Z Z

zonal flux : kuşaksal akı

EK E. DIŞ AYDINLATMADA UYULMASI GEREKLİ STANDARTLAR

Tablo EK E.1 Armatür ve Donanımları İçin Uyulması Gereklİ Standartlar [11]

TS 8697 / IEC 598-1	Aydınlatma Armatürleri Bölüm 1 : Genel Kurallar ve Deneyler
TS 8700 / IEC 598-2, 3	Aydınlatma Armatürleri – Sokak ve Cadde
TS 289 / IEC 61, IEC 238	Elektrik Lamba Başlıkları ve Duyları (Edison Vidalı)
TS 2219 / IEC 400	Tüp Biçimli Flüoresan Lambalar ve Yolvericileri İçin Duylar
TS 896	Yüksek Basınçlı Cıva Buharlı Lamba Balastları
IEC 922, IEC 923	Deşarj Lambaları İçin Balastlar (Ballasts for Discharge Lamps)
IEC 926, IEC 927	Ateşleme Cihazları (Starting Devices)
IEC 928	A.C. ile Beslenen Tüp Flüoresan Lambalar İçin Elektronik Balastlar – Genel Kurallar (A.C. Supplied Ballasts for Tubular Fluorescent Lamps – General and Safety Requirements)
IEC 929	A.C. ile Beslenen Tüp Flüoresan Lambalar İçin Elektronik Balastlar – Performans Kuralları (A.C. Supplied Ballasts for Tubular Fluorescent Lamps – Performance Requirements)
IEC 1048, IEC 1049	Tüp Flüoresan ve Diğ er Deşarj Lambaları İçin Kondansatörler (Capacitors for Use in Tubular Fluorescent and Other Discharge Lamp Circuits)
TS 834	Aydınlatma Armatür Camları
TS 3033 / IEC 529	Mahfazaların Sağladığı Koruma Dercelerinin Sınıflandırılması

Tablo EK E.2 Fotometrik Ölçümlerin Yapılmasında Uyulacak
Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (CIE) Yayınları [11]

CIE Pub. 27	Sokak Aydınlatma Armatürlerinin Fotometrik Değerleri (Photometry of Luminaires for Street Lighting)
CIE Pub. 34	Yol Aydınlatması Armatür ve Tesisatının Fotometrik Değerleri, Sınıflandırılmaları ve Performansları (Road Lighting Lantern and Installation Dataphotometrics, Classification and Performance)
CIE Pub. 43	Projektör Fotometrisi (Photometry of Floodlights)
CIE Pub. 67	Spor Tesisleri Aydınlatma Tesisatının Fotometrik Tanımları ve Ölçümleri (Guide for the Photometric Specification and Measurement of Sports Lighting Installations)
CIE Pub. 70	Işık Dağılım Eğrisi Ölçümü (The Measurement of Absolute Luminous Intensity Distributions)
CIE Pub. 121	Armatürlerin Fotometri ve Ganiyofotometrisi (The Photometry and Ganiophotometry of Luminaires)

Tablo EK E.3 Aydınlatma Kriterlerinin Belirlenmesinde Uyulacak Yayınlar [11]

CIE Pub. 01	Astronomi Gözlemeleri Civarındaki Işık Kirliliğini Azaltmak İçin Kılavuz Bilgiler
CIE Pub. 30.2	Yol Aydınlatmasında Parlaklık ve Aydınlanma Düzeyi Hesap ve Ölçümleri (Calculation and Measurement of Luminance and Illuminance in Road Lighting)
CIE Pub. 115	Motorlu Taşıt ve Yaya Yollarının İçin Aydınlatma Esasları (Recommendations For The Lighting of Roads for Motor and Pedestrian Traffic)
CIE Pub. 31	Yol Aydınlatması Tesisatlarında Kamaşma ve Düzgünlük (Glare and Uniformity in Road Lighting Installations)
CIE Pub. 92	Kentsel Alanların Aydınlatılması İçin Kılavuz
CIE Pub. 94	Projektörler İçin Kılavuz
CIE Pub. 140	Yol Aydınlatması Hesapları (Road Lighting Calculations)
CIE Pub. 112	Dış Alan ve Spor Aydınlatmalarında Kullanılacak Kamaşma Belirleme Sistemi (Glare Evaluation System for Use Within Outdoor Sports and Area Lighting)
Environment Agency of Japan	Işık Kirliliği İçin Kurallar (Guidelines for Light Pollution)

