

151287

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İŞIK KİRLİLİĞİ

151287

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Elektrik Müh. Ali ALPER
(504991421)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 22 Aralık 2003

Tezin Savunulduğu Tarih : 15 Ocak 2004

Tez Danışmanı :

Prof. Dr. Sermin ONAYGİL

Sermin

Diğer Jüri Üyeleri

Prof.Dr. Adnan KAYPMAS (İTÜ)

Adnan

Yrd. Dç. Dr. Önder GÜLER(İTÜ)

Önder

OCAK 2004

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmamı yöneten ve Yüksek Lisans eğitimim esnasında beni her zaman anlayışla karşılayıp elinden gelen her türlü desteği veren saygıdeğer hocam Prof. Dr. Sermin ONAYGİL'e , değerli fikirleriyle bana yol gösteren saygıdeğer hocalarım Prof. Dr. Adnan KAYPMAS' ve Yrd. Dç. Dr. Önder GÜLER'e, bu çalışma esnasında bana maddi ve manevi her türlü yardımda bulunan mesai arkadaşlarıma, bu çalışma için yaptığım ankete katılan, katılımcılara ve beni bugünlere getiren, aldığım her kararda arkamda olan Aileme sonsuz teşekkürü bir borç bilirim.

ARALIK 2003

Ali ALPER

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	vii
TABLO	
LİSTESİ	viii
ŞEKİL LİSTESİ	x
SEMBOL LİSTESİ	xi
ÖZET	xii
SUMMARY	xiii
1.GİRİŞ	1
2. IŞIK KİRLİLİĞİ	3
2.1. Işık Kirliliği Tanımı	3
2.1.1. Doğal arka plan parlaklığı	3
2.1.2. Gökyüzü parlaklığı formülü	4
2.1.3. Yapay gökyüzü parlaklığı	6
2.1.4. Gökyüzü parlaklığının değerlendirilmesi	7
2.2. Işık Kirliliği Etkileri	9
2.2.1. Bitkiler ve hayvanlar üzerindeki etkileri	10
2.2.2. İnsan aktiviteleri üzerinde ki etkiler	12
2.2.2.1 Astronomik gözlemler üzerindeki etkiler	12
2.2.2.2 Bölge sakinleri üzerindeki etkiler	12
2.2.2.3. Yayalar üzerindeki etkiler	13
2.2.3 Ulaşım sistemleri üzerindeki etkiler	13
2.2.3.1. Otomobil sürücüleri üzerindeki etkiler	13
2.2.3.2. Gemiler ve Uçaklar üzerindeki etkiler	13
2.2.4. Işık kirliliğinin maliyeti	13
3. DIŞ AYDINLATMA KAYNAKLARI (LAMBALARI) VE ARMATÜRLER	16
3.1. Işık Kaynakları (Lambalar)	16
3.1.1. Akkor telli lambalar	16
3.1.2. Kompakt flüoresan lambalar	17
3.1.3. Tüp flüoresan lambalar	17
3.1.4. Yüksek basınçlı civa buharlı lambalar	17
3.1.5. Metal halojen lambalar	18

3.1.6. Yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalar	19
3.1.7. Alçak basınçlı sodyum buharlı lambalar	19
3.2. Aydınlatma Armatürleri	20
3.2.1. Armatürler hakkında genel genel bilgi	20
3.2.2. Armatür tasarımı	21
3.2.3 Armatürün sağlaması gereken koşullar	23
3.2.3.1 Fotometrik değerler	23
3.2.3.2. Isıya dayanıklılık	29
3.2.3.3. Mekaniki dayanıklılık	29
3.2.3.4. Atmosferik etkilere dayanıklılık	30
3.2.3.5. Gürültü	30
3.2.3.6. Montaj ve bakım	30
3.2.3.7. Estetik görünüm	30
3.3 Işık Kaynaklarının(Lambaların) Karşılaştırılması	31
4. IŞIK KİRLİLİĞİNE KARŞI ALINABİLECEK ÖNLEMLER	35
4.1. Yol Aydınlatması	35
4.2. Işık Kirliliği ile ilgili Mücadelede CIE Tavsiyeleri	42
4.2.1. Güncel ve teklif edilmiş CIE dokümanları	42
4.2.2. CIE rehberlik bilgilerinin çerçevesi	43
4.2.3. Bölgelere ayırma	43
4.2.4. Aydınlatmanın zamana bağlı kontrolü	45
4.2.5. Üst yarı uzaya gönderilen ışık akısı gereklilikleri	46
4.2.6. Işığın rengi	48
4.2.7. Birim alan başına maksimum kurulmuş ışık akısı	51
4.3. Bölgelere Ayırma İçin Uzaklık İlişkileri	52
4.4. İyileştirici Tedbirler	54
4.4.1. Işığın yok sayılması	54
4.4.1.1 ışıkları kapatmak	54
4.4.1.2. Kapaklı görüş	54
4.4.2 Dış aydınlatmanın olumsuz etkilerinin azaltılması	55
4.4.2.1. Işık kontrolü	55
4.4.2.2. Yansımanın azaltılması	55

4.4.2.3. Monokromatik ışık kullanmak	55
4.4.2.4. Işık filtrelemesi	55
4.5. Engelleyici Işık Denetimleri	56
5. IŞIK KİRLİLİĞİ İLE İLGİLİ ULUSAL YÖNETMLİKLERE GENEL BAKIŞ VE ÖRNEK ÇALIŞMALARIN (JAPONYA VE TÜRKİYE) İNCELENMESİ	60
5.1. Çeşitli Ülkelerde Yapılan Çalışmalara Genel Bakış	60
5.2. Japonya'da Hazırlanan "Işık Kirliliği İçin Yönetmelik" Yayını	64
5.2.1. Işık kirliliğine karşı tedbir yönetmeliklerine genel bakış	65
5.2.2. Yönetmeliklerin yapısı	65
5.2.3. Dış Aydınlatma Yönetmeliklerine göre kişi ve kurumlara düşen görevler	67
5.2.4. Işık kirliliğine Karşı Tedbir Yönetmelikleri	69
5.2.4.1. Işık kirliliğinin tanım	69
5.2.4.2. Gökyüzü parlaklığı probemi	69
5.2.4.3. Aydınlatma ortamı türleri	70
5.2.4.4. Aydınlatma Yönetmeliklerinin içeriğine giren kişiler	72
5.2.4.5. Bu yönetmelikler nasıl kullanılmalıdır.	73
5.2.4.6. Dış Aydınlatma Yönetmeliklerinin açıklaması	74
5.2.4.7. Yüksek enerji etkinliğine sahip ışık kaynaklarının kullanılması	76
5.2.4.8. Özel durumlarda düşünülmesi gereken noktalar	76
5.2.4.9. Genel aydınlatma planının Hazırlanması.	77
5.3. Türkiye'de Hazırlanan "Elektirik Dış Aydınlatma Yönetmeliği"	85
5.3.1. Amaç, Kapsam, Hukuki Dayanak ve Tanımlar	85
5.3.2. Dış aydınlatma da temel prensipler, Işık kaynakları (lambalar) ve armatürler	85
5.3.3. Aydınlatma bölgeleri	85
5.3.4. Plan ve projelerin onaylanması, uygulama ve denetim, geçici muafiyet ve süresi	87
6. IŞIK KİRLİLİĞİ AÇISINDAN DIŞ AYDINLATMA UYGULAMALARININ İNCELENMESİ	89
6.1. Dış Aydınlatma Uygulamalarının Şekilsel Yorumu	89
6.2. Uzaydan Çekilmiş Fotoğraflar	91
6.3. Dış Aydınlatma Fotoğrafları ve Bunların Yorumu	93

7.İŞIK KİRLİLİĞİ İLE İLGİLİ ANKET VE ANKET SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ	100
7.1. Anket İle İlgili Genel Bilgi	100
7.2. Anket Sonuçları	102
7.2.1. Anketin genel sonuçları	102
7.2.2. Üniversite Öğrencileri ile yapılan anketin sonuçları	107
7.2.3. Üniversite mezunu ve meslek hayatna atılmış bireylerle yapılan anket sonuçları	112
7.2.4. Lise öğrencileri ile yapılan anket sonuçları	117
7.3. Anketin Sonuçlarının Yorumu	122
8.SONUÇ VE ÖNERİLER	125
KAYNAKLAR	128
ÖZGEÇMİŞ	129

KISALTMALAR

CIE	: Uluslararası Aydınlatma Komisyonu
IDA	: Uluslararası Karanlık Gökyüzü Birliği
JEA	: Japon Çevre Örgütü
JIS	: Japonya Endüstri Standartları
IELJ	: Japon Aydınlatma Mühendisliği Enstitüsü
AIC	: Kanarya Adaları Astrofizik Enstitüsü
BAA	: İngiliz Astronomi Birliği
CfDS	: Karanlık Gökyüzü İçin Kampanya
CEN	: Avrupa Standartları Komisyonu



TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 3.1. Yol aydınlatması armatürlerinin kamaşma derecelerine göre sınıflandırılması.....	17
Tablo 3.2. Yol aydınlatması armatürlerinin fotometrik özelliklerine göre CIE tarafından sınıflandırılması.....	25
Tablo 3.3. Işık kaynaklarının ömürleri ve kullanım alanlar.....	32
Tablo 3.4. Farklı Lamba Tiplerinin Karşılaştırılması.....	33
Tablo 3.5. Işık kaynaklarının düşük sıcaklıklarda ayırt edici özellikleri.....	33
Tablo 4.1. Farklı yol tipleri için aydınlatma sınıfları.....	37
Tablo 4.2. Değişik aydınlatma sınıfları için uygulanacak yol aydınlatması kriterleri.....	38
Tablo 4.3. Yaya alanlarındaki değişik yo tipleri için ortalama aydınlık düzeyi değerleri.....	40
Tablo 4.4. CIE Bölgelere Ayırma Sistemine göre çevresel bölgelerin açıklanması.....	44
Tablo 4.5. Detaylı sınıflandırma için CIE teklifleri.....	45
Tablo 4.6. Gök parlaklığını sınırlamak tesis anında üst yarı uzaya giden ışık akısı tavsiyeler.....	46
Tablo 4.7. İtalya ve İspanya için ULORinst değerleri.....	47
Tablo 4.8. Yol aydınlatması için lamba tipleri.....	49
Tablo 4.9. Farklı bölgeler için lamba tipi tavsiyeleri	50
Tablo 4.10 Farklı bölgeler için Birim Alan Başına Maksimum Kurulmuş Işık Akısı için tavsiye edilen değerler.....	52
Tablo 4.11 Bölge sınır hatları ve referans noktası arasındaki minimum mesafenin (km olarak) tavsiye edilen değerleri.....	53
Tablo 4.12 Bölge sınır hatları ve referans noktası arasındaki minimum mesafenin (km olarak) tavsiye edilen değerleri.....	54
Tablo 4.13 Rahatsız edici ışığın azaltılmasıyla ilgili teknik göstergeler ve önerilen değerler.....	58

	Sayfa No
Tablo 5.1. Aydınlatma ortamı tipleri.....	71
Tablo 5.2. CIE kılavuzundaki aydınlatma ortamı tipleri ile yönetmelikteki aydınlatma ortamlarını karşılaştırılması.....	72
Tablo 5.3. Aydınlatma ortamı tipleri ve sokak ışıklıkları standartları arasındaki ilişki.....	77
Tablo 5.4. Işıklandırma Gruplarının Tanımları (Detaylı Sınıflandırma).....	79
Tablo 5.5. Aydınlatılan Tesislerin Özeti.....	80
Tablo 5.6. Aydınlatma Kurulumu Kontrol Listesi.....	82
Tablo 5.7. Ayrıntılı ışıklandırma planı örneği (İşyeri tipi).....	83
Tablo 5.8. Aydınlatma ortamlarının genel özellikleri.....	84
Tablo 5.9. Aydınlatma bölgeleri (Türkiye için).....	86
Tablo 5.10 Aydınlatma bölgelerine göre ışık kaynaklarından üst yarı uzaya giden ışık akısı (ULOR)'un sınır değerleri (Türkiye için).....	87

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 3.1 : Civa buharlı lambalarda etkinlik	17
Şekil 3.2 : Civa buharlı lamba.....	17
Şekil 3.3 : U şeklinde bükülmüş bir sodyum lambası.....	19
Şekil 3.4 : Değişik armatür tasarımları.....	21
Şekil 3.5 : $\gamma_{\max}$ açısının belirlenmesi.....	23
Şekil 3.6 : γ_{90} açısının belirlenmesi.....	24
Şekil 3.7 : Projektörlerin yayılım açısının belirlenmesi.....	25
Şekil 3.8 : B- β koordinat sistemi	26
Şekil 3.9 : Bir projektörün iki düzlemdeki ışık şiddeti dağılım eğrileri.....	26
Şekil 3.10 : Bağlı izo-kandela diyagramına bir örnek	27
Şekil 6.1 : Sokak aydınlatması	88
Şekil 6.2 : Duvar önü aydınlatması.....	89
Şekil 6.3 : Pano aydınlatması	90
Şekil 6.4 : Türkiye'nin uzaydan gece görünüşü.....	90
Şekil 6.5 : ABD'nin uzaydan gece görünüşü	91
Şekil 6.6 : Avrupa Kıtasının uzaydan gece görünüşü.....	91
Şekil 6.7 : Işık kirliliğinin geceleri gökyüzüne etkisi.....	92
Şekil 6.8 : Otopark aydınlatması örneği.....	93
Şekil 6.9 : Reklam aydınlatması örneği.....	93
Şekil 6.10 : Reklam aydınlatması örneği	94
Şekil 6.11 : Bahçe aydınlatması örneği.....	95
Şekil 6.12 : Bina dış cephesi genel aydınlatması örneği.....	96
Şekil 6.13 : Geçit aydınlatması örneği.....	97

SEMBOL LİSTESİ

L	: Parlaklık
C	: Kontrast Farkı
a	: Doğal arka plan ile gökyüzü parlaklığı arasındaki oran
p	: a ile aynı
R	: Kaynağın gözlemciden uzaklığı
U'M	: Görülebilen yıldız için parıltı artış değeri
g	: Ortalama yansıtma faktörü
U₀	: Ortalama düzgünlük
U₁	: Boyuna Düzgünlük
TI	: Bağlı Eşik Artışı
R	: Lamba tipine bağlı renk faktörü
SLI	: Armatür özel kamaşma katsayısı
A	: Armatürün düşeyle 76° lik açı altında görünen ışık yayan yüzeyi
W	: Işık demetinin çapı
U₀R	: Armatürden üst yarı uzaya giden ışık akısı oran
M	: Aydınlatma sınıfı
E	: Aydınlatma bölgesi
β	: Projektör yayılma açısı
D	: Mesafe (m)

İŞIK KİRLİLİĞİ

ÖZET

Yetersiz bir aydınlatma emniyet ve konfor açısından büyük bir tehlike yarattığı gibi, yanlış yönlendirilmiş aşırı bir aydınlatmada kamaşma problemi nedeni ile görüş koşullarını tamamen bozabilir. Ayrıca dış aydınlatma tesisatlarında üst yarı uzaya yönlendirilmiş yanlış aydınlatmalar ve yüzey kaplamalarından yansıyan ışıklar atmosferdeki molekül ve tozlar tarafından saçılarak gökyüzünün doğal fon parlaklığını bozmakta, astronomik gözlemleri engelleyici büyük bir tehlike oluşturmaktadır. Işık kirliliği diye adlandırdığımız bu yanlış uygulamalar özellikle gelişmiş ülkelerde astronomi gözlemevlerini tehdit edecek, hatta kapatılmalarına neden olacak düzeye ulaşmıştır. Günümüzde birçok ülke ışık kirliliğini sınırlandırmak için yasal düzenlemeler yapma yoluna gitmektedir. İyi ve kaliteli bir aydınlatma tesisatından, aydınlatılması amaçlanan alanlara gereksinim duyulan miktarlarda ışık göndermesi beklenilir. Kullanılmayan alanların aydınlatılması yada kullanılan alanların gereğinden fazla aydınlatması, ışık kirliliği oluşturacağı gibi büyük enerji savurganlığına da yol açacağı kesindir.

Bu tezde ışık kirliliğinin tanımı yapıp, nedenleri araştırılmıştır. Dış aydınlatma ekipmanları incelenmiştir. Işık kirliliğine karşı alınabilecek önlemler ortaya konmuş ve diğer ülkelerde bu probleme karşı yapılan çalışmalar ve tavsiyeler incelenmiştir. Japonya ve Türkiye’de siyasi otorite tarafından hazırlanmış Işık Kirliliği Yönetmelikleri özetlenmiştir. Ayrıca ışık kirliliği ve dış aydınlatma konusunda toplumun bilgi seviyesi ve duyarlılığını öğrenmek için bir adet anket çalışması yapıp sonuçları yorumlanmıştır. Bu tez çalışması çerçevesin de çeşitli bölgeler de ki dış aydınlatma uygulamalarının fotoğrafları çekilmiştir. Çekilen bu fotoğrafların bir kısmı da çalışmanın içerisinde. Bu fotoğraflar, ışık kirliliği açısından yorumlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Işık kirliliği, Dış aydınlatma, Astronomik Gözlemevi, Işık kaynakları ve armatürler.

LIGHT POLLUTION

SUMMARY

An insufficient lighting threatens safety and comfort as well as an excessive amount lighting which is on wrong direction can have completely disruptive effects on view conditions due to glare problem. Furthermore, upward luminous flux and the light reflecting from surface coverings in outdoor lighting disrupt natural background brightness of the sky and interfere with astronomical observations by scattering with molecules and dust in the atmosphere. These wrong applications which are called light pollution have reached the degree that threatens especially astronomical observatories in developed countries and even causes their shut down. Most of the countries now make lawful regulations to restrict light pollution. It is expected from a good and quality lighting installation to provide enough amount of light to the areas aimed to illuminate. Illuminating of the areas which are not utilized or excessive illumination of utilized areas constitutes light pollution and also causes significant waste of energy.

In this thesis, light pollution is defined and its reasons are researched. Outdoor lighting equipments are examined. Countermeasures of light pollution are disclosed and the studies and suggestions about this problem in the other countries are examined. Guidelines for Light Pollution which are prepared in Japan and Turkey by political authority are summarized. In addition, a questionnaire is made in order to learn the awareness level of society related to light pollution and outdoor lighting and its results are interpreted. In the purposes of this thesis, various applications of outdoor lighting are photographed. Some of these photographs are included in this study. These photographs are interpreted from the viewpoint of light pollution.

Key Words: Light pollution, Outdoor lighting, Astronomical observatory, Light sources and armatures.

1.GİRİŞ

Aydınlatma gecelerden istediğimiz gibi faydalanmamız için vazgeçilmez bir faktördür. Aydınlatmayı iki ana başlık altında toplayabiliriz. Bunlar, iç aydınlatma ve dış aydınlatmadır. Aydınlatma uygulamalarında hatalar yapılmaktadır. Dış aydınlatmada yapılan uygulama hataları *ışık kirliliği* kavramını oluşturur. Anlaşılacağı üzere enerji sarfiyatımızın önemli bir bölümünü oluşturan dış aydınlatma üzerinde durulması gereken önemli bir konudur. Işık kirliliği boşa giden enerji, görüş bozukluğu, yıldızlardan yoksun bir gece ve dolayısıyla astronomik gözlemelerinin sağlıklı çalışmaması demektir. 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. Tüm dünya ülkeleri gibi ülkemiz için de önemli bir sorun olan ışık kirliliğinin önlenmesi, 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.

Bu çalışmanın yapılmasının nedeni, dış aydınlatmadaki yapılan hataların bir sonucu olan ışık kirliliği kavramına dikkat çekmek ve hataların giderilebilmesi için önerilerde bulunmaktır. Son zamanlarda bu konuyla ilgili çalışmalar yapılmış olmakla birlikte detaylı bir çalışma(özellikle ülkemizde) mevcut değildir. Bu çalışmada ışık kirliliğinin tanımı ve nedenleri, dış aydınlatma teçhizatı, ışık kirliliğini önlemek için neler yapılabileceği ile Türkiye’den ve Dünya’dan ışık kirliliği ile ilgili örnekler incelenecektir. Ayrıca toplumun değişik kesimlerinin bu konuyla ilgili bilgi ve duyarlılık seviyelerinin saptanması amacıyla yapılan anket çalışmasının sonuçları verilip sonuçları tartışılacaktır. Çeşitli ülkelerde hazırlanan konuyla ilgili yönetmelikler incelenerek Japonya ve Türkiye’de hazırlanan yönetmeliklerin özeti çalışmaya dahil edilecektir.

İyi ve kaliteli bir aydınlatma tesisatından, aydınlatılması amaçlanan alanlara gereksinim duyulan miktarlarda ışık göndermesi beklenilir. Kullanılmayan alanların aydınlatılmasının yada 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.

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 en önemli faktörlerdir.

Aydınlatma etkin olmalıdır. Yani sadece istenilen yeri, istenilen miktarda, istenilen zamanda ve ekonomik olarak aydınlatmalıdır. Bu şartları bünyesinde bulunduran bir aydınlatma teçhizatı etkin yani verimlidir. Dış aydınlatma rahatsız edici olmamalıdır. Bunun önüne geçilemiyorsa rahatsızlık minimum seviyede olmalıdır. Bu uygulamaları sağlamak için gerekli yönetmelikler oluşturulmalıdır.

2. IŞIK KİRLİLİĞİ

2.1. Işık Kirliliği Tanımı

Üst yarı uzaya yönlendirilmiş yanlış aydınlatmalar ve yüzey kaplamalarından yansıyan ışıklar atmosferdeki molekül ve tozlar tarafından saçılarak gökyüzünün doğal fon parlaklığını bozmakta, astronomik gözlemleri engelleyici büyük bir tehlike oluşturmaktadır. *Işık kirliliği, yanlış yerde, yanlış miktarda, yanlış yönde ve yanlış zamanda ışık kullanılmasıdır.* Kent içindeki ışık kirliliğinin esas kaynakları yol, cadde ve sokak, park ve bahçe, 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 endirekt 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 akısı büyük enerji sarfiyatına neden olmakta, bazen enerji tüketimi fazla olmasına rağmen kullanılan alanlarda gereken düzeylerde aydınlatma yaratılamamaktadır. Işık kirliliği geceleri gökyüzünde bir parlaklık oluşturur. Işık kirliliği olmasa bile göğün kendine ait bir doğal parlaklığı vardır. Işık kirliliği bu doğal parlaklığı artırarak gökyüzünün gözlenmesine olumsuz etki yapar.

2.1.1. Doğal arka plan parlaklığı

Gök parlaklığı, astronomik objelerin gözlemlenmesine engel olacak şekilde kendini bir arka plan aydınlatması olarak gösterir. Parlaklık, yönsel olmayan ışığın uzaydaki ve atmosferdeki parçacıklar tarafından saçılmasıyla oluşur. Işığın bir kısmı doğaldır, bir kısmı da insani kaynaklardan gelir. Doğal arka plan parlaklığı, doğal parçacıklar tarafından doğal ışığın saçılmasıyla oluşan ışıma (aydınlatma) olarak tanımlanmıştır. Gözlemevleri için, doğal arka plan parlaklığı gözlemler için mutlak sınırdır. Doğal arka plan parlaklığını aşağıdaki etmenler oluşturur;

a. yıldızlardan yayılan ışık;

- b. yıldızlararası toz (galaksinin bir kısmını oluşturan);
- c. güneş sistemindeki toz (güneş sisteminin bir kısmını oluşturan);
- d. hava molekülleri;
- e. atmosferdeki toz;
- f. atmosferdeki su buharı.

Dünya atmosferinin dışından gelen a, b ve c katkılarına ek olarak, d, e ve f katkıları atmosfer içinden gelir. Açıkça, gözlemevi üzerindeki hava katmanını daha inceldiğinde ve hava daha temiz olduğunda bunların etkileri ortadan kalkar. Bu, çoğu gözlemevinin çöl alanları üzerindeki yüksek dağların tepelerine yapılmasının ana nedenidir.

Uluslararası Astronomi Birliği (IAU), insan yapımı yapay gök parlaklığının doğal arka plan parlaklığının %10'nundan fazla olmamasını hedefleri olarak ifade etmiştir.[2] Ancak, bu hedefin yakalanması çoğu aydınlatma tasarımlarında mümkün olmamaktadır.

2.1.2 Gökyüzü parlaklığı formülü

Gökyüzü parlaklığının etkisini anlamak için ikisi de görsel olan ve ışık yayan nesnelerin gözlenmesinde kullanılan fotoğrafik ve elektronik yöntemleri anlamak gerekir.

Yapılan bir incelemede, objenin parıltısı L_0 ve arka yüzeyin parlaklığı da L_b ile tanımlandığında, C kontrast farkı aşağıdaki formül ile hesaplanır

$$C = \frac{L_0 - L_b}{L_b} \quad (2.1)$$

Tüm kaçak ışıklar gözlem alanı üzerine ince bir tül gibi örtülür. Bu örtü tabakası L_v olarak tanımlanan bir parlaklığı vardır. Bu parlaklık örtüsü gözlem alanının parlaklığına eklenmelidir. Bu durumda (2.1) nolu formül aşağıdaki şekilde düzenlenir.

$$C' = \frac{(L_0 + L_v) - (L_b + L_v)}{L_b + L_v} = \frac{L_0 - L_b}{L_b + L_v} \quad (2.2)$$

Pay sabit kalırken payda büyümektedir.

$$C' < C \quad (2.3)$$

Eğer gözlemlenen obje yıldız ise, gözlemlenen parlaklık, yıldız yüzeyindeki parlaklığa eşittir ve L_v değeri daha yüksektir. Gözlemlenen yıldız geometrik uzaklığı nedeni ile her ne kadar nokta halinde görünse de gözlem yapılan aletlerde bu şekilde algılanmaz.

Kırınım limitlerinden oldukça uzakta olmasına rağmen, çıplak gözle görülebilir en küçük objenin yarıçapı yaklaşık olarak yayın dakikalarına eşittir. Bu da çıplak gözle bakıldığında L_0 'ın çok da yüksek olmadığı anlamına gelir. Sınırlı büyüklük, büyüklükler arasındaki fark olarak şöyle açıklanır.

$$m = 2,5 \log(I_1/I_2) \quad (2.4)$$

I_1 ve I_2 karşılaştırılan iki yıldızın parlaklık şiddetidir. Gökyüzü parıltısı ise, olumlu koşullardaki en küçük değeri L_{01} ve parlaklığın maksimum olduğu durumda L_{02} olarak kabul edilir.

Arka planda oluşan parıltılar da L_b ve L_v olarak adlandırılır.

(2.1) ve (2.2) denklemlerinde $C = C'$ ve $L_v = a \times L_b$ ifadeleri kullanılarak, gözlemdeki kontrast farkı,:

$$C = C' = \frac{L_{01} - L_b}{L_b} = \frac{L_{02} - L_b}{L_b + aL_b} \quad (2.5)$$

L_b ; L_{01} ve L_{02} 'ye oranla çok küçük kaldığı için paydan kaldırılabilir. Böylece (2.5) nolu denklem aşağıdaki duruma dönüşür;

$$(a+1) = \frac{1}{(L_{01} / L_{02})} \quad (2.6)$$

a: Işık kirliliği etkisiyle oluşan gökyüzü parlaklık değerinin, doğal gökyüzü parlaklık değerine bölünmesiyle bulunan orandır.

Eğer L_{01} ve L_{02} değerlerini (2.4) nolu denklemdeki I_1 ve I_2 değerlerinin yerine koyarsak elde edeceğimiz eşitlik;

$$m = -2,5 \log (a+1) \quad (2.7)$$

olacaktır. m değeri eşiğin arttığı veya parlaklığın perdelenerek büyüklüğün sınırlandığı noktadır. Bu formüle “*gökyüzü parlaklığı formülü*” adı verilir.

Işık kirliliğinin tanımını yaptıktan ve gök parlaklığının formülünü verdikten sonra bu olumsuzlukların nedenlerini inceleyelim.

2.1.3. Yapay gökyüzü parlaklığının kaynakları

Gök parlaklığı yukarı doğru giden daha sonra Dünya yüzeyine geri saçılan ışığın sonucudur. Kaçak ışığın bir kısmı direkt olarak yukarı doğru gider. Genellikle, bu hatalı tasarlanmış yada yanlış ayarlanmış dış aydınlatmalardan kaynaklanır. Bazen de ışık istenerek yukarı doğru verilir (genelde dekoratif amaçla). Kaçak ışığa diğer bir büyük katkı da aydınlatılan nesnelerin yüzeyinden yansıyan ışıktır. Bu yansıma da ışık kirliliğini artırır. Yol yüzeyleri, çim ve binalar gelen ışığın eşit bir miktarını yansır ve yansıtılmış ışık genellikle yukarı doğru gider. Burada dikkat edilmesi gereken konu, cismin görülebilmesi için yüzeyinden yansıyan ışığın gözlemcinin gözüne ulaşması gerçeğidir. Bu durum oluştuğunda görme işlemi gerçekleşir. Bu yüzden yansıyan ışığın sadece gözlem doğrultusuna gelecek şekilde tesisatların oluşturulmasına özen gösterilmelidir. Bazı durumlarda, sinyalleme gibi, ışık kaynağının kendisi, görülmek istenen cisimdir. Ancak görme olayı yüzeyden yansıyan ışığa ihtiyaç olduğu da unutulmamalıdır. Yansımayı azaltıcı renkler de kullanılabilir, fakat aşırıya gidilmemelidir. Örneğin, yansıyan ışıkları önlemek amacı ile tüm yüzeyleri siyah yapmak, kabul edilebilir bir uygulama değildir. Çünkü bu

şekilde yapılan aydınlatma ne kadar güçlü olursa olsun cisimler görülemeyecektir. Aydınlatmanın nedeni cisimleri net biçimde görebilmektir.

Astronomik gözlemleri engelleyen, ışık kirliliğine neden olan kaçak ışığın ana kaynakları aşağıdaki gibi sıralanabilir;

-endüstriyel sahaların, havaalanlarının ve bina sahalarının aydınlatması,

- yol ve cadde aydınlatması,

-binaların, diskoların ve müzelerin dış cephelerinin aydınlatılması,

-panoların aydınlatılması,

-seraların aydınlatılması,

-spor tesislerinin aydınlatılması,

-satış alanlarının, park alanlarının, çiftliklerin, demiryolları sahalarının alan aydınlatması.

Bu aydınlatmaların neden olduğu ışık kirliliği miktarlarını net olarak belirlemek zordur. Bulunduğu konuma göre farklılıklar gösteren bu uygulamalardaki sınırlandırmalar ulusal yönetmeliklerle belirlenmelidir.

Yapay gök parlaklığının kaynaklarının tamamı ekonomik bir kayba neden olur. Crawford, sadece ABD'de yıllık bir milyar dolar kaybı bir dizi 'parmak kuralının tabanında hesaplamıştır [2]. Isobe'de benzer bir çalışma yapmış ancak daha sonra belirli yerleşim bölgeleri için daha detaylı veriler vermiştir [3]

2.1.4 Gökyüzü parlaklığının değerlendirilmesi; Walker Kanunu

Işık kirliliği, astronomik gözlemler için önemli bir tehdit oluşturmasından dolayı astronomların bu konuyla ilgili çalışmaları olmuştur. Bütün bu çalışmaların temeli Walker'ın (1973) çalışmasına dayanmaktadır. Genellikle, astronomik gözlemlere müdahale eden ışık, büyük şehir, endüstriyel yada zirai konsantrasyonların sahalarında kendini gök parlaklığının bir formu olarak gösterir.

Gök parlaklığı Walker tarafından aşağıdaki şekilde formüle edilmiştir. Buna Walker Kanunu adı verilmiştir.

$$\text{Log}p = -4.7 - 2.5\log R + \log F \quad (2.8)$$

p: 45° 'lik gözlem açısında kaynak yönünde ölçülmüş gök parlaklığı ve doğal arka plan parlaklığı arasındaki oran.

R: kaynağın gözlemciden uzaklığı (km).

F: Kamaşma kaynağının toplam ışık akısı (lm)[1].

Bu kanunun bazı alternatif şekillerinde, ışık akısı değeri şehirlerde kişi başına düşen ışık çıkışı değeri ile yer değiştirmiştir. Garstang kişi başına düşen 1000 lümen değerini kullanır[4]. Arka plan parlaklığı genellikle $2 \cdot 10^{-4}$ cd/m² olarak alınır. Bu kanun, ABD'nin Güney-Batısındaki şehirler için kurgulanmıştır. Diğer yerleşimler için de uygulanabilir gözükmemektedir.

45°'lik gözlem açısının en uygun açı olup olmadığı ile ilgili bazı şüpheler olduğu belirtilmelidir. Çoğu gözlemde açı 30° hatta 15°'ye kadar inebilmektedir. Ancak diğer ele almalarda vardır. Genellikle, ciddi astronomik gözlemlerin ufka yakın yerlerde çok nadir yapılması gerekir. Bu yüzden CIE (Uluslar arası Aydınlatma Komisyonu), 150°nin altındaki gök parlaklığını öncül olarak estetik bir problem olarak ele almakta, 150°nin üzerindeki gök parlaklığının ise astronomik gözlemler için muhtemel bir tehdit olduğunu ifade etmektedir.

Walker (1991) bir şehirden yayılan toplam ışık akısının kentin nüfusu ile direkt orantılı olduğunu belirtmiş ve kişi başına düşen ışık akısını 1000 lümen olarak ifade etmiştir. Daha geniş kullanım amaçlı modeli genişletmek için, özellikle daha çok kişi başına düşen, ışık akısının tahmini gerekmektedir. Finch et al. (1980) kişi başına 500 ile 1000 lümen arasında bir değer belirtmiş, ancak dünya çapındaki örneği yaklaşık 850 lümen olmasına rağmen, Schreuder (1987) kişi başına 50 lümen kadar az o değerlerin de bulunabileceği sonucuna varmıştır. Fellin et al (2000) kişi başına İtalya'nın kuzeyindeki Treviso şehri için 400 ve Turin için 920 lümen göstermiştir. Treviso şehrinin yaklaşık nüfusu 80.000 iken, Turin şehrinin nüfusu 1 Milyonu

aşmaktadır. Bu değerler de şehir boyutunun kişi başına düşen lümenin tahmini için önemli olduğunu göstermiştir.

Işık kirliliğinin değerlendirilmesi için uydulardan çıkan veriler kullanılmaya başlanılmıştır. Bu durumun avantajları ve dezavantajları vardır. En büyük avantajı, uyduların diğer amaçlar için zaten yerleştirilmiş olmasıdır. Bu nedenle ek bir maliyet söz konusu değildir. Dezavantajları ise, gözlemlerin sadece açık bir havada yapılabilir olması ve elde edilen verilerin değerlendirilmesinin uzun hesaplamalar gerektirmesidir.

$$U'M = -2.5 \log(1 + R_n / [g(1 - R_n)]) \quad (2.9)$$

U'M: Görülebilen yıldızlar için parıltı artış değeri.

R_n: Şehrin üst yarı uzaya yaydığı toplam ışık akısı (lm).

g: Şehrin ortalama yansıtma faktörü.

Bu formül kullanılarak yıldızların görünen parlaklıkları ile gerçekte olan parlaklıkları karşılaştırılabilir. Böylece ışık kirliliğinin yıldızların parlaklıkları üzerinde ki etkisi hesaplanmış olur.

Bu ilişkiyi kullanırken, farklı alternatif aydınlatma teçhizatlarının etkisi değerlendirilebilir.

2.2 Işık Kirliliğinin Etkileri

Işık kirliliğinin etkilerini şu şekilde gruplayabiliriz

1- Bitkiler ve hayvanlar üzerindeki etkileri

- Vahşi hayvanlar ve bitkiler

- (i) böcekler,
- (ii) memeliler, amfibiler, sürüngenler,
- (iii) kuşlar,
- (iv) balıklar,
- (v) bitkiler,
- (vi) ekosistem

- Tahıllar ve çiftlik hayvanları

(i) tahıllar

(ii) çiftlik hayvanları

2. İnsan aktiviteleri üzerindeki etkileri

- Astronomik gözlemler üzerindeki etkileri

- Çevre sakinleri üzerindeki etkileri

- Yayalar üzerindeki etkileri

- Ulaşım sistemleri üzerindeki etkileri

(i) Otomobiller,

(ii) Gemiler ve uçaklar

3.Maliyet etkisi

2.2.1 Bitkiler ve hayvanlar üzerindeki etkileri

2.2.1.1 Vahşi hayvanlar ve bitkiler

(i) Böcekler

Bazı böcekler, örneğin güveler, fototaktiktir (ışığa duyarlı). Bunun yanında, ateşböceği gibi bazı böcekler ise ışığı sevmezler ve ışıktan kaçınırlar. Her iki böcek türü için, dış aydınlatmanın etkisi önemlidir.

Bir aydınlatma tesisinin civarında pirinç tarlaları, dağlar, ormanlar, nehirler ve göller varsa, uçan böceklerin sayısında, mevsime bağlı olarak, bir artma olasılığı vardır ve ışığın etkisiyle bazı türlerin ortadan kaybolması ekolojik dengeye zarar verir. Bu gibi durumlarda şu tedbirler alınmalıdır;

(a) Böceklerin daha az ilgisini çekecek dalga boyuna sahip bir ışık kaynağı kullanılmalıdır.

(b) Böceklerin yaşadığı çevre doğrultusunda ışık yaymayan aydınlatma tesisi kullanılmalıdır.