EK F. AYDINLATMADA ENERJİ TASARRUFU ve İYİLEŞTİRMEYE İLİŞKİN GLOBAL BİLGİLER

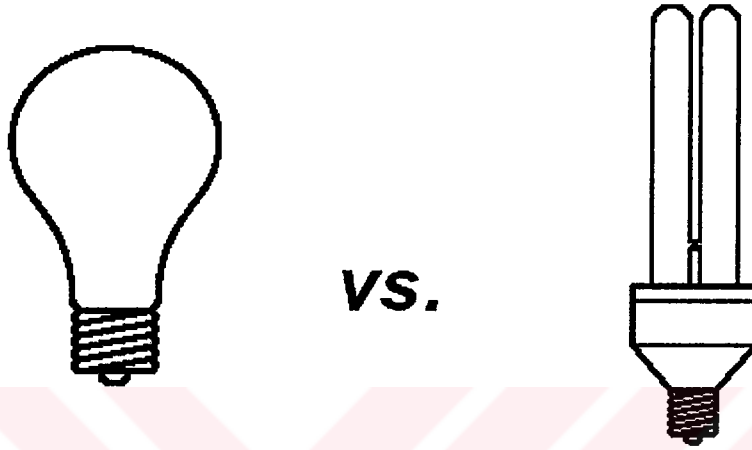
EK F.1 ABD ve Dünya'da Durum

Günümüzde ABD genelinde kullanılan elektrik enerjisinin %20-25'i aydınlatma için kullanılmaktadır. Bu enerjinin %80-90 ise ticari ve endüstriyel aydınlatma için harcanmaktadır. Uygun ve kar sağlayabilecek yerlerde eğer enerji verimli aydınlatma yapılırsa aydınlatma için gerekli olan enerji ihtiyacı şimdiye göre %50 oranında azalacaktır. Bu da ulusal enerji tüketiminde aydınlatma payının %10'lara düşeceği anlamına gelmektedir. Bu düşüş toplam 16,5 milyar \$ milli servet kazancı demektir. Ayrıca karbon dioksit emisyonu 232 milyon ton (ülke genelinin %4'ü) azalacaktır ki bu da 42 milyon otomobilin trafikten çekilmesine eşdeğerdir. Ayrıca sülfür dioksit emisyonu 1,7 milyon ton (ülke genelinin %7'si), nitrojen emisyonu 890 000 ton (ülke genelinin %4'ü) azalacaktır. Bu daha az asit yağmuru ve Dünya çapında daha az sera etkisi görülmesi demektir. Baca külü, yanmış atıklar, asidik sıvı atıklar ve kömür madenciliği atıkları, radyoaktif atıklar gibi çevre kirlilikleri azalacak ve doğal gaz kaybı da en az düzeye indirilebilecektir.[12]

Yukarıdaki Bilgilerin ABD için elde edilmesinin ardından, 2002 yılında Uluslararası Enerji Verimli Aydınlatma Birliği'nin ABD'de ki Lawrence Berkeley Ulusal Laboratuvarı'nda Dr. Evan Mills Tarafından yapılan çalışmalarda Dünya genelinde sonuçlar elde edilmiştir. Enerji verileri elde edilebilmiş, dünya nüfusunun % 63'ünü içeren, 41 ülkeyi kapsayan bu araştırma sonuçlarına göre; dünyada yıllık aydınlatma amaçlı enerji üretimi yaklaşık 2016 TWh olarak gerçekleşmiştir. Bu yıllık 1775 milyon ton karbon dioksit emisyonu meydana getirmektedir. Uygun ve kar sağlayabilecek yerlerde eğer enerji verimli aydınlatma yapılması durumunda, aydınlatma için gerekli olan enerji ihtiyacı şimdiye göre % 45-50 oranında azalacaktır. Bu da global enerji tüketiminde aydınlatma payının %10-12'lere

düşeceği anlamına gelmektedir. Bu düşüş yıllık bazda 75 – 115 milyar \$ arasında bir kazanç getirecektir.[16]

EK F.2 Bir Ampul Ne Kadar Enerji Tasarrufu Yapabilir?



60 Watt'lık Akkor Flamanlı – 15 Watt'lık Kompakt Flüoresan

Her yerde bulunabilen ve sıkça kullanılan “Akkor Flamanlı” 60 Watt'lık bir ampulü (solda) 15 Watt'lık enerji tasarruflu “Kompakt Flüoresanlı” bir ampul (sağda) ile değiştirmek 45 Watt'lık bir kazanç sağlarken yıllık bazda bu kazanç ortalama 157 Kwh'e denk düşmektedir. Ayrıca yıllık yaklaşık 300 gramlık Karbon dioksit, 1,4 gramlık Sülfür dioksit ve 0,8 gramlık Nitrojen dioksit emisyonunun önüne geçilmiş olur. Maddi açıdan karşılaştırılacak olur ise Kompakt Flüoresanlı bir ampul yıllık %37,5 oranında harcamada bir azalma meydana getirmektedir.[12]

EK F.3 Enerji Tasarrufunun Maddi Getirisi Nasıl Hesaplanır?

$$\text{Enerji Tasarrufu Maddi Getirisi} = \frac{\text{Tasarruf Edilen Watt} \times \text{Ort.Enerji Fiyatı} \times \text{Çalışma Saati}}{1000}$$

Tasarruf Edilen Watt : (Eski sistemin çektiği Watt) – (Yeni sistemin çektiği Watt)

Ortalama Enerji Fiyatı : Eğer bilinmiyorsa, elektrik faturasının toplam değerini harcanan toplam Kwh'lık enerjiye bölerek bulunur.

Çalışma Saati : Bir yıl boyunca sözü edilen sistemin toplam çalışma zamanı

ÖZGEÇMİŞ

3 Temmuz 1979 tarihinde Adapazarı'nda Selma – Adnan YAVUZ çiftinin tek çocukları olarak dünyaya geldi. İlk ve orta öğrenimini Adapazarı'nda tamamladıktan sonra 1998 yılında başladığı Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik – Elektronik Mühendisliği Bölümü'nden 2002 yılında mezun oldu. Mezuniyetinden sonra kısa bir süre Camili Deprem Konutlarında Elektrik Şantiye Şefi olarak görev yaptı. Kasım 2002'de daha önce Yüksek Lisans öğrenimine başladığı Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik – Elektronik Mühendisliği anabilim dalında Araştırma Görevlisi olarak göreve başladı. Nisan 2004 itibariyle Mühendislik Fakültesi kadrosuna geçti.

23 Ağustos 2003 tarihinde hayatını Elif DÜLGER ile birleştiren Cenk YAVUZ, halen Mühendislik Fakültesi Elektrik – Elektronik Mühendisliği Bölümü Elektrik Tesisleri Anabilim Dalı'nda Araştırma Görevlisi olarak görevine devam etmektedir.