(ii) Memeliler, amfibiler ve sürüngenler;

Rakun gibi geceleri ortaya çıkan memeliler için gece aydınlatmasının çevresel etkileri çok önemlidir. Işık kirliliği bu hayvanları rahatsız eder. Birçok memeli türü, amfibiler ve sürüngenler, gece boyunca ışığa toplanan böcekler ile beslenirler. Bu sebepten ötürü, bunların habitatlarına özel önem gösterilmelidir.

(iii) Kuşlar;

Kuş habitatları dağılımının, halen doğal ortama sahip alanların kentleşmesi ile birlikte değiştiği bilinmektedir. Özellikle, gece aydınlatmasının, ormanlarda yaşayan baykuş gibi avcı kuşları ve diğer türleri etkilemesinden korkulmaktadır. Ancak, gece aydınlatmanın kuşlar üzerindeki nicel etkileri ile ilgili birçok çözülmemiş sorun vardır ve bu yüzden gelecek araştırmaların yapılması beklenmektedir.

(iv) Balıklar;

Işık, bazı balık türlerine çekici gelmekle birlikte, bir kısmı için iticidir. Dahası, farklı türler ışıklığa veya ışık tipine bağlı olarak değişik tepkiler vermektedir. Aydınlatmanın balıklar üzerindeki etkisi ve uygun ışık kaynağı seviyeleri halen daha bilinmediğinden ötürü, gelecek araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

(v) Bitkiler;

Gece aydınlatmasının, bitki fizyolojisi ve ekosistemleri üzerinde bir etkisinin olması mümkündür. Aydınlatmanın, fotosentez fizyolojisi, büyüme, biyolojik mevsimler, kısa gün bitkileri ve uzun gün bitkilerindeki tomurcuk formasyonları, polen böcekleri vs. üzerindeki etkileri ile ilgili raporlar mevcuttur. Yapay aydınlatmanın, kentsel bölgelerdeki farklı türdeki yol kenarı bitkileri üzerinde farklı etkileri olduğu onaylanmış bir gerçektir. Örneğin, zalkova ve ginkgo ışıktan etkilenmezken, liriodendron (lale fidanı) ve Çin parasolu ışıktan etkilenmektedir.

Bu nedenle, dış aydınlatma teçhizatları uygun olarak yerleştirilmelidir. Işığın dalga boyu seçilirken, mevsim ve aydınlatma zamanı gibi bitki türlerine göre değişen çeşitli faktörler yeterince dikkate alınmalıdır.

(vi) Ekosistemler;

Gece aydınlatmasının, vahşi bitkileri ve hayvanları da içeren tüm ekosistemler üzerindeki etkileri ile ilgili birçok nokta yeterince aydınlatılamadığı için, bu konuyla ilgili gelecek araştırmaların yapılması beklenmektedir.

2.2.1.2 Tahıllar ve çiftlik hayvanları üzerindeki etki

(i) Tahıllar

Yapay aydınlatmanın, pirinç ve ıspanak gibi tarımsal ürünler üzerindeki etkileri çok iyi olarak bilinmektedir. Pirinç bir kısa gün bitkisidir ve pirinç başak formasyonu gece aydınlatması ile gecikir. Bu etkinin, başak formasyonundan önceki 20-40 günde en güçlü olduğuna inanılmaktadır ve bu yüzden aydınlatma tesisinin çeltik tarlası civarındaki yollara döşenmesi sırasında çok dikkat edilmelidir.

(ii) Çiftlik hayvanları

Uygun olmayan dış aydınlatmasının çiftlik hayvanları üzerindeki etkileri çok çeşitli olabilir; fizyolojik ve metabolik fonksiyonların bozulması, üretim kapasitesinde bir düşme, hayvanların anormal davranması vb.. Bu yüzden, çiftlik hayvanlarının yaşadığı çevrede bir aydınlatma yapılması durumunda, hayvanların tabiatı da hesaba katılmalıdır.

2.2.2 İnsan aktiviteleri üzerindeki etkileri

2.2.2.1 Astronomik gözlemler

Atmosferdeki nem ve toz partikülleri tarafından ışığın saçılması yüzünden gece gök parlaması meydana gelir. Bu yüzden, kentsel bölgelerdeki ışık astronomik gözlemler üzerinde negatif bir etkiye sahiptir. Bir gözlemevi civarındaki aydınlatmanın astronomik gözlemleri etkileyeceği bekleniyorsa, bunun oluşmasını etkileyecek ölçümler yapılmalıdır.

2.2.2.2 Bölge sakinleri üzerindeki etkisi

Yol ve cadde ışıkları gibi dış aydınlatmalarının (evlerin içine ışık yayan) özel yaşantı ve uyuyan sakinler üzerinde rahatsız edici bir etkisinin olmasından korkulmaktadır. CIE çevre sakinlerinin evlerinden giren ışık için maksimum bir miktar belirlemiştir. Pencere yüzeyi aydınlatmasının mümkün olduğunca azaltılması istenmektedir. Bunu sağlamak için, aydınlatma teçhizatlarının boyları ve yerleşimi üzerinde çalışmalar yapıldığı gibi, ışık yoğunluğu dağılımını kontrol etmek için teçhizatına siperler takılmalıdır.

2.2.2.3 Yayalar üzerindeki etkisi

Sokak lambaları ve diğer lambaların uygunsuz seçilmesi ve kurulması sadece yetersiz aydınlatmaya değil, aynı zamanda yayaların gözlerinin kamaşmasına neden olur. Aydınlatma uygun değilse, suç önleyici etkisini kaybetme olasılığı da söz konusudur. Bu yüzden, aydınlatma teçhizatının çevre koşullarına uygun olarak yerleştirilmesi önem arz etmektedir.

2.2.3 Ulaşım sistemleri üzerindeki etkileri

2.2.3.1 Otomobil kullanıcılarına etkisi

Yollara yakın konumdaki binaların ve diğer tesislerin aydınlatmalarının sürücülere etkilemesi ve trafik güvenliğini bozması mümkündür.

2.2.3.2 Gemiler ve uçaklar

Şehir ışıklarının ve liman tesis ışıklarının, marina ışıkları ve gemicilik işaretlerinin fark edilmesinde negatif bir etkisinin olması söz konusudur[12].

2.2.4 Işık Kirliliğinin Maliyeti

Işık kirliliğinin doğal arka plan parlaklığı ve dış aydınlatmalardan çıkan kaçak ışıklardan oluştuğunu daha önce belirtmiştik. Bu yüzden astronomik gözlemevlerinin kurulması için düşük ve sabit doğal arka plan parlaklığının olduğu ve yerleşim alanların daha uzak yerler (çöller, dağlık alanlar gibi...) seçilmektedir.

Bu durum ışık kirliliği probleminin yükünü artırır. Çünkü bu tür gözlemevlerini kurmak ve işletmek çok pahalıdır. Işık kirliliği, gözlemevinin etkinliğinde bir azalmaya yol açar. Bu, gözlemevlerinin tam olarak kullanılmadığını gösterir; bu etkinlikten yoksunluk ya yatırımlarda yada teçhizatların işletiminde ek bir maliyet faktörünü belirtir. Oysa ki harcanan bu para aydınlatma teçhizatlarını geliştirmek için kullanılabilir.

Aşağıda büyük bir gözlemevinin işletimi üzerinde ışık kirliliğinin etkilerini de içeren masrafların tahmini değerleri verilmektedir. Bir astronomik gözlemevinin işletiminde, saat başına maliyetler genel terimlerle kesin olarak tanımlanamaz. Maliyetler büyüklük sırasına göre aşağıdaki gibi kabul edilebilir.

- "donanım" maliyetleri: 250 milyon dolar

- "ekonomik" ömür: 20 yıl

- faiz: %5

- yıllık ödenekler: %8

- yıllık teçhizat kullanım süresi: 1500 saat

- saat başı işletim maliyeti: 15.000 dolar

Teçhizat yıl başına bir saat ekstra kullanılırsa, 15.000 dolarlık bir artı yatırım maliyet olacaktır. Bunun dışında, personel maliyetleri de ele alınmalıdır. Büyük bir uluslararası gözlemevinde yaklaşık 100 kişi çalışabilmektedir. Bu, bir yılda yaklaşık 2.5 milyon dolarlık bir maliyet anlamına gelmektedir.

Işık kirliliği görülebilirliği azaltmaktadır. Bu durumun telafisi için, teleskopun poz zamanlarının yada boyutlarının artırması gerekir. Teleskopun boyutunun artırılması da çok pahalıdır. Bir teleskopun ışık kirliliğinden dolayı artan maliyetini şöyle özetlenebilir. Maliyetler lenslerin yada ayna çapının üç katı olarak artar. Bu da, kubbenin hacmiyle orantılıdır. Bu yüzden, ışık kirliliği aynanın etkili çapını %5 azalttığı zaman (zayıf gök parlaklığı için bile mantıklı bir tahmin olarak görünür), ekonomik kayıplar %15'tir. Tahminen 100 milyon dolara mal olan büyük bir teleskopun, ışık kirliliği ile mücadele 15 milyonluk bir kazanç sağlayabilecektir. Dünyada bu boyuttaki teleskoplardan yaklaşık 30 adet olduğunu ayrıca 500 milyon dolar maliyetli 10 adet daha büyük boyutlu teleskopun olduğunu düşünürsek, 8000 milyon dolarlık toplam bir 'donanım' maliyeti hesaplanmaktadır. %15'lik tasarruf oranına göre bu ışık kirliliğinin önlenmesiyle 1200 milyon dolarlık bir kazanç elde edilebileceği sonucuna varılır. Başka bir deyişle ışık kirliliği söz konusu olduğunda, bu gözlemevlerinden tam kapasiteyle yararlanmak için 1200 milyon dolarlık bir ek yatırım gerekir[1]. Çeşitli bilim adamları tarafından bu gibi hesaplamalar yapılmış olup yaklaşık bu değerlere ulaşılmıştır. Yukarıda yaptığımız kaba hesapta ortaya çıkan kayıp, ışık kirliliğinin sadece gözlemevlerine getirdiği ek maliyettir. Bunun yanı sıra istenilen alanın dışındaki alanların ve göğün aydınlatılması boşa giden enerji demektir. Bunun topluma yüklediği ek maliyet diğerinden daha da fazladır. Deyim yerinde ise, paramız havaya gitmektedir.

Ayrıca günümüzde enerji kaynaklarımız hızla tükenmektedir. Gelecek nesillerin hayatlarını sağlıklı bir biçimde devam edebilmeleri için enerji kaynaklarının dikkatli kullanılması gerekmektedir.

Işık kirliliği nedeniyle boşa harcadığımız enerjinin maliyet etkisi dışında, bu enerjinin oluşturulması esnasında çevreye verilen zararda göz önünde bulundurulmalıdır.



3.DIŞ AYDINLATMA IŞIK KAYNAKLARI (LAMBALARI) VE ARMATÜRLERİ

Aydınlatma tesisatının temel elemanı ışık kaynağıdır (lambalar, projektörler..). Işık kaynağı olmayan bir aydınlatmadan bahsedilemez. Fakat ışık kaynağı da tek başına aydınlatma için yeterli değildir. En azından sağlıklı bir aydınlatma için yeterli değildir. Aydınlatma tesisatının ikinci önemli elemanı ise armatürlerdir. Bu bölümde kısaca bu iki olguya değineceğiz.

3.1. Işık Kaynakları (Lambalar)

Dış aydınlatmada kullanılabilecek ışık kaynaklarının (lambaların) teknik özellikleri ve kullanım alanları aşağıda açıklanmıştır. Teknolojik gelişmeler sonucunda oluşacak üstünlükler zaman içinde değerlendirilip dikkate alınmalıdır.

3.1.1 Akkor telli (Enkandesen) lambalar

Bir akkor telli lamba, üç kısımdan oluşur:

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

Işık yayan telden elektrik akımı geçince tel ısınır, akkor haline gelir ve ışık yayar. Akkor telli lambalar, 15, 25, 40, 60, 75, 100, 150, 200, 300, 500, 1000 1500 W gibi standart güç değerlerinde bulunurlar[10]

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[10].

3.1.2 Kompakt flüoresan lambalar

Akkor telli lambaların alternatifi olarak üretilen bu ışık kaynaklarının (lambaların) etkinlik faktörleri ($\sim 60 \text{ lm/W}$) 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[10].

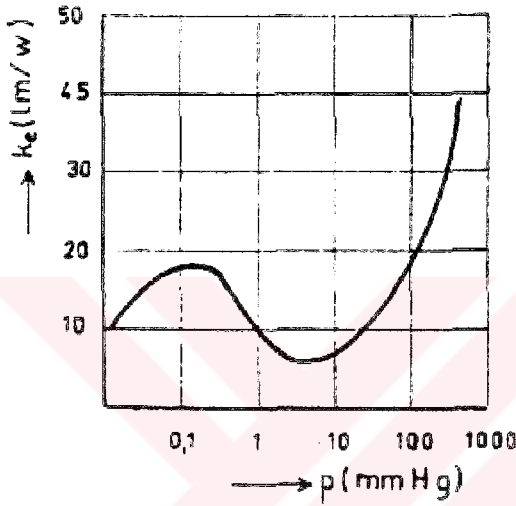
3.1.3 Tüp flüoresan lambalar

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[10].

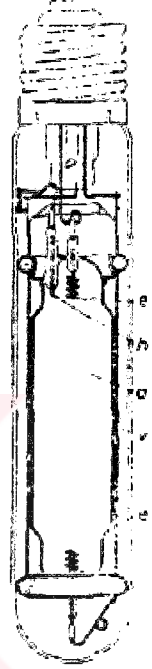
3.1.4 Yüksek basınçlı civa buharlı lambalar

Bu lambalarda kullanılan civa buharının rezonans çizgisi, mor ötesi ışınlama bölgesinde, yani $253,7 \text{ nm}$ 'lik dalga uzunluğundadır. Yalnız civa buharının basıncı yükseldikçe, kısa dalgalı ışınlar buhar tarafından yutulur, buharın sıcaklığı yükselir ve civa buharı uzun dalga boylu termik yoldan ışık yaymaya başlar. Dolayısıyla lambanın parıltısı ve etkinlik faktörü büyür(Şekil 3.1). Akımın değeri, lamba büyüklüğüne göre $1 \text{ ila } 8 \text{ A}$ arasındadır. Parıltısı $200 \text{ ila } 600 \text{ sb}$, etkinlik faktörü $40 \text{ ila } 50 \text{ lm/W}$ civarında olan beyaz ışıklı bu lambalar sadece park, bahçe aydınlatması için kullanılacaktır. Lambalar üst yarı uzaya hiç ışık göndermeyecek şekilde tasarlanmış ekranlı armatürler içine yerleştirilecektir. Yüksek basınçlı civa buharlı lambaların

ömrü aşağı yukarı 6000 ile 9000 saat arasındadır. Gerilim dalgalanmaları ömüre, akkor telli lambalara göre daha az etkir. Işığın tayfı, mor ötesi ışıklardan başka sarı (577 ve 577,9 nm) ve yeşil renklere (546,1 nm) kuvvetli çizgiler, mavi (535,8 nm) ve menekşe renginde (440,7nm) daha zayıf çizgiler içerir. Şekil 3.2’de Yüksek basınçlı civa buharlı lambanın yapısı verilmiştir[9].



Şekil 3.1 Civa buharlı lambalarda etkinlik faktörünün basınca göre değişimi[9].



Şekil 3.2 Civa buharlı lamba[9],
a: Deşarj tüpü, e: Elektrotlar,
h: Yardımcı elektrot, v: Vakum tüpü.

3.1.5 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[10].

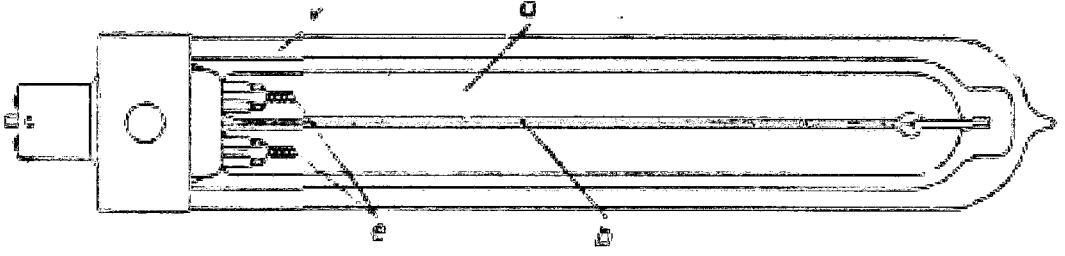
3.1.6 Yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalar

Yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalar sodyum ve ateşlemeyi sağlamak için civa ve asal gaz içerirler. Boşalma arkından, deşarj tüpü cidarına olacak ısı kondüksiyonunu sağlamak için de xenon konulmuştur. Çalışma sıcaklığı 700°C dir; deşarj tüpü bu sıcaklıktaki sodyum buharının kimyasal aktivitesine dayanabilmesi için sinterlenmiş alüminyum oksitten imal edilmiştir. Deşarj tüpü havası boşaltılmış tüp veya armut biçimindeki bir sert cam balon içine konulmuştur.

Yüksek basınçlı sodyum buharlı lambaların radyasyonu oldukça geniş bir bölüme yayılır, dolayısı ile renk seçimi bakımından alçak basınçlı sodyum buharlı lambalardan üstündür. Bu lambalarda da balast ve ateşleyici (ignitron) kullanılır. Bu lambalar en uzun ömürlü ışık kaynakları (lambalar) olup, şeffaf cam tüplü olanlarının etkinlik faktörleri 130 lm/W civarındadır[9]. 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 civa buharlı lambalı tesislerde enerji tasarrufu elde edebilmek amacıyla kullanılmış olan yüksek basınçlı sodyum buharlı lambaların ateşleyicisiz tipi yeni tesislerde kesinlikle kullanılmamalıdır[10].

3.1.7 Alçak basınçlı sodyum buharlı lambalar

Renk ayırımının önemli olmadığı tüm tesislerde kullanılabilecek en yüksek etkinlik faktörlü ışık kaynağıdır(Şekil 3.3). 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 basınçlı sodyum buharlı lambalar kullanılmalıdır.



Şekil 3.3 U şeklinde bükülmüş bir sodyum lambası, a: U şeklinde bükülmüş deşarj tüpü, b: Tutuşturma teli, e: Elektrotlar, v: Vakum tüpü[9].

Sodyum lambaları 1800 ila 33 000 lm'lik üniteler şeklinde imal edilirler. Etkinlik faktörleri kayıplar hariç 130 ila 180 lm/W, parıltıları 10 sb civarındadır. Işık dağılım eğrisi, tüp eksenine göre simetrik olup, yaklaşık olarak ışıklı silindirin ışık dağılım eğrisine benzer. Lambanın ömrü aşağı yukarı 12000 saattir[9].

3.2. Aydınlatma Armatürleri

3.2.1. Armatürler hakkında genel bilgi

Genel olarak ışık kaynakları yalnız başlarına iyi bir aydınlatmanın gereklerini yerine getiremezler. Bu nedenle, ışık kaynaklarının uygun aydınlatma armatürleri ile birlikte kullanılmaları zorunludur. Bir aydınlatma armatüründe olması gereken özellikler şöyle sıralanabilir;

- Çıplak lambanın ışık dağılım eğrisine kumanda etmek ve ona istenilen ışık dağılım eğrisi şeklini vermek,
- içindeki lamba veya lambaların elektriksel bağlantılarını sağlamak,
- içindeki ortam sıcaklığını, ışık kaynağının kararlı çalışması için gerekli olan düzeyde tutmak,
- Kamaşmayı önlemek,
- Olması mümkün her türlü değişik ortam koşulunda (aşındırıcı, nemli, patlayıcı ortamlar gibi) lamba ve aksamını korumak,
- Kolay tesis edilebilir ve bakım yapılabilir olmak,
- Estetik hislere ve konfor gereksinmesine yanıt vermek,
- Ekonomik olmak.

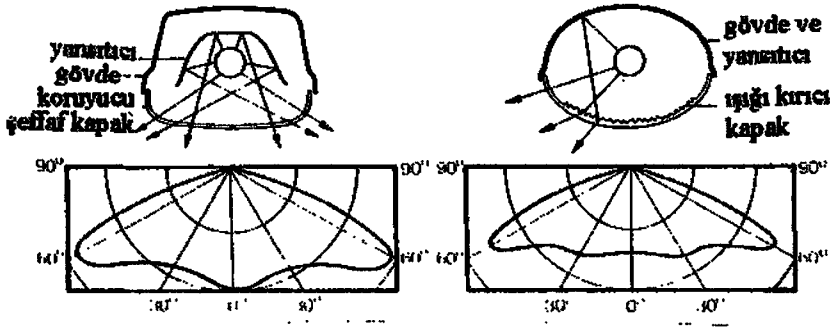
Değişik aydınlatma tesisatları için farklı tiplerde armatürler gerektiğinden, piyasada binlerce çeşit aydınlatma armatürü mevcuttur. Armatürler en genel olarak iç ve dış aydınlatma armatürleri olmak üzere ikiye ayrılırlar. Bunların kendi içlerinde çok değişik tipleri mevcuttur. Sabit doğrultulu ve yönlendirilebilen armatürler, tavana gömme, askısız veya askılı tipler, direk tipi ve askı tipi dış aydınlatma armatürleri, projektörler, spotlar bunlara sadece birer örnektirler. Değişik amaçlar için kullanılan armatürlerin istenilen işlevleri yerine getirebilmeleri için uygun şekilde tasarlanmaları gerekmektedir.

3.2.2. Armatür tasarımı

Bir armatürün en önemli bölümü yansıtıcısıdır. Çünkü armatürün esas görevi olan, ışık kaynağının ışık dağılım eğrisine kumanda edip ona istenilen şekli verme işlemi en genel olarak yansıtıcılarla gerçekleştirilebilmektedir. Farklı tip yansıtıcılarla çok dar açılıdan çok geniş açılıya kadar çok değişik ışık dağılımları elde edilebilmektedir.

Yansıtıcılar düzgün, parlak yüzeyler olabilir. Böyle bir yüzeyden yansıyan ışık aynasal yansıma karakterine sahiptir. Parlak ve düz yüzeylerde lambanın bir görüntüsü de oluşmaktadır. Böyle bir yansıtıcı ile birlikte şeffaf balonlu bir deşarj lambası kullanılması durumunda, lamba konumundaki küçük bir değişiklik, armatürün ışık dağılım eğrisinde önemli değişimlere neden olabilmektedir. Ayrıca bu tip yansıtıcılar deşarj tüpünün üzerine de ışık yansıtarak lambanın çalışma karakteristiklerini bozabilmekte ve ömürlerini de azaltabilmektedir. Bu durumların önüne geçmek için aynasal yansıtıcı yüzeylere yayıcı karakterler de kazandırılmalıdır.

Yayıcı yansıtıcı yüzeyler, aynasal yansıtıcı yüzeylerin değişik yollarla kaplanması, boyanması veya işlenmesi ile elde edilebilmektedir. Bazen oluklu veya küçük prizmatik yüzeylerden oluşan yansıtıcılar da kullanılmaktadır. Bu yaklaşımların herbiri ile değişik ışık dağılım eğrileri elde edilebilmektedir. Ayrıca aynı yansıtıcı malzemesi ve tasarımı ile elde edilen armatür verimi imalatçıdan imalatçıya da %10 ila %15 arasında farklılık gösterebilmektedir.



Şekil 3.4 Değişik armatür tasarımları[5].

Armatürlerin altları açık ya da şeffaf cam veya kırıcı ya da dağıtıcı bir yüzeyle kaplı olabilir. Şeffaf cam kapak ile optik kontrol yapılamaz, sadece lamba ve aksamı korunarak armatürün temiz kalması sağlanır. Cam kapağın armatürün verimini yaklaşık %10 azaltacağı söylenebilir.

Işık dağılım eğrisinin tam kontrolü kırıcı yüzeylerle elde edilebilir. Sadece kırıcı yüzeyler kullanılarak armatürün etkinliği yükseltilebilir, ama en iyi verim yansıtıcı-kırıcı kombinasyonlar ile sağlanabilir. Kırıcıların kullanıldığı en önemli alan yol aydınlatma armatürleridir. Bu elemanların ilavesi ile maksimum ışık şiddeti doğrultusunun açısı daha genişletilebilmektedir. Kırıcı yüzeyler aynı zamanda simetrik bir yansıtıcıdan asimetrik ışık dağılımı elde etmek için de kullanılabilir.

Armatürün görünen alt yüzeyi dağıtıcı karakterli bir malzeme ile kaplanarak lambanın dışarıdan görünmesi engellenebilir. Bu malzeme oval cam, plastik veya polikarbon olabilir. Böyle bir düzenleme ile maksimum ışık şiddeti düşürülerek ışık dağılımının yayıldığı alan genişletilebilmektedir. Armatür veriminin diğerlerine göre çok düşük olduğu bu tip armatürler optik kontrolün çok gerekmediği, ama kamaşma probleminin önemli olduğu yerlerde kullanılmaktadırlar. Ayrıca kamaşmanın kontrolü için armatürlere siper veya ekran gibi elemanlar da ilave edilir. Armatür üst kısmında yer alan ve genellikle de siyaha boyanan siperin parıltıyı sınırlaması oldukça kısıtlıdır. Kamaşmanın çok önemli olduğu durumlarda armatürün içine veya önüne ekranlar yerleştirilmesi gereklidir. Ekranlar armatürden çıkan ışığın %50'sinden fazlasını yutabilirler. Bu nedenle sadece çok gereken hallerde kullanılmalıdırlar. Ekranlar bir armatürün fotometrik karakteristiğini tamamen değiştirdiğinden, tasarımcının bu konu üzerinde dikkatle durması gerekir. Armatürün diğer kısımları ise lamba duyu, balast ve lambanın çalışması için gereken aksam,

bağlantı uçları, bazı hallerde fotoelektrik kontrol elemanları ile filtreleme ve contalama elemanlarından oluşmaktadır.[5]

3.2.3 Armatürün sağlaması gereken koşullar

3.2.3.1 Fotometrik değerler

Fotometrik değerler deyince armatürün ışık dağılım yüzeyi veya eğrileri, armatür verimi ve parıltısı, dolayısıyla kamaşma durumu anlaşılır. Armatürler bu değerlerine göre kendi içlerinde sınıflandırılmaktadırlar. Burada sadece dış aydınlatmada kullanılan armatürler incelenecektir.

Dış aydınlatmada kullanılan armatürler üç ana grupta toplanabilir.

1. Genel amaçlı armatürler:

Bunlar yol aydınlatması armatürleri ve projektörlerdir.

2. Genel amaçlı / dekoratif armatürler:

Yaratılan aydınlatma etkisi kadar estetikliğin de önemli olduğu ikametgah alanlarında kullanılan armatürlerdir.

3. Dekoratif armatürler:

Sağlanan aydınlatmanın kalitesinden daha çok estetik amaçların önemli olduğu alanlar için tasarlanmış armatürlerdir. Bahçeler, alış-veriş caddeleri, gezinti yolları gibi yerlerde kullanılırlar.

3.2.3.1.1 Genel amaçlı armatürler

YOL AYDINLATMASI ARMATÜRLERİ

Yol aydınlatması armatürleri 1965 yılında Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (CIE) tarafından meydana getirdikleri kamaşma derecesi bakımından, armatürden geçen ve yol eksenine paralel olan düşey düzlemdeki ($C=0^\circ$) ışık dağılım eğrilerinin şekline göre Tablo 3.1'deki gibi ekranlı (cut-off), yarı ekranlı (semi cut-off) ve ekransız (non cut-off) olmak üzere üç ana gruba ayrılmıştır.

Tablo 3.1. Yol aydınlatması armatürlerinin kamaşma derecelerine göre sınıflandırılması [5]

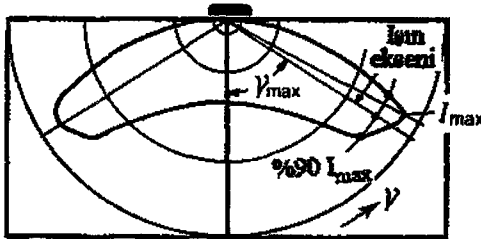
Armatür sınıfı	Imax doğrultusu (γ açısı)	Müsaade edilen L	Imax değeri
		$\gamma = 90^\circ$ için	$\gamma=80^\circ$ için
EKRANLI	0-65°	10 cd / 1000 lm	30 cd/ 1000 lm
YARI-EKRAN	0-75°	50 cd / 1000 lm	100 cd / 1000 lm
EKRANSIZ	-	* 1000 cd	-

* Işık akısı ne olursa okun ışık şiddeti en fazla 1000 cd olabilir.

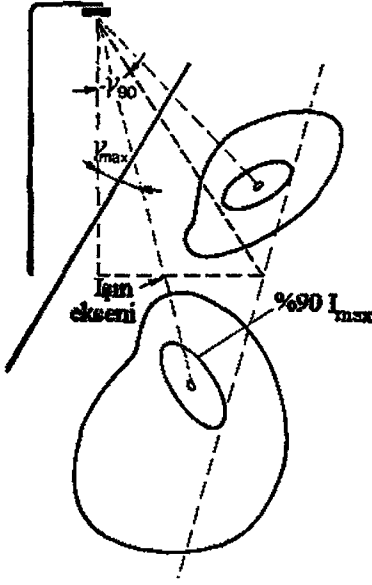
Bu sınıflama yalnızca armatürlerin kamaşma sınırlaması gözönüne alınarak yapılmıştır. Bu armatür tipleri kullanılarak yapılacak yol aydınlatmasının kalitesi hakkında tam bir fikir vermemektedir, Bu nedenle CIE tarafından yeni bir sınıflandırma yöntemi önerilmektedir, CIE'nin yeni sınıflandırma yöntemi armatürün üç özelliğini esas almaktadır;

- 1) Armatürden yayılan ışığın yol boyunca kapladığı alan; "YAYILIM"
- 2) Armatürden yayılan ışığın yolun enine eksenini boyunca kapladığı alan; "SAÇILIM"
- 3) Armatürün kamaşma kontrolünün yapılabildiği alan; "KAMAŞMA KONTROLÜ"

Yayılım, maksimum ışık şiddeti inenin düşeyle yaptığı açıya (γ_{max}) göre belirlenmektedir. Bu açı Imax'ın bulunduğu düşey düzlemde %90 Imax eş-ışık şiddeti eğrisinin ışık dağılım eğrisini kestiği iki noktanın ortası bulunarak hesaplanmaktadır(Şekil3.5). Saçılım değeri ise, yol üzerindeki %90Imax eş-ışık şiddeti eğrisinin teğet olduğu yol eksenine paralel bir çizginin konumuna göre belirlenmektedir, Bulunan iki farklı çizgiden armatüre uzak olan dikkate alınacaktır. Bu çizginin yolun enine eksenine paralel düşey düzlemde ($C=90^\circ$) düşeyle yaptığı açı γ_{90} açısı olarak belirlenmektedir(Şekil3.6).



Şekil 3.5 γ_{max} açısının belirlenmesi[5]



Şekil 3.6 γ_{90} açısının belirlenmesi [5]

Kamaşma kontrolü ise, G psikolojik kamaşma sınırlama katsayısının sadece armatüre özgü bölümleri dikkate alınarak hesaplanan ayrı bir katsayı ile belirlenmektedir. Bu katsayıya "armatür özel kamaşma katsayısı" denilmekte ve SLI harfleri ile ifade edilmektedir (3.1).

$$SLI = 13.84 - 3.31 \log I_{80} + 1.3 \log (I_{80}/I_{88})^{0.5} \cdot 0.08 \log I_{80}/I_{88} + 1.29 \log A + R \quad (3.1)$$

Burada;

I_{80} : Düşeye göre 80° lik açı altında, $C=0^\circ$ ve $C=20^\circ$ lik düzlemlerde en büyük ışık şiddeti (cd),

I_{88} : Düşeye göre 88° lik açı altında $C=0^\circ$ ve $C=20^\circ$ lik düzlemlerde en büyük ışık şiddeti (cd),

A = Armatürün düşeyle 76° lik açı altında görünen ışık yayan yüzeyi (m^2),

R = Lamba tipine bağlı renk faktörü

- Alçak basınçlı sodyum buharlı lambada $R=0.4$

- Diğerlerinde $R=0$ alınacaktır.

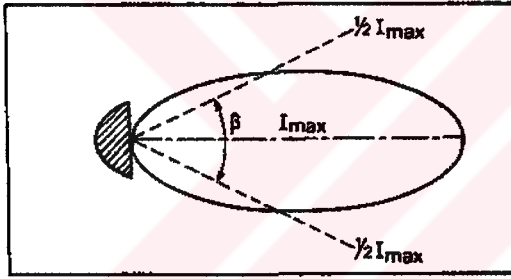
Belirlenen yayılım (γ_{max}), saçılım (γ_{90}) ve kamaşma kontrolü (SLI) derecelerine göre yol aydınlatması armatürlerinin sınıflandırılması Tablo 3.2 'de toplu olarak gösterilmiştir.

Tablo 3.2. Yol aydınlatması armatürlerinin fotometrik özelliklerine göre CIE tarafından sınıflandırılması[5]

Yayılıma göre(γ_{max})	Saçılıma göre (γ_{90})	Kamaşma kontroluna göre (SLI)
DAR $\gamma_{max}<60^\circ$	DAR $\gamma_{90}<45^\circ$	TEHLİKELİ $SLI<2$
ORTA $60^\circ\leq\gamma_{max}\leq 70^\circ$	ORTA $45^\circ\leq\gamma_{90}\leq 55^\circ$	ORTA $2\leq SLI\leq 4$
GENİŞ $\gamma_{max}>70^\circ$	GENİŞ $\gamma_{90}>55^\circ$	KISITLANMIŞ $SLI>4$

PROJEKTÖRLER:

Işığı belli bir doğrultuya yönlendiren armatürlerdir. Yaydıkları ışın demetine göre sınıflandırılmaktadırlar. Projektörün ışık şiddetinin maksimum olduğu doğrultu bilinmeli, yönlendirme buna göre yapılmalıdır. Yaydıkları ışın demetinin yayılım açısı, maksimum ışık şiddetinin belli bir yüzdeye düştüğü doğrultular arasındaki tepe açısıdır. Avrupa 'da $1/2I_{max}$, Amerika 'da $I/10I_{max}$ doğrultuları arasındaki açı alınmaktadır (Şekil 3.7).



Şekil 3.7 Projektörlerin yayılım açısının belirlenmesi[5].

Işın demetinin D uzaklığındaki çapı,

$$W= D * 2tg \frac{\beta}{2} \quad (3.2)$$

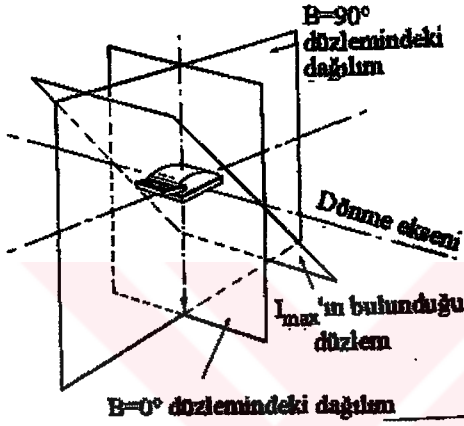
formülü ile hesaplanır.

Projektörler yayılma açısı (β) nın değerine göre Tablo 3.3'deki gibi sınıflandırılmaktadır.

Tablo 3.3. Projektörlerin sınıflandırılması[5]

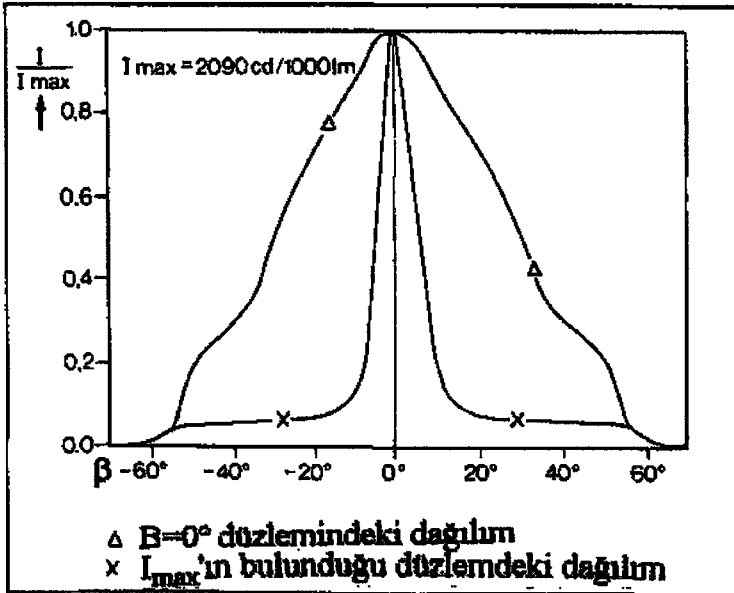
Projektör Tipi	Yayılma Açısı (β)
DAR AÇILI	$< 20^0$
ORTA AÇILI	$20^0 - 40^0$
GENİŞ AÇILI	$> 40^0$

Projektörlerin fotometrik değerleri kullanımı ve hesabı daha kolay olduğu için B- β koordinat sisteminde gösterilmektedir (Şekil 3.8).

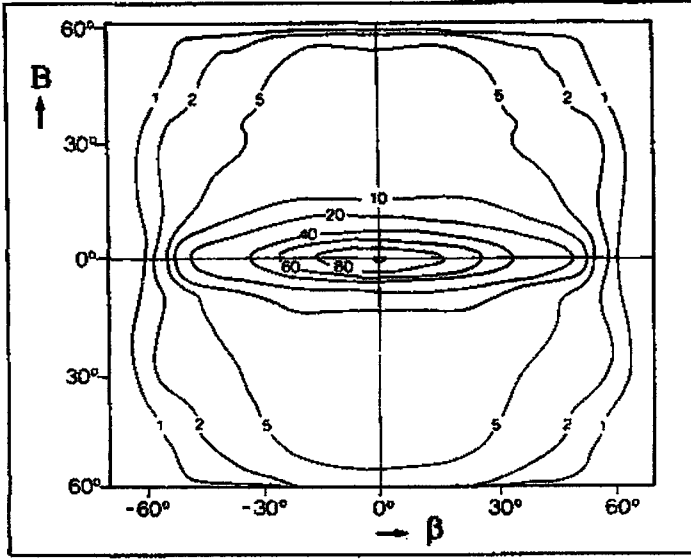


Sekil 3.8 B- β koordinat sistemi

Projektörlerin ışık dağılım eğrileri ise Şekil 3.9 ve Şekil 3.10 'daki grafiklerle gösterilmektedir.[5]



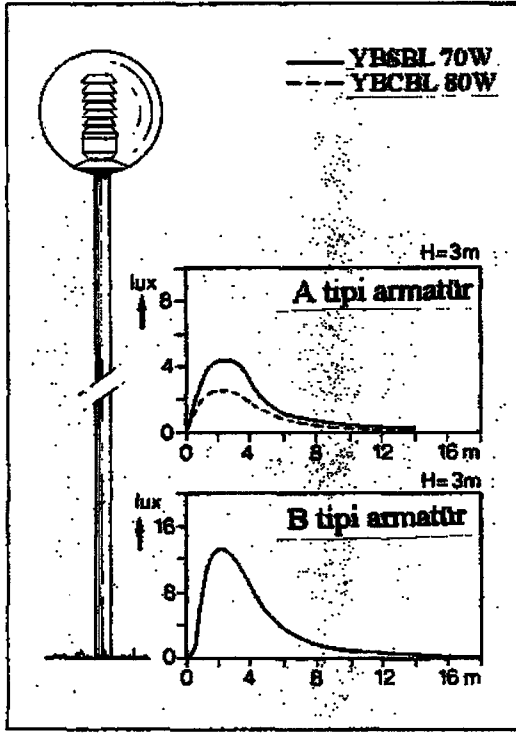
Sekil 3.9 Bir projektörün iki düzlemdeki ışık şiddeti dağılım eğrileri[5]



Şekil 3.10 Bağlı izo-kandela diyagramına bir örnek[5]

3.2.3.1.2. Genel Amaçlı / Dekoratif Armatürler

Bu tip armatürlerin kullanıldığı yerleşim, ikametgah alanlarında sadece aydınlatmanın yeterliği ve kalitesi değil, aynı zamanda gün boyunca hoş ve estetik bir görünümün de elde edilmesi önemlidir. Bu armatürlerin birçoğunun ışık dağılım yüzeyi yaklaşık dönel-simetrik olduğundan, ışık şiddeti değerleri C- γ koordinat sisteminde iki düzlemde (yatay ve düşey) verilmektedir. Genelde direk üstü tip olan bu armatürler tanı simetrik ışık dağılımına sahip olduklarında ışık dağılım eğrisinin tek bir düzlemde verilmesi yeterlidir. Yapılan hesaplamalarda sadece aydınlık düzeyi dikkate alındığında, bu tip armatürler için direk dibinden belli mesafelerde uzaklaşıldığında aydınlık düzeyinin değişimini belli bir montaj yüksekliği için gösteren eğrilerden yararlanılmaktadır. Bu eğriler Şekil 3.11’de gösterilmektedir.



Şekil 3.11 Direk tipi bir genel amaçlı/dekoratif armatürün ışık dağılım eğrileri[5]

3.2.3.2 Isıya Dayanıklılık

Armatür gövdesinin ve armatür içindeki elemanların imal edildikleri malzemeler ışık kaynağı tarafından üretilen ısıya dayanıklı olmalıdır. Ayrıca armatür içindeki ortam sıcaklığı ışık kaynağının kararlı çalışması için gereken düzeyde kalmalıdır, özellikle deşarj lambalarının çalışma karakteristikleri sıcaklıkla çok değişir. Bu nedenle aydınlatma armatürleri tasarlandıkları çevre sıcaklığında kullanılmalıdır. Aşırı sıcak veya aşırı soğuk bir çevrede kullanılacak armatürlerin tüm elemanları bu sıcaklıklara uygun seçilmelidir. Bilhassa yüksek güçlü ışık kaynakları kullanıldığında armatür iç hacmi ve havalandırma sistemleri üzerinde dikkatle durulmalıdır.

3.2.3.3. Mekanik Dayanıklılık

Armatür ve içindeki tespit parçaları dayanıklı ve kolay kullanılabilir olmalı, armatürün istenilen yere güvenilir bir şekilde tespitine imkan vermelidir. Özellikle titreşimli iç hacimlerdeki ve rüzgar, trafik gibi koşullarla karşılaşılacak dış aydınlatma armatürlerinde armatür içindeki lamba ve yardımcı elemanlar (duy, bağlantı kablosu, balast gibi) ile yansıtıcının dış etkenlerle konumlarını değiştirmeyecek şekilde sıkıca tespit edilmiş olmaları gerekir. Gerektiğinde armatür içinde destekler ve ağır elemanları (balast gibi) diğerlerinden ayırıcı yüzeyler de kullanılabilir.

3.2.3.4 Atmosferik Etkilere Dayanıklılık

Armatürler kullanılacakları çevredeki atmosferik etkilere karşı dayanıklı olmalıdırlar. Bu nedenle armatür seçen tasarımcı olması mümkün çevre koşullarının çok iyi incelemelidir. Havada mevcut olabilen aşınmaya sebep olucu gazlar özellikle nemli ortamlarda aşındırıcı ve yıpratıcı etkisi çok olan kimyasal bileşikler oluşturabilirler, Bu nedenle armatürün yapıldığı malzemelerin aşınmaya dayanıklı olmaları veya koruyucu bir tabaka ile kaplanmış olmaları gerekir. Toz, kir ve suyun armatür içine girmesini engelleyici tüm önlemler de alınmalıdır. Uygun conta sistemleri ve özel katkılı filtrelerle bu durum gerçekleştirilebilmektedir. Patlayıcı gaz ve buharlar, tutuşabilir sıvı ve katı maddelerin bulunduğu ortamlarda ise iki tip armatür kullanılmaktadır. Armatürler ya içinde olabilecek herhangi bir patlamayı dışarı sızdırmayacak şekilde, ya da patlayıcı gazların armatür içine girmelerini engelleyecek yapıda tasarlanırlar. Birinci gruptakiler uluslararası kabullere göre E_{xd} , ikinci gruptakiler ise E_{xe} sembolü ile gösterilirler, ikinci gruptaki armatürler alınan tüm önlemlere rağmen patlayıcı maddelerin yine de armatür içine girmesi halinde, devreyi açan özel koruyucularla da donatılmıştır.

3.2.3.5. Gürültü

Armatür-lamba-balast kombinasyonu dışarı bir miktar gürültü yayar. İmalatçı tarafından söz konusu armatürün belli açıklıklarda vereceği gürültü miktarı ölçülüp kataloglarda verilmelidir: Armatürün yaydığı vızıltı gürültülü bir çevrede hissedilmez. Ama sakın ortamlarda bu durum rahatsız edici olabilir. Tasarımcı armatürü, kullanacağı çevrenin gürültü miktarını da dikkate alarak seçmelidir.

3.2.3.6 Montaj ve Bakım

Bir aydınlatma armatüründe söküp takma, lamba değiştirme ve temizlik gibi işlemler kolaylıkla ve süratle yapılabilmelidir.

3.2.3.7 Estetik Görünüm

Bir aydınlatma armatürü görünüşü, rengi ve kullanıldığı yerdeki duruşu ile estetik hislere hitap etmelidir.

3.3 Işıık Kaynaklarının Karşılaştırılması

Buraya kadar olan kısımda tüm ışık kaynakları ve armatürler geniş bir biçimde incelendi. Uygun ışık kaynağı seçimi, kentsel bölge ışıklandırmasının tasarımında ve ışık kirliliği ile mücadelede son derece önemli bir rol oynar. Bu yüzden karşılaştırma yapılabilmesi için Tablo 3.3’de bazı lamba tiplerinin ömürleri ve kullanım alanları ayrı ayrı verilmiştir. Tablo 3.4’de yol aydınlatmasında kullanılan bazı lambaların çalışma karakteristikleri verilmiştir. Buna tablolara ek olarak Tablo 3.5’de ise bazı lambaların düşük sıcaklıktan nasıl etkilendiği belirtilmektedir.



Tablo 3.3 Işık kaynaklarının ömürleri ve kullanım alanları

Lamba Kategorisi		Belirtilen Ömür (4)	Uygulama
Akkor	Tungsten genel servis	Kısa	Direk-üstü ışık kaynakları, kısa kalın direkler (bollard), dekoratif fenerler, işaretler
	Tungsten halojen	Kısa	Bölge aydınlatması, küçük bina aydınlatması, vurgu ışıklandırması
	Reflektör açık ve renkli	Kısa	Küçük ağaçların vurgu ışıklandırması, çalılar, çiçekler ve heykeller
	Standart tip	Uzun	İşaretler, duvar monteli ve direk üstü ışık kaynakları
Floresan	Kompakt tip	Orta	İşaretler, duvar monteli ve direk üstü ışık kaynakları
	Açık mavi	Uzun	Ağaçların ve mavi/yeşil çehrelerin aydınlatması, bina aydınlatması
	Floresan kaplama	Uzun	Bölge ve bina aydınlatması, düşük watt tutarlarında vurgu aydınlatması
	Tungsten/civa karışımı	Uzun	Bölge ve bina aydınlatması, kısa kalın direkler, yol ışıklandırması, direk-üstü ışık kaynakları
Metal halojenür	Reflektör	Uzun	Bölge ışıklandırması, kısa kalın direkler, direk-üstü ışık kaynakları, duvar braketleri
	Açık	Uzun	Bölge ve bina aydınlatması, düşük watt tutarlarında vurgu aydınlatması
	Kaplama	Uzun	Bölge ve bina aydınlatması
	Doğrusal	Orta	Bölge ve bina aydınlatması
Yüksek basınçlı sodyum	Kompakt kaynak ve reflektör	Kısa	Vurgu ışıklandırması, kule ve kule aydınlatması
	Standart	Uzun	Bölge ve bina aydınlatması, direk-üstü ışık kaynakları, yol ışıklandırması, kısa kalın direkler
	Geliştirilmiş renk sunumu	Uzun	Bölge ve bina aydınlatması
	Yüksek renk sunumu	Uzun	Bölge ve bina aydınlatması
Düşük basınçlı sodyum	Standart	Uzun	Yol ışıklandırması, bina aydınlatması, güvenlik ışıklandırması

Tablo 3.4 Farklı Lamba Tiplerinin Karşılaştırılması[6]

Lamba Tipi	Y B Civa Buharlı	Y B Sodyum ateşleyicisiz	Metal Halojen	Y B Sodyum (flu.kaplı)	Y B Sodyum (şeffaf tüp)	D B Sodyum Buharlı
Lamba 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.

Tablo 3.5 Işık kaynaklarının düşük sıcaklıklarda ayırt edici özellikleri [12]

Işık kaynağının tipi/ parametresi	Flüoresan ışık (yüksek basınçlı civa buharlı lamba)	Yüksek basınçlı sodyum lambası	Metal halojen lamba	Flüoresan lamba (kompakt flüoresan lambaları içerir)
Düşük sıcaklıkta çalışmaya başlama özelligi	Kötüleşir	İyi	Kötüleşir	İyi
Düşük sıcaklıkta ışık akısının değişimi	Sınırlı	Sınırlı	Sınırlı	Büyük oranda düşer

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 gözlemevleri etrafındaki yol, sokak, meydan, alan aydınlatmalarında kullanılmaları zorunlu olan tek lamba grubudur.

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 civa 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 civa 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 civa 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 civa buharlı lambalı tesisatların iyileştirilmesi amaçlı geliştirilen bu lamba tipinin yeni bir tesisatta kullanılması söz konusu değildir. Çünkü etkinlik faktörleri 120 lm/W, ömürleri 20 000 saat olan yeni tip yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalar varken, etkinlik faktörleri 80 lm/W, ömürleri ise sadece 7 000 saat olan bu tiplerin düşünülmesi çok büyük bir yanlışlıktır. Işık kirliliği ile mücadelede bu bölümde anlatılan armatürler ve ışık kaynaklarının teknik özellikleri en iyi şekilde kavranmalı. Yapılan uygulamalar da istekleri en iyi şekilde karşılayacak teçhizat seçilmelidir. İstekleri karşılarken de ışık kirliliğini minimum seviyede tutacak teçhizatın kullanılmasına özen gösterilmelidir. Aydınlatma da kullanılan teçhizatı tanıdıktan sonra şimdi de ışık kirliliğini ortadan kaldırmanın yada en aza indirmenin yöntemlerini açıklayalım. [6]

4. IŞIK KİRLİLİĞİNİNE KARŞI ALINABİLECEK ÖNLEMLER

Kent içindeki ışık kirliliğinin esas kaynakları yol, cadde ve sokak, park ve bahçe, 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 endirekt 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.

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

- Uluslararası standartlar ve öneriler çok iyi takip edilerek aydınlatılacak yere uygun optimum çözümün elde edilebileceği aydınlatma kriterleri belirlenmeli,
- Fotometrik değerleri bilinen armatürler ile gerekli tasarım hesapları yapılmalı, armatür sayısı ve tipi bu hesaplara göre saptanmalı,
- Aydınlik düzeyi algılayıcı ve zaman kontrollü tesisatlar ile aydınlatmanın gerek duyulan zamanlarda gerektiği kadar kullanılması sağlanmalıdır.

Dış aydınlatma denince akla ilk gelen aydınlatma türü yol aydınlatmasıdır. Bu nedenle, bu bölümde, ışık kirliliği ile mücadelede yol aydınlatmalarında uyulması gereken önemli hususlar özet halinde verildikten sonra diğer ışık kirliliği önlemlerine değinilecektir.

4.1 Yol Aydınlatması

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 [11] . 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.

Uluslararası Aydınlatma Komisyonu'nun 115 nolu en yeni Teknik Raporu'na göre yollar kullanım amaçları, kullanıcıları, trafik yoğunluğu ve kontrolüne göre Tablo 4.1'deki gibi sınıflandırılmaktadır.



Tablo 4.1 Farklı yol tipleri için aydınlatma sınıfları [10]

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..... Orta..... Düşük.....	M1 M2 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..... İyi.....	M1 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..... İyi.....	M2 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..... İyi.....	M4 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 işaretleri.

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.

Not 4. Ayırım; Tahsisli yol (Herbir trafik cinsinin kullanacağı şeridin kesin olarak ayrıldığı yerler, örneğin otobüs yolu, bisiklet yolu vb.).

Bu yol sınıflarında sağlanması gereken aydınlatma kriterlerinin değerleri de Tablo 4.2’de verilmektedir.

Tablo 4.2. Değişik aydınlatma sınıfları için uygulanacak yol aydınlatması kriterleri[10].

Aydınlatma sınıfı	Ortalama parlıltı (cd/m ²)	U _o	U _l	TI (%)
M1	2.0	0.4	0.7	10
M2	1.5	0.4	0.7	10
M3	1.0	0.4	0.5	10
M4	0.75	0.4	-	15
M5	0.5	0.4	-	15

Tablo 4.2’de

U_o : Ortalama Düzgünlük : Yolun sağ kenarından yol genişliğinin $\frac{1}{4}$ mesafesinde bulunan bir gözlemciye göre kısmi alanların minimum parıltısının yolun ortalama parıltısına oranıdır:

$$(U_o = L_{\min} / L_{\text{ort}}) \quad (4.1)$$

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

$$(U_l = L_{\min} / L_{\max}). \quad (4.2)$$

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.

$$(TI = (\Delta L_K - \Delta L_e) / \Delta L_e) \quad (4.3)$$

Tabloda verilen ortalama parıltı, ortalama ve boyuna düzgünlük değeri yol yüzeyinde sağlanması gereken minimum değeri lerdir. TI, bağlı eşik artışının değeri ise tabloda verilen değeri lerı aşmamalıdır. Yine aynı Teknik Rapor’a göre, değışik tiplerdeki yaya yollarında da en az Tablo 4.3’de verilen ortalama aydınlık düzeyi değeri lerı sağlanmalıdır.

Tablo 4.3. Yaya alanlarındaki değişik yol tipleri için ortalama aydınlık düzeyi değerleri[10]

Yolun Tanımı	Ortalama Aydınlık Düzeyi (lux)
Sosyo-ekonomik ve kültürel önemi yüksek olan kalabalık yaya yolları	20.0
Kalabalık yaya veya bisiklet yolları	10.0
Orta kalabalık yaya veya bisiklet yolları	7.5
Tenहा yaya veya bisiklet yolları	5.0
Doğal çevrenin, tarihi ve kültürel yapının korunması gereken alanlardaki تنها yaya veya bisiklet yolları	3.0
Doğal çevrenin, tarihi ve kültürel yapının korunması gereken alanlardaki çok تنها yaya veya bisiklet yolları	1.5

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 yaklaşılacak yolun ortalama parıltı düzeyinde en çok da bu değerin üç katını aşmayacak şekilde aydınlatılması zorunludur.

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.

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. M3 sınıfına giren bu yolda sağlanması gereken aydınlatma kriterleri aşağıda verilmektedir;

Ortalama yol yüzeyi parlıltısı $L_{ort} = 1,0 \text{ cd/m}^2$

Ortalama düzgünlük $(L_{min} / L_{ort}) U_o \geq 0,4$

Boyuna düzgünlük $(L_{min} / L_{max}) U_l \geq 0,5$

Kamaşma sınırlaması $TI \leq 10$

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 gözlemevleri etrafındaki alanlarda üst yarı uzaya gönderdikleri ışık yüzdesi sıfır (% 0) olan armatürlerin kullanılması zorunlu tutulmaktadır.

Tablo 3.4’de 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 gözlemevleri 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.

Yapılan hesaplama ve karşılaştırmalardan uygun fotometrik özelliklere sahip armatürler içinde etkin ışık kaynakları kullanılarak gerek ilk tesis gerekse işletme esnasında büyük tasarrufların sağlanabileceği anlaşılmaktadır.

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. Tesisatların bakım, temizlik, özellikle lamba değiştirme işlemleri de düzenli aralıklarla ve belli koşullar sağlanarak gerçekleştirilmelidir.

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 ışık kaynakları ve armatür tipleri yönetmeliklerce belirlenmelidir.

4.2 Işık Kirliliği İle İlgili Mücadelede CIE Tavsiyeleri

4.2.1 Güncel ve teklif edilmiş CIE dokümanları

1997'de, CIE tarafından 126-1997 Yayın nolu: "Gök parlaklığını minimuma indirmek için rehberlik bilgileri" (CIE, 1997) yayınlanmıştır. Bu yayın, gökyüzü parlaklığının azaltılmasında gerekli olan bir dizi teknik ve fotometrik konuları içerdiği için bir boşluğu doldurmuştur. Ancak, aydınlatma tasarımcısı için yeterli bir rehber vazifesini üstlenememiştir. Bu yüzden bir revizyon ve genişlemeye ihtiyaç vardır ve yapılmaktadır. Bu bölümde, varolan yayın özetlenmiş ve eklerdeki çok önemli teklifler kısa bir özet olarak verilmiştir.

4.2.2 CIE rehberlik bilgilerinin çerçevesi

Güncel CIE belgesinde ana terim, tesis anında üst yarı uzaya yayılan ışık akısı oranıdır (ULORinst). Verilen değerler sınırlayıcı değerlerdir. Aydınlatma tasarımcıları, tüm tasarımlarında özel bazı istekler yoksa en düşük sınırlarda çalışmayı hedeflemelidirler. Bunun dışında kullanılan ikinci terim ise birim alan başına düşen maksimum ışık akısıdır.

Tavsiyeler üç kurala dayanır:

Üst yarı uzaya yayılan ışık miktarı incelirken (veya bir alan için sınır değeri belirlenirken) üç noktaya dikkat edilmelidir.

- * incelenilen bölgedeki aktivitelere
- *ULORinst değerlerinin gecenin hangi saatini kapsadığına,
- * İncelenilen Bölgeye yakın bölgelerdeki aydınlatma gereksinimlerine.

4.2.3 Bölgelere ayırma

Bölgelere ayırma, çevresel yönetmelikler için hazırlanan çok-iyi tasarlanmış bir uygulamadır. Işık kirliliği, her bölgede aynı derecede olumsuz etkiye sebep olmaz. Bazı bölgeler aynı ışık kirliliği oranında, diğer bir bölgeye göre daha az zarar görür. Boşa giden enerji miktarı her bölgede aynı miktarda olur. Ama bunun dışında bir ek olumsuz etki bazı bölgelerde hiç olmaz, bazılarında ise diğerlerine göre daha az olur. Bunun nedeni o bölgede yaşayan, canlıların gereksinimleri ve insanların gökyüzüyle olan ilgilerinin birbirinden farklı olmasıdır. Bu yüzden bölgeden bölgeye ışık kirliliğinin sınır değerleri değişebilir. Temel fikir, kirlileme aktivitesinin tamamının ortadan kaldırılamaması durumunda, kirliliğin çevresel sonuçları tüm yerler için eşit şekilde zararlı olmamasıdır.

Bölgelere ayırma fikri geniş olarak yayılmasına rağmen, onun gerçek uygulaması ve yasal sistem içine oturtulması henüz tam olarak hayata geçirilememiştir. Ayrıca bölgesel kriterler eyaletten eyalete ve ulustan ulusa değişir.

Bölgelere ayırma çevresel kirliliği durdurmaz ancak kirliliğe karşı yasama ve yönetmelikler için bir referans olarak hizmet eder. Bir bölge, belirli (insani ve insani olmayan) aktivitelerin yer aldığı yada planlandığı ve engelleyici ışığın kısıtlanması

için belirli gerekliliklerin tavsiye edildiği yer olan bir alandır. CIE tarafından önerilen, bölge derecelemesi Tablo 4.4’de verilmiştir.

Tablo 4.4 CIE Bölgelere Ayırma Sistemine göre çevresel bölgelerin açıklanması[8].

Bölge dereceleme	Açıklama
E1	Her zaman karanlık olması beklenen manzaralı alanlar, Ulusal Parklar (Karanlık bölgeler) (yolların genellikle aydınlatılmadığı yerler)
E2	Şehirdışı ve kırsal yerleşim alanları (Düşük parlaklıktaki bölgeler) (yerleşim yolu standardı için aydınlatıldığı yerler)
E3	Genellikle şehir yerleşim alanları (Orta parlaklıktaki bölgeler) (yolların trafik yolu standardı için aydınlatıldığı yerler)
E4	genellikle yüksek gece hareketi ile karışık yerleşim ve ticari alana sahip şehir alanları (Yüksek parlaklıktaki bölgeler)

Tablo 4.4’da verilen tanımlar CIE’ye ait değerlerdir. Türkiye için belirlenen tanımlar 5.Bölüm Tablo5.10’de verilmiştir.

Tablo 4.4’deki bölgelendirme bazı durumlarda (özellikle astronomik gözlemevi işletimi) yeterli olmamaktadır. Bu yüzden Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (CIE) tarafından bir alt bölgelendirme işlemine daha gidilmiştir. Ayrıca CIE’nin haricinde ALCOR Bölgelere Ayırma Sistemi ve Schreuder tarafından astronomik gözlemler için Schreuder Bölgelere ayırma sistemleri geliştirilmiştir. Bu bölgeler ve bu bölgelerin hangi çalışma alanına karşılık geldiği Tablo 4.5’de belirtilmiştir.

Tablo 4.5 Detaylı sınıflandırma notları için CIE Teklifi[1]

Schreuder	CIE 1997	CIE 2000	Alcor	Çalışma Alanları
A	E1	E1a	5	dünya sınıfı
B	E1	E1b	4	uluslararası sınıf
C	E1	E1c	3	akademik 1 m
D	E2	E2	2b	Yüksek Lisans 1m
E	E3	E3a	2a	amatör 0.5 m
F	E3	E3b	1b	amatör 0.3 m
G	E4	E4a	1a	sıradan gök izleme
H	E4	E4b	0	sıradan nesne izleme

4.2.4 Aydınlatmanın zamana bağlı kontrolü

Tüm dış aydınlatmaları kapatmak, uygulanması mümkün olmayan bir yöntemdir. Ama gece farklı saatlerde farklı aydınlatma gereksinimleri duyulabilir. Belli bir saatten sonra (sabit yada esnek), aydınlatma azaltılabilir. En basit yol, ihtiyaç duyulmayan ışıkları kapatmaktır. Belirlenen saatten sonra hala biraz ışığa ihtiyaç duyulabilir. Bu gibi durumlar için, içinde birden fazla lamba bulunan aydınlatma armatürleri kullanılabilir. İhtiyaca göre bu lambaların biri veya daha fazlası yakılabilir.

4.2.5 Üst yarı uzaya gönderilen ışık akısı sınır değerleri

CIE raporlarında, gök parlaklığının sınırlanmasının ifade edildiği tavsiyelerde kullanılan en önemli parametre ULORinst (*Tesis anında üst yarı uzaya yayılan ışık akısı oranı*) dir. Bu değer aydınlatmada kullanılan ışık miktarının ne kadarının yukarı kaçtığını belirtir. 'Tesis anında üst yarı uzaya yayılan ışık akısı oranı' teriminin önceki (*Üst yarı uzaya yayılan atık ışık akısı oranı*) terimin yerine geçtiği bilinmelidir. Çünkü ikincisi -yanlış olarak- yatayın üzerindeki yayılan tüm ışığın her zaman atıldığını varsayar. Birçok aydınlatma teçhizatının incelenmesiyle bunun doğru bir durum olmadığı sonucuna varılır. Birçok durumda, aydınlatma teçhizatının kendi fonksiyonel gerekliliklerini yerine getirebilmesi için üst yarı uzaya yayılmış ışık akısına ihtiyacı vardır.

Bölgelere göre tavsiye edilen ULORinst değerleri Tablo 4.6'da verilmiştir.

Tablo 4.6 Gök parlaklığını sınırlamak tesis anında üst yarı uzaya giden ışık akısı tavsiyeler[7].

Bölge Derecesi	ULORinst(%)	Astronomik Aktiviteler
E1	0	Uluslararası duran gözlemleri
E2	0-5	yüksek lisans ve akademik çalışmalar
E3	0-15	lisans çalışmaları, amatör gözlemler
E4	0-25	sıradan gök izleme

Tablo 4.6'da ki değerler CIE'ye ait değerlerdir. Türkiye için tavsiye edilen standartlar 5.Bölüm Tablo5.11'de belirtilmiştir.

Bu değerler bir bölgedeki her bireysel aydınlatma için geçerlidir. ULORinst daha çok bilinen ULOR yerine kullanılır çünkü gök parlaklığı için sınırlamalar tek başına aydınlatmaya bağlı değildir; tüm teçhizat ele alınmalıdır.

Daha önce belirtildiği gibi, Tablo 4.6'de ki değerler sınır değerlerdir. Aydınlatma tasarımcıları, özel durumlar haricindeki tüm tasarımlar için bu sınır değerleri aşmayacak tasarımlar yapmalıdır.

Bu sınır değerleri bazı ülkelerde farklılıklar gösterebilir Tablo 4.7'da İtalya ve İşpanya için müsaade edilen ULORinst değerleri verilmiştir. Bu değerler CIE'nin değerlerine nazaran daha sınırlayıcıdır.

Tablo 4.7 İtalya ve İşpanya için ULORinst değerleri[7].

lke	E1	E2	E3	E4
İtalya	%0	%1	%5	%10
İşpanya	%0	%1	%3	%5

Bu tür küçük miktarlarla ilgilenildiği zaman, ölçüm toleranslarını belirtmek önemlidir. Genelde alan ölçümlerinde aşağıdaki lme sistemi toleranslarına ulaşıldığı kabul edilmiştir:

*Yatay aydınlatma:<%3

*Yol aydınlatmaları:<%10

*Nokta aydınlatması <%15

*Perdeleme aydınlatmaları:<%25

Bu değerler CEN'den (1995) alınmıştır ve genellikle CIE Yayın No:69 ile anlaşma içindedir.

Tüm bir teçhizat için hatta tüm bir kasaba yada şehir için de toplam üst yarı uzaya yayılan ışık akısını belirlemek mümkündür. Örneğin Fellin et al. (2000) tarafından verilmiştir. Turin şehri için ULORinst %10.5 ve Treviso şehri için %7.9 olarak bulunmuştur.

ULORinst'in aydınlatma teçhizatından, direkt olarak üst yarı uzaya yayılan ışığın miktarını belirttiği unutulmamalıdır. Işığın tamamen kullanışlı olabilmesi için ışık bir yüzeye çarpmalıdır. Yüzeyin sıfırdan daha büyük bir aydınlığa sahip olabilmesi için ışığın bir kısmının yansması gerekir. Bu ışık, genellikle üst yarı uzaya yansır ve yukarı doğru ışık akısı yayılmasına katkıda bulunur. Bu durumda ışık kirliliğini artırıcı etki yapar. ULORinst değerleri bu etkiyi içermez. Bir aydınlatma tesisatının ışık kirliliğine etkisi sadece ULORinst değeri ile açıklanamaz. Buna ek olarak aydınlatma tesisatının, aydınlattığı alandan yukarı yansıyan ışık akısı da göz önünde bulundurulmalıdır.

4.2.6 Işığın rengi

CIE yayınlarında, ışığın rengi detaylı biçimde incelenmiştir. Işık kirliliğini azaltmak dolayısıyla astronomik gözlemleri sağlıklı bir biçimde yapabilmek için şu anda mevcut en etkili yol monokromatik ışık kaynakları daha özel olarak da alçak-basınçlı sodyum-buhar lambalarının kullanılmasıdır.

Bu lambaları kullanmanın iki avantaj vardır. İlk olarak, bu lambalar, spektrumun sarı kısmında çok dar bir spektral bantta (yaklaşık bir çizgide) yayılırlar. Tüm diğer spektral bölgeler dahil olmaz. Böylece diğer spektral alanlardaki -ne fotoğraf nede spektroskopi- incelemeler olumsuz bir etkiyle karşı karşıya gelmez. İkinci olarak, sarı hat gözün hassasiyetinin en üst düzeyine yakın olduğundan , alçak basınçlı sodyum lambalarının aydınlık etkisi yüksektir ve şu anda varolan en etkili ışık kaynaklarıdır. Sonuç olarak, bu lambaların dış aydınlatma için kullanılması hem ekonomiktir hem de ışık kirliliği meydana getirmemektedir(Astronomik gözlemleri engelleyecek derecede). Bu yüzden astronomik gözlemleri yakınlarındaki sahalarda alçak basınçlı sodyum buharlı lambalar kullanılmalıdır Ancak, diğer ışık kaynakları ile alçak basınçlı sodyum lambalarının karşılaştırılmasında, kullanılan aydınlatma ve mali parametreler göz önünde bulundurulmalıdır. Toplam lamba ışık akısı ile ilgili bilgiler nettir. Bu değerler lambaların aydınlık etkisini direkt olarak gösterir. Bazı örnekler Tablo 4.8'de verilmiştir.

Tablo 4.8 Yol aydınlatması için lamba tipleri[1].

Lamba tipi	Etkinlik Faktörü(lm/W)	Renksel geriverim endeksi
Alçak basınçlı sodyum	100-200	(uygulanamaz)
Yüksek basınçlı sodyum	68-150	26-60
Yüksek basınçlı civa	36-60	36-60
Alçak basınçlı civa flüoresan lambalar	45-90	60-98
Metal-halojenid	61-83	65-92

Alçak basınçlı sodyum lambalar yol yüzey aydınlatmalarında kullanışlı değildir. Nedeni, alçak basınçlı sodyum lambalarının yüksek basınçlı sodyum yada civa lambalarından çok daha büyük olmasıdır. Yüksek güçlü alçak basınçlı sodyum lambanın uzunluğu, aynı ışık akısını veren bir yüksek basınçlı sodyum lambaya göre çok büyüktür. Alçak basınçlı sodyum lambaların ebatlarının büyük olması nedeniyle, lambadan çıkan ışık akısının sadece yol yüzeyine düşmesini kontrol etmek güçleşir. Yol yüzeyinin yol kenarlarına nazaran daha koyu renkte olması nedeniyle, yol kenarlarından üst yarı uzaya yansıyan ışık akısı, yol yüzeyinden yansıyan ışık akısından daha fazladır. Bu durum da ışık kirliliğini artırır. Ayrıca istenmeyen bir bölge aydınlatılmış olur. Buda verimsiz bir aydınlatma demektir. Bu yüzden, toplam ışık akısı daha büyük olmasına rağmen, kullanışlı olan ışık akısı yüksek basınçlı sodyum lambanın ışık akısına eşit, ve hatta onunkinden daha küçük bile olabilir. Anlaşılacağı üzere, yol aydınlatmasında bu iki tip lamba arasında ışık kirliliği açısından pek bir fark yoktur. Bu yüzden ebatları küçük olan yüksek basınçlı lambaları kullanmak daha doğrudur.

Göz önünde bulundurulması gereken diğer bir konuda monokromatik ışık kaynaklarının, sadece motorlu taşıtlara ayrılmış yerleşim alanları dışındaki yollarda güvenli ve etkili şekilde kullanılabilir olmalarıdır. Yerleşim alanlarındaki yollar ve caddelerde, özellikle önemli miktarda yaya yada bisiklet trafiği taşıyorlarsa , monokromatik ışık kullanılması uygun değildir.

Bu iki nedenden dolayıdır.

- Monokromatik ışık, yüksek suç işleme riski bulunan caddeler için gerek suç önleme gerekse suçla mücadele açısından uygun değildir.
- Monokromatik ışık çirkindir ve güvensiz gözükür, diğer bir deyişle beyaz ışıkla karşılaştırıldığında estetik değildir.

Tablo 4.9'da CIE bölgelerinde kullanılan ve kullanılması tavsiye edilen ışık kaynakları belirtilmiştir.

Tablo 4.9 Farklı bölgeler için lamba tipi tavsiyeleri[1].

Bölgeler	Yol tipi	Tavsiye edilmiş ışık kaynakları	Kullanılan ışık kaynakları
E1	Hepsi	Alçak Basıncılı Sodyum	Beyaz Işık
E2	Trafik	Alçak Basıncılı Sodyum	Beyaz Işık
	Yerleşim	Flüoresan	Alçak Basıncılı Sodyum
E3	Trafik	Yüksek Basıncılı Sodyum	Alçak Basıncılı Sodyum
	Yerleşim	Flüoresan	
E4	Hepsi	Yüksek Basıncılı Sodyum	Alçak Basıncılı Sodyum

4.2.7 Birim alan başına maksimum kurulmuş ışık akısı

Işık kirliliği olgusunu incelemeye ve ışık kirliliği ile mücadele etmeye, tesis anında armatürden üst yarı uzaya giden ışık akısı oranı (ULORinst) tek başına yeterli değildir. Bu önemli bir parametre olmakla birlikte, tek başına dış aydınlatmanın gökyüzü parlaklığına olan etkisini açıklayamaz. ULORinst sınır değerlerine uyulsa bile, gökyüzü parlaklığı açısından aydınlatmada kullanılan lambaların büyüklüğü ve sayısı ele alınmalıdır. CIE (1997) de verilenlere diğer bir aydınlatma tasarım parametresi ekleyerek bunu yapmaya karar vermiştir. Bu kavram, “*Birim Alan Başına Maksimum Kurulmuş Işık Akısı*” dır. Bu kavram Amerika’da bir dizi yerel kanunda kullanılmıştır. Bu parametre bir alanda kurulabilecek aydınlatma tesisatının maksimum ışık akısı değerini belirtir ve bu değerin üzerine geçilmesine izin vermez.

Bu tanımın bazı olumsuz etkileri de vardır. Bunlardan birisi, daha fazla aydınlatma teçhizatı kullanabilmek için ışık akısını mülkiyete bağlamak belli işletmecileri daha fazla mülk elde etmeye yönlendirebilir.

Diğer bir dezavantajı da şöyledir. Bir izin düşük etkinlikli lambalar için alınıp, daha sonradan çok daha fazla ışık yayan ve çok daha fazla engelleyici ışığa neden olan yüksek etkili lambalarla değiştirilebilir. Bunu önlemek için, lümen/m²’de ifadesinin yanısıra Watt/m²’de ilave edilmelidir. Ayrıca, bu parametrenin bir alternatif olarak değil daha önceki gerekliliklere bir ek olarak tanıtılması vurgulanmalıdır. Böylece, bireysel aydınlatmalar için yukarı doğru akış belirli bir gücü geçemez. Tablo 4.10’da, müteakip CIE toplantılarındaki tartışmalardan çıkan bir teklif yapılmıştır .

Tablo 4.10 Farklı bölgeler için Birim Alan Başına Maksimum Kurulmuş Işık Akısı için tavsiye edilen değerler[1]

Bölge	Akşam(lm/m ²)	Gece (lm/m ²)
E1a	0.02	0
E1b	0.06	0
E1c	0.18	0
E2	0.75	0.15
E3a	3	0.8
E3b	12	2
E4a	50	20
E4b	150	30

4.3 Bölgelere Ayırma İçin Uzaklık İlişkileri

Belirli bir bölgede, belirli bir *referans noktasındaki* (örneğin, astronomik gözlemleri, doğal parklar, vb.) ışık kirliliği sadece o bölgedeki aydınlatma tarafından oluşturulmaz. Buna ek olarak, bu bölgeye komşu olan bölgelerdeki aydınlatmalar da bu bölgedeki ışık kirliliğini artırıcı etki yapar. Bu nedenle bir bölgedeki ışık kirliliği düzeyi incelenirken, bu bölgenin çevresindeki bölgelerdeki aydınlatma uygulamaları da gözönüne alınmalıdır. Referans noktasındaki gök parlaklığı, komşu bölgelerdeki aydınlatmanın etkisine, bölge sınır hatlarına ve bu bölgelerin referans noktasına olan uzaklığına bağlıdır.

Bir referans noktasını içeren bir bölgenin sınırlarını geniş tutmak bu noktada oluşacak ışık kirliliğine diğer bölgelerin etkisini minimum seviyeye indirir. Bu nedenle bölgelerin sınırlarını geniş tutmak o bölgedeki ışık kirliliğini sınırlandırmak için geçerli bir yöntemdir.

Bu bakış açısı özellikle mesafelerin büyük olduğu ve nüfusun az yada hiç olmadığı ülkeler yada bölgeler için geçerlidir. Büyük uluslararası yada dünya sınıfındaki astronomik gözlemleri bu tarz ülke yada bölgelerde kurulur. Tablo 4.11’de bu tür alanlar için hazırlanmış bir tablodur. Tablodaki değerler, büyük bir gözlemevi için bir sahanın seçiminde kullanılması tavsiye edilen değerlerdir. Tablo 4.11’de verilen

değerler sınırlı sayıdaki uygulamaların incelenmesinden türetilmiştir ve bu değerler kesinlik arz etmemektedir.

Tablo 4.11 Bölge sınır hatları ve referans noktası arasındaki minimum mesafenin (km olarak) tavsiye edilen değerleri[7].

	E1-E2	E2-E3	E3-E4
E1	1	10	100
E2	-	1	10
E3	-	-	1
E4	-	-	-

Ancak diğer taraftan, çok geniş bölgelerde, küçük-ölçekli doğal rezervleri olan yada yoğun nüfuslu olan bölgelerde yada ülkelerdeki didaktik fonksiyonlardan dolayı, gözlemevleri kurmak zor hatta imkansızdır. Çünkü, büyük bir şehir olduğundan - diyelim ki sınıf E3'e tekabül ediyor- bunun belli bir yerde olması demektir, onun çevresindeki geniş alan için engelleyici ışık ile ilgili kısıtlamalar çok az olacaktır. Bu gibi durumlar göz önünde bulundurularak yeni bir tablo oluşturulmuştur Tablo 4.11'de olduğu gibi, Tablo 4.12' de ki ilgili değerler bir bölge hattı ve referans noktası (gözlemevinin noktası) arasındaki minimum mesafe için verilmiştir. Veriler İtalyan standardında verilen değerlerden türetilmiştir. Fellin ve arkadaşlarına göre , bu standart uluslararası gözlemevleri için gözlemevinin önemine bağlı olarak ilk bölge 5 km, ikinci bölge 5, 10, 15 km olmalıdır. Tablo 4.12'te minimum değerler kullanılmıştır.

Tablo 4.12 Bölge sınır hatları ve referans noktası arasındaki minimum izin verilen mesafe (km olarak).[1]

	E1-E2	E2-E3	E3-E4
E1	1	5	10
E2	-	1	5
E3	-	-	1
E4	-	-	-

4.4 İyileştirici Tedbirler

Işık kirliliğinin, astronomik gözlemler üzerindeki etkisini ortadan kaldırmak için iki yöntem vardır. Bunlar, ışığın yok sayılması (Kapatma, kapaklı izleme) yada rahatsızlığın azaltılması (ışık kontrolü, spektral seçim).

4.4.1 Işığın Yok Sayılması

4.4.1.1 Işıkları kapatmak

Bu, astronomik gözlemler ile ilgili son çözümdür. Ancak, bizim sosyal ve ekonomik hayatımızın gereklilikleri geceleri kullanmamızı zorunlu kılmaktadır. Dolayısıyla geceleri suni ışık kullanılmaması düşünülemez ve uygulanamaz. Daha önce belirtildiği gibi, çoğu yerel kararnamede ve kanunda, aydınlatma teçhizatlarının kullanımında zaman kısıtlamaları konulmuştur. Neredeyse bütün gaz-boşaltma lambaları karartılabildiğinden modern elektronik balastlı lambalar daha kolay çözümler oluşturur.

4.4.1.2 Kapaklı görüş

Gaz boşaltma lambaları sadece elektrik akımı plazmadan geçerken önemli şekilde ışık yayar. Bu, lambaların saniye başına 100 kez söndürülmesi demektir. Bu tip lambalar, kapaklı görüş kuralını uygulama imkanı sağlar. Teleskoptaki foto cihazının objektif kapağı (yada onun elektronik eşiti) bir saniyede 100 kere açılır ve sadece lambanın ışık yaymadığı dönemler sırasında açılır. Bu yolla, gözlemci ışığın varlığını fark etmeyecektir. Bu methodla gözlemevleri için ışık kirliliğinin olumsuz

etkileri tamamiyle ortadan kalmış olur. Henüz bu metodun pratik uygulaması yoktur. Sistem özellikle önemli astronomik gözlemleri tarafından dikkatli şekilde ele alınmaktadır.

4.4.2 Dış Aydınlatmanın Olumsuz Etkilerinin Azaltılması

4.4.2.1 Işık kontrolü

Işık kontrolü basit terimlerle, üst yarı uzaya ışık akısının gitmesini önlemek demektir. daha basit biçimde açıklanırsa, ışık akısının sadece aydınlatılacak nesnenin üzerine düşürülmesidir.

4.4.2.2 Yansımanın azaltılması

Pratikte nesnelerin yansıtıcı karakteristiklerini ortadan kaldırılması uygulanabilir değildir. Çünkü görme olayı cismin yüzeyinden yansıyan ışıkla olmaktadır. Nesnelerin yansıtıcı özelliğinin azaltılması bu cisimlerin görülebilmesini zorlaştırır. Bu durumda da daha fazla ışığa ihtiyaç duyulur. Bunun sonucunda da kaçak ışık miktarı artar. Böylece ışık kirliliği problemi yeniden ortaya çıkar. Bu yöntem sadece gereğinden fazla ışık yansıtan cisimlerde uygulanabilir.

4.4.2.3 Monokromatik ışık kullanmak

Daha önce belirtildiği gibi, müdahaleyi azaltmak için şu anda mevcut olan en etkili yol (sözde) monokromatik ışık kaynağının kullanımıdır, daha özel olarak düşük basınçlı sodyum lambalarının kullanımıdır. Bu lambalar, spektrumun sarı kısmında çok dar bir spektral bantta yayılırlar (neredeyse bir çizgide).

4.4.2.4 Işık filtrelemesi

Yayılan ışığın spektral aralığının genişliğini azaltmak, özellikle düşük basınçlı lambaların mümkün olmadığı yada kullanımının istenmediği durumlarda astronomik gözlemlerin sağlıklı biçimde yapılabilmesi yani ışık kirliliğini azaltılması için kullanılır.

4.5 Engelleyici Işık Denetimleri

Dış aydınlatma ile ilgili kararlar kamu yetkililer tarafından alınır, bu yaptırım ve kısıtlamalar çoğu kez belediyeler tarafından yapılmakla birlikte merkezi yönetimde bu kararların alınmasında etkin rol oynar. Belediyeler ve merkezi yönetimin ve onların karar verme süreçlerinin karmaşıklığına bağlı olarak, kurallar farklı derecelerde objektif kriterler üzerinde kurulmuştur. Birçok vakada, aydınlatma teçhizatlarının amaçları vatandaşlara yol ve kamu güvenliği sağlamak yada bölgenin ekonomisini arttırmak gibi genel politika kurallarına dayanır. Yol aydınlatması ile ilgili fonksiyonel yaklaşım Schreuder'de (1970, 1997a, 1998) detaylı şekilde açıklanmıştır. Çoğu durumda, uygulanan aydınlatmanın normlara, tavsiyelere ve standartlara uyması beklenir. Yol aydınlatması için, CIE ve CEN yayınları uluslararası platformda kabul görmüş rehberlik bilgileri içerir. (CEN, 1998; CIE 1992, 1995a). Ulusal standartlar genellikle bu tür yayınlardan türetilmiştir. Bu tip ulusal standartlar incelenerek dış aydınlatmayla ilgili yeni çözümlere ulaşılabilir.

Aydınlatma teçhizatlarının planlara göre yapılıp yapılmadığını tespit etmek çok basit bir işletmecilik konusudur. Demokratik yolla seçilmiş herhangi bir hükümetin görevi vatandaşların çıkarları ile ilgilenirken toplumun daha genel çıkarlarıyla da ilgilenmektir. Günümüzde birçok ülkedeki yerel ve merkezi yönetim bu konuyla yakından ilgilenmekte, toplum ve çevreye zarar veren uygulamalarla mücadele etmektedir.

Uygulanan politikalarda ana hedef geceleri gökyüzünün karanlığının korunması olmalıdır. Böylece ışık kirliliğini yok etmek yada en azından azaltmak için gerekli önlemler, politikanın önemli bir parçası olur. Niçin dış aydınlatmanın yapıldığı ve niçin gökyüzünün karanlık kalmasının gerektiği toplum ve siyasi otorite tarafından iyi bilinmelidir.

Dış aydınlatma kriterleri kesinlikle bireylerin inisiyatifine bırakılmamalı ve etkin bir biçimde siyasi otorite tarafından kontrol edilmelidir. Yapılacak denetimlerde şu kriterler esas alınmalıdır:

- Dış aydınlatma ile ilgili hükümetin politik hedeflerinin ne olduğunu bilmek,
- Uygulanacak yada izlenecek standartların, kanunların ne olduğunu bilmek,
- Eğer politik amaçlar ve hedeflere bağlı kalınacaksa, aydınlatma teçhizatlarının fotometrik karakteristiklerinin ne olduğunu bilmek,
- Bir bölgede ne gibi kuruluşlar olduğunu ve kurulacağını bilmek ve harici aydınlatmanın bir envanterinin yapmak.

Son olarak şık kirliliğiyle mücadelede uyulması gereken çeşitli sınır değerler

Tablo 4.13’de gösterilmiştir.



Tablo 4.13 Rahatsız edici ışığın azaltılmasıyla ilgili teknik göstergeler ve önerilen değerler [12]

Teknik Aydınlatma Göstergesi	Kullanım koşulları	Aydınlatma Bölgesi			
		1	2	3	4
Çevredeki alanın aydınlatma sınırlaması Zeminin en yüksek parlaklık değeri (Kamusal yolların aydınlatılması hariç diğer bütün aydınlatmalarda uygulanır)					
Dikey düzlem parlaklığı (Ev : lx)	Sokağa çıkılan saatler Konutsal alan yakınlarında sınırlandırılmış değerler uygulanır. Parlaklık zeminin sınırının dikey düzlem parlaklığıdır. Yükseklik olarak konutun yüksekliği değerlendirilmeye alınır.	2	5	10	25
	Sokağa çıkılmayan saatler Komşu konutların yakınlarındaki pencere yüzeylerine sınır değerler uygulanır. Parlaklık pencere yüzeyinin dikey düzlem parlaklığıdır. Yükseklik olarak toprak sınırı ayarlama değerlendirilmeye alınır.	0	1	2	4
Kamusal yolların aydınlatılmasına bağlı olan zeminin maksimum parlaklık değeri					
Dikey düzlem parlaklığı (Ev : lx)	Binanın yola bakan odalarının pencere yüzeyi için sınır değer uygulanır	1	1	5	10
Görüş alanındaki aydınlatıcıların parlaklık sınırları					
Aydınlatma tertibatının parlaklık yoğunluğu (belirtilen yön) (I: cd)	Sokağa çıkılan saatler Her aydınlatıcı için sınır değerler uygulanır. Planda amaçlanan kontrol yönü açısından daha büyük açı uygulanır.	Sınır değerler ayrı tablolardan alınır.			
	Sokağa çıkılmayan saatler Sınır değerler, ışıkları diğer sakinleri rahatsız edici biçimde yayan her yüzeye uygulanır. Geçici ve kısa süreli durumları içermez.	0 (1)	500	100	2500
Ulaşım sistemlerine etkilerinin sınırları					
Değerlerde artma?	Ulaşım sistemleri ve bunların kullanıcılarının kolayca etkilenebilecekleri durumlarda sınır değerler uygulanır. Yolda gidenlerin görüş açısına ve yönüne göre ayarlanır.	Adapte edilmiş parlaklık	Adapte edilmiş parlaklık	Adapte edilmiş parlaklık	Adapte edilmiş parlaklık
Atmosfere dağılan ışığın sınırlandırılması					
Üst yarı uzaya giden ışık akısı oranı (%)	Aydınlatma ekipmanının kurulduğu bölgedeki yatay yüzeyden yukarıya doğru yayılan ışık akısının toplam ışık akısına oranıdır.	15 (2)	15	10	10
Fazla aydınlatılmış yapı yüzeylerinin ve tabelaların etkilerinin sınırlandırılması					
Bina yüzeyinin parlaklığı	Ortalama parlaklık ve yansıtma oranı ile belirlenir (cd/m ²)	0	0.05	0.15	0.25
Tabelanın parlaklığı		?	?	?	?

Tablo 4.13 ile ilgili not:

(1) Aydınlatıcı yol aydınlatılması gibi kamusal alanlarda kullanılıyorsa, 500 lm'ne kadar olan değerlere izin verilir.

(2) Sokağa çıkılmayan zamanlarda bu değer sıfır olmalıdır.

Sokağa çıkılmayan zamanlar gece geç saatten sonra ışıkların söndürüldüğü saatleri belirtmektedir.

?: Belirsiz.

Dış aydınlatma kriterleri kesinlikle bireylerin inisiyatifine bırakılmamalı ve etkin bir biçimde siyasi otorite tarafından kontrol edilmelidir. Yapılacak denetimlerde şu kriterler esas alınmalıdır:

- Dış aydınlatma ile ilgili hükümetin politik hedeflerinin ne olduğunu bilinmeli,
- Uygulanacak yada izlenecek standartların, kanunların ne olduğunu bilinmeli,
- Eğer politik amaçlar ve hedeflere bağlı kalınacaksa, aydınlatma teçhizatlarının fotometrik karakteristiklerinin ne olduğunu bilinmeli,
- Bir bölgede ne gibi kuruluşlar olduğunu ve kurulacağını bilmek ve harici aydınlatmanın bir envanterinin yapılmalı.

5. IŞIK KİRLİLİĞİ İLE İLGİLİ ULUSAL YÖNETMELİKLERE GENEL BAKIŞ VE ÖRNEK ÇALIŞMALARIN (JAPONYA VE TÜRKİYE) İNCELENMESİ

Işık kirliliği ile mücadelede en etkin rolü yerel ve merkezi yönetimler yürütür. Kamu yöneticileri dış aydınlatma ile ilgili yönetmelikler hazırlar veya hazırlatır. Bu yönetmeliklere uyulması için gerekli hukuksal yaptırımlar uygular. Yönetmeliklere uyulup uyulmadığını denetler. Bazı ülkelerde tüm ülkeyi kapsayan yönetmelikler vardır. Bazı ülkelerde bölgelere göre farklı yönetmelikler ortaya çıkabilir. Çünkü çok geniş bir yüzölçümüne sahip ülkelerde tüm yerleşim bölgelerinde aynı yönetmelik uygulanamaz. Bölgelerin ihtiyaçlarına karşı farklılıklar oluşabilir. Bu tezin hazırlanışında genellikle CIE'nin, tavsiyeleri, hazırladığı teknik raporları ve standartları içeren, yayınlarından faydalanılmıştır. Bu bölümde çeşitli ülkelerin dış aydınlatma ve ışık kirliliği ile ilgili hazırladıkları yönetmelikler, sunduğu tavsiyeler ve yaptıkları uygulamalar yüzeysel incelenecektir. Tezin ana kaynağı CIE yayınları olduğu için CIE ayrıca işlenmeyecektir. Japonya ve Türkiye'nin hazırladıkları yönetmelikler daha geniş biçimde incelenecektir.

5.1 Dünya Ülkelerinde Yapılan Çalışmalara Genel Bakış Türkiye

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından Elektrik Dış Aydınlatma Yönetmeliği hazırlanmıştır. Bu yönetmeliğin amacı, elektrik enerjisinin nihai tüketiminde önemli payı olan dış aydınlatmada, enerjinin etkin ve doğru kullanılmasıyla gereksiz yere enerji sarfiyatını önleyerek enerji tasarrufu sağlanması ve astronomik gözlemleri ve doğal hayatı olumsuz yönde etkileyen ışık kirliliğinin önlenmesidir. Bu çalışma, bu bölümün sonunda özetlenecektir.

ABD

1988 de, kar gütmeyen ve vergiden muaf “Uluslararası Karanlık Gökyüzü Birliği” (IDA) kurulmuştur. 1998 sonu itibarıyla 68 ülkeden 2917 üyesi vardır. Birlik; sorunları açıklayan ve çözüm öneren broşürler yayınlamaktadır. IDA hazırladığı bu yayınları üyelerine göndermekte ve internet sayfasında yayınlamaktadır. Bu kuruluş enerji tasarrufu ve çevre için ABD Çevre Ajansı ile birlikte çalışıyor. İngiltere, Kanada, Japonya gibi ülkelerin ilgili kuruluşları ile işbirliği yapıyor.

IDA'nın baskıları sonucu, istenen özellikte armatür üreten firmaların sayısı artmıştır. Firmalar, ticari amaçla da olsa, IDA ile işbirliği yapmaktadırlar. Çevresinde büyük gözlemevleri olan Tuscon şehri aldığı önlemlerle hem ABD'de hem dünyada örnek olmuştur. Tuscon yerel yönetimi, birkaç cadde ve sokağa yüksek basınçlı sodyum (YBS), Düşük basınçlı sodyum (DBS) ve cıva buharı lambaları yerleştirildi. Belli bir zaman sonra ilgili cadde ya da sokak üzerinde oturan kişilere bu aydınlatmalar hakkındaki düşünceleri soruldu.. DBS lambalı caddede oturanlar en memnun olanlardı. Şimdi Tuscon ana caddelerinde YBS, tali cadde ve sokaklarda DBS lambaları kullanılmaktadır.. Tuscon şehrinde, görevliler dış aydınlatma ile ilgili şikayetleri toplamakta ve yasaları çiğneyenleri izlemektedir. Şikayet konusu lamba yasadan önce konmuşsa, herhangi bir işlem yapılmamaktadır. Lambalar yasadan sonra konulmuşsa, düzeltilinceye kadar takip edilmektedir. Uygulamada, insanların alışkanlıklarını değiştirmenin zor olduğu gerçeği ile karşı karşıya kalınmaktadır. Astronomi ve aydınlatma sanayii dışında kalan insanların hala bu konularda bilgisiz olduğu belirtilmektedir. Bütün bunlara karşın, Tuscon şehrinin nüfusu arttığı halde iyi titiz uygulamalarla ışık kirliliği sınırlandırılmıştır. Günümüzde uygulanan yasa 1994 de kabul edildi. Tuscon şehrinde gece şehir aydınlatıldığı halde Samanyolu görülebilmektedir. ABD'de 16 eyalette 74 yerel yönetim (belediyeler ya da eyalet) dış aydınlatma yönetmeliği çıkardı. 11 eyalette 19 yerel yönetim ise yönetmelik hazırlamaktadırlar. Bu yönetmelikler çerçevesinde şehir ve kasabalarda eski lambalar değiştiriliyor, ilk uygulamalarda ise yeni lambalar kullanılıyor. Örneğin Los Angeles de 240.000 lambanın 1/3'ü yeni kavram lambalarla değiştirildi. Sonuç daha iyi aydınlatma, daha az enerji tüketimi ve daha az ışık kirliliğidir.

İspanya

Kanarya adalarından Tenerife ve La Palma özel yasa ile çok sıkı koruma altına alınmıştır. Eski lambalar değiştirilmiştir. Bu değişikliğin masrafının 3-5 yılda enerji tasarrufu ile karşılanacağı hesaplanmıştır. Yasayı uygulayan, gökyüzü parlaklığını sürekli ölçen ve gözetim altında tutan Kanarya Adaları Astrofizik Enstitüsü (AIC) 'nın üç kişilik bir ekibi vardır. İspanya'nın Catalonya bölgesinde yerel yönetim benzer önlemler için harekete geçmiştir.

İngiltere

İngiltere Avrupa'nın ışık kirliliği açısından en kirli ülkelerinden birisidir. 1990 yılında İngiliz Astronomi Birliği (BAA), IDA ile işbirliği halinde “Karanlık Gökyüzü İçin Kampanya” (CfDS) adlı bir örgüt oluşturmuştur. İngiltere’de yılda iki kez (ücretli) haber bülteni yayınlamaktadır.

Bu kampanyanın başarılarını şöyle sıralayabiliriz:

- Aydınlatma Mühendisleri Odası Işık Kirliliğinin Azaltılması için Rehber yayınlamıştır.
- Dış aydınlatma tasarım ve üretimiyle ilgili aydınlatma mühendislerinde soruna duyarlılık artmıştır.
- Ulusal Uzaktan Algılama Komitesi ile işbirliği yaparak İngiltere’de gece enerji kaybının uydu görüntüsü elde edilmiştir.
- Britanya Standartlar Enstitüsü’ne danışılarak ışık kirliliği ve gök parlaklığı hakkında yeni kavramlar ve yeni kriterler tanımlanmıştır.
- Konunun medyada işlenmesi sağlanmıştır.
- Siyasiler TV’de ışık kirliliği ile mücadeleyi destekleyen konuşmalar yapmıştır.
- Çevreye verilen rahatsızlıkların azaltılması için, Ulaştırma Bakanlığı tarafından 1993 de yerel yönetimlere tavsiyeler içeren “Yol Aydınlatması ve Çevre” konulu broşür yayınlanmıştır.
- “Starry Starry Night” (Yıldızlı Yıldızlı Geceler) adlı kampanya ile konuyla ilgisi olmayan vatandaşlara ulaşılmaya çalışılmış ve İngiltere’de yanlış ışıklandırma ile yılda £ 53 milyon tutarında enerji kaybı olduğu hesaplanmıştır.
- Kötü aydınlatmaya karşı yasal kovuşturma için yasal altyapı hazırlığına başlanılmıştır.

Japonya

Yıldızlı Gökyüzünü Koruma Birliği kuruldu, bu birlik IDA ile ortak çalışmaktadır. Çevre Ajansı ve Tokyo Ulusal Gözlemevi'nin desteğinde 1987 den beri yaklaşık 9000 Japon her kış, gece gökyüzü parlaklığını ölçme kampanyasına katılmaktadır. Japonya Çevre Ajansı, 4 yıllık bir çalışmadan sonra 1998 de, açıklamalar, şekiller ve çizelgeler içeren 100 sayfalık Işık Kirliliği Karşı Tedbir Yönetmeliği'ni yayınladı. *Bu Yönetmelik ileride daha geniş biçimde incelenecektir.*

Fransa

“Gece Gökyüzünü Korumak için Ulusal Komite” oluşturulmuştur. 3-4 Ekim 1998 de Ulusal Işık Kirliliği Konferansı düzenlenmiştir. Mayıs 1998 de 3 günlük bilim şenliğinde ışık kirliliği konusu işlenmiştir. Konuyla ilgili yasal düzenlemeler yapılmıştır.

Yunanistan

Yunanistan Milli Eğitim Bakanlığı 1997 – 1999 yıllarında halkı eğitim programı düzenlenmiştir. İki okulda pilot eğitim programı başlatılmıştır. Mayıs 1999 da Atina'da Işık kirliliği ile ilgili uluslararası toplantı yapılmıştır.

Yeni Zelanda

Dış aydınlatma yönetmeliği çıkaran ilk ülkelerden birisidir.

Güney Afrika

IDA ile işbirliği içinde yerel toplantılarla halkı bilinçlendirme çalışmaları başlatılmıştır.

İsviçre

1996 da Karanlık Gökyüzü Derneği kurulmuştur. Özel olarak İsviçre Alpleri'ni ışık kirliliğine karşı korumak için çalışmalar yapılmaktadır.

Avustralya

Victoria Astronomi Derneği tarafından yerel yönetim üyelerini ve halkı eğitmek için, 1991 de “Işık Kirliliği Alt Komitesi” kurulmuştur. Üç büyük şehirde (Melbourne, Victoria ve Canberra) yerel yönetimler dış aydınlatma yönetmeliği çıkarmıştır. Oluşturulan "Avustralya Aydınlatma Standartları" na (AS 4282) uyulmasına başlanmıştır.

Belçika

Işık kirliliği ile mücadelede en etkin ülkelerden birisidir. IDA' ya üye birçok insan "Işıkları söndür" gibi kampanyalarla ilgilileri ve halkı bilinçlendirmeye çalışmaktadır. 1996 da yapılan kampanyaya Flanders halkının %14 ünün katıldığı belirtilmektedir. 20 kadar yerel yönetim, ışık kirliliğine karşı yasa çıkarmaları için ikna edilmiştir.

Kanada

Kanada, Karanlık Gökyüzü Kampanyası başlatmıştır.

Almanya

Ausburg şehri çevre komitesi, 2005 yılında yerel ışık kirliliğini sıfırlayacakları sözünü vermiştir.

Şili

Şili'de Vicuana şehri civarı lambaları sodyum buharı lambaları ile değiştirildi. Elektrik tüketiminde 2 kat azalma olduğu tespit edilmiştir.

5.2. Japonya'da Hazırlanan "Işık Kirliliği için Yönetmelik" Yayını

Işık kirliliği ile mücadelede önemli ve kapsamlı bir çalışma olduğu için üzerinde durulmuştur.

Bu yayının içeri şu şekildedir:

Giriş

I- Işık Kirliliğine Karşı Tedbirleri'ne genel bakış

- Yönetmeliklerin hazırlanması
- Yönetmeliklerin yapısı
- Yönetmeliklere göre ilgili kurum ve kişilerin görevleri
- Dış aydınlatma teçhizatları tasarımcılarının statüsü

II- Işık Kirliliğine Karşı Tedbir Yönetmelikleri

- Işık kirliliği
- Gökyüzü parlaklığı sorunu
- Dış aydınlatma bölgeleri
- Aydınlatma yönetmeliklerinin içerikleri
- Kişi ve kurumlar tarafından bu yönetmelikler nasıl kullanılmalı
- Dış aydınlatma yönetmelikleri

5.2.1 Işık Kirliliğine Karşı Tedbir Yönetmeliklerine Genel Bakış

5.2.1.1 Yönetmeliklerin hazırlanışı

Bu Yönetmelikler, Japon Çevre Örgütü (JEA) tarafından kurulan ve ardından Japon Çevre Ajansı'nın Atmosferi Koruma Bürosu tarafından atanan, "Işık Kirliliği Karşı Tedbirleri Çalışma Komitesi" tarafından hazırlanmıştır.

Bu komite ilk toplantısını, temel bilgilerin toplandığı, sorunların ve konuların ele alındığı Eylül 1996 tarihinde yapmıştır. Komite 1997'de çeşitli Yönetmelikleri incelemiş ve bunlar üzerinde çalışmalar yapmıştır. Bu "Işık Kirliliğine Karşı Tedbir Yönetmelikleri" dokümanı, komite müzakere sonuçlarının son bir özetini sunmaktadır.

5.2.2 Yönetmeliklerin yapısı

Yönetmeliklerin yapısı

Bu çalışma ışık kirliliği ile mücadelede yapılan önemli çalışmalardan birisidir. Işık kirliliği tanımlanmış ve derinlemesine incelenmiş, niçin dış aydınlatmanın yapıldığı ve dış aydınlatmada uyulması gereken kriterler ayrıntılı biçimde açıklanmıştır. Dış aydınlatma ile ilgili standartlar verilmiştir. Işık kirliliğinin insanlar, hayvanlar, bitkiler, tarım alanları ve çevre üzerindeki olumsuz etkileri ayrıntılı biçimde açıklanmıştır. Bu olumsuz etkilerin ortadan kaldırılabilmesi için tavsiyelerde bulunulmuştur. Dış aydınlatma kontrolünün kimler tarafından ve nasıl yapılacağı anlatılmıştır. Işık kirliliği konusunda toplumun bilinçlendirilmesi gerektiğine dikkat çekmiş ve bunun nasıl yapılacağı anlatılmıştır.

Bu yayında geçen, Dış aydınlatma yönetmeliklerini kısaca özetleyelim

Yönetmeliklerinin özetı

(a) “Dış aydınlatma yönetmelikleri”

Dış aydınlatma ekipmanları için teknik şartnameler, çeşitli teknik Yönetmeliklerde olduğu gibi, Japonya Endüstri Standartları’nca (JIS) belirlenmektedir. Ancak, bu standartlar ışık kirliliği ile mücadele ile ilgili bir kısıtlama getirmemiştir. Daha doğrusu dış aydınlatma kriterleri ışık kirliliği olgusu hesaba katılmadan hazırlanmıştır. Mevcut standartları ele alan bu yönetmelikler, dış aydınlatma standartlarına ışık kirliliği açısından bakarak, standartları yeniden düzenlemiştir. Dış aydınlatma tesisatlarının ışık kirliliği oluşturmıyacak biçimde dizaynı ve işletimi hakkında tavsiyeler içermektedir.

(b) “Dış aydınlatma kontrol listesi”

Dış aydınlatma tesisatının kurumu ve işletimi esnasında yönetmeliklere uygun hareket edilip edilmediğini kontrol edilebilmesi için bir kontrol listesi hazırlanmıştır. Dış aydınlatma belirli bir amaca yönelik yapılır. Bu amaç net bir biçimde belirtilmelidir. Kontrol listesine göre aydınlatma bu amaca hizmet etmelidir. Bu amaca hizmet ederken de ışık kirliliğine sebebiyet vermemelidir. Bu kontrol listesi, aydınlatma ekipmanının kurulumu ve işletilmesi esnasında, çalışmayı yürüten sorumluları ve uygulamayı yapan personeli çevre konusunda daha duyarlı hareket etmeye zorlar. Kontrol listesi kullanılarak aydınlatma tesisatında uyulması gereken standartlara uyulup uyulmadığını belirlenir.

(c) “Reklam aydınlatması yönetmeliğı”

Bu Yönetmelik, doğal manzara ve reklamcılık üzerindeki yasalar ve düzenlemeleri esas alarak, reklam aydınlatması ve diğer dış aydınlatma tesisatı uygulamalarında, hesaba katılması gereken ışık kirliliğı karşı tedbirlerine ilişkin ilave noktaları ele alır. Bu Yönetmelik, ayrıca, açık alana yerleştirilen otomatik satış makineleri ile ilgili standartları da içerir.

5.2.3 Dış aydınlatma Yönetmeliklerine göre kişi ve kurumlara düşen görevler:

Bu yayında dış aydınlatma Yönetmeliklerinin uygulayıcılarının kim olduğu ve neler yapmaları gerektiği de belirtilmiştir. Uygulayıcılar 5 grupta toplanmıştır:

- 1- Siyasi otoriteler (Merkezi Japonya Hükümeti ve yerel yönetimler)
- 2- Özel İşletmeler
- 3- Aydınlatma Teçhizatı İmalatçıları
- 4- Reklam Panoları İmalatçıları ve Bunları Kuranlar
- 5- Vatandaşlar

Siyasi otoriteler

(a) Eğitim

Siyasi otoriteler tarafından kurulan Çevre Örgütü, ışık kirliliğine karşı tedbirlere ilişkin eğitim vermelidir. Böylece “Işık Kirliliğine Karşı Tedbir Yönetmelikleri”nin yayılmasına katkıda bulunacaktır. Çevre Örgütü aynı zamanda bu Yönetmeliklerin uygun olarak revize edilmesini üstlenmelidir.

(b) İyi aydınlatma ortamlarının sağlanması

Yönetmelikler temelinde, yerel bölgelerde iyi aydınlatma ortamlarının sağlanması amacıyla çeşitli araştırmalar ve çalışmalar yürütülmelidir.

(c) İnisiyatifin ele alınması

Japonya Hükümeti ve yerel hükümetler, dış aydınlatma aktivitelerin yürütülmesi sırasında Yönetmelikleri uygulamalı ve uygulatmalıdır. Yönetmeliklerin kullanılmasıyla ilgili örneklerdeki bilgilerin açıklanması da gerekmektedir.

Özel işletmeler

(a) Yönetmeliklerin aktif olarak uygulanması

İş çevreleri, aydınlatma tesislerinin geliştirilmesinde, tasarlanmasında ve işletilmesinde Yönetmelikleri aktif olarak kullanmalı ve hatta daha iyi aydınlatma ortamları için çaba göstermelidir.

(b) Çevreye olan etkilerin değerlendirilmesi

Çevreye olan etkiler, büyük-ölçekli, yüksek derecede halka açık oluşumların ve çevrenin hesaba katılması gerektiği diğer projelerin yürütülmesi sırasında nesnel olarak değerlendirilecektir. Konuyla ilgili bilgiler, aydınlatma tasarımlarına ve mevcut aydınlatma fiyatsızlarının gelişimine yansıtılmalıdır.

Aydınlatma ekipmanı imalatçıları

(a) Yüksek verimlilikte aydınlatma ekipmanlarının geliştirilmesi

Aydınlatma ekipmanı imalatçıları, Yönetmeliklerde belirtilenlerden daha verimli aydınlatma ekipmanı tasarımları geliştirmelidir.

(b) Bilgilerin açıklanması

Tüm aydınlatma ekipmanının performansına ilişkin bilgiler açıklanacaktır.

(c) Araştırma, eğitim ve aydınlatma tasarım teknolojisinin yayılması

İmalatçılar, çevreye dikkate alan aydınlatma tasarım teknolojisi (aydınlatma ekipmanının kurulumuna ilişkin teknoloji) araştırma ve geliştirmesini sürdürecektir ve teknik elemanlarına eğitim vermeye çalışacaktır. İmalatçılar, ayrıca, uygun aydınlatma teknikleriyle ilgili bilgileri, kendi mallarını satın alanlara verdikleri gibi diğer şirketlerin teknik elemanlarına da vermeye çaba göstermelidir.

Reklam araçları imalatçıları ve bunları uygulayan kişiler

(a) Işık kirliliğinin farkına varılması

Reklamın yol açtığı ışık kirliliğinin, reklam araçları imalatçılarının ve bunları kuran kişiler tarafından farkına varılması sağlanmalıdır ve bunlar ışık kirliliğinin etkilerini minimum seviyeye indirmek için çaba göstermelidir.

(b) Dış reklamcılık Yönetmeliklerine uyulması

Doğal manzaranın korunması ve reklamcılığa ilişkin yasa ve düzenlemelere ek olarak, ışık kirliliğiyle ilgili Yönetmelikler de uygulanmalıdır.

Vatandaşlar

(a) Işık kirliliğinin farkına varılması

Vatandaşlar, daha iyi aydınlatma ortamları sağlamanın yanı sıra, ışık kirliliğine dair bilgilerini de geliştirmelidir.

(b) Dış aydınlatması Yönetmeliklerinin evlerde kullanılması

Evlerdeki dış aydınlatması durumu, kontrol listeleri kullanılarak incelenmelidir ve gerekli bölgelerdeki dış aydınlatma iyileştirilmelidir.

(c) Global ısınmanın önlenmesi amacıyla yaşam tarzlarının yeniden gözden geçirilmesi

Yaşam tarzları, karbon dioksit emisyonlarının önlenmesine katkıda bulunacak şekilde gözden geçirilmelidir.

5.2.4 Işık Kirliliğine Karşı Tedbir Yönetmelikleri

5.2.4.1 Işık kirliliği tanımı

Bu bölümde ışık kirliliğinin tanımı yapılmış ve olumsuz etkileri üzerinde durulmuştur.

5.2.4.2 Gökyüzü parlaklığı problemi

Yönetmeliğin bu bölümünde Işık kirliliğinin bir sonucu olan ve astronomik gözlemleri engelleyici bir etki yapan *gökyüzü parlaklığı* problemi incelenmiştir. Gökyüzü parlaklığı meselesi, bir bölgedeki gökyüzü parlaklığı, doğal ışık seviyesi ile karşılaştırıldığında çok fazla ise bir problem olarak görülür. Vatandaşların gökyüzü parlaklığı sorunun farkında olmasını sağlayacak hedeflere sahip olunması arzulanmaktadır .

Gökyüzü parlaklığı sorunu, geceleri dünya yüzeyindeki yapay ışığın atmosferde tüm yönlerdeki saçılımından doğmaktadır. Geceleri gökyüzü, yukarıda bahsedilen prosedüre göre herhangi bir gökyüzü parlaklığının oluşmasından önce, belli derecede bir parlaklığa (aydınlığa) sahiptir. Buna gece ışığı denir ve bunun üç ana kaynağı, yere en yakın olanından başlamak üzere, “atmosferik ışık”, “zodyak ışığı” ve “yıldızlardan gelen ışık”tır. Dış aydınlatma teçhizatlarından yukarı saçılan ışık bu doğal parlaklığı artırır. Buda gözlemleri zorlaştırır. Gök parlaklığını azaltmak için izlenmesi gereken yöntemler şöyle sıralanmıştır.

- Işık kirliliği ve diğer yönetmeliklere uygun davranılmalıdır.
- Düzenli olarak gökyüzü izlenmelidir. Bu izleme yapılırken süreklilik ve işbirliği yapılması önemlidir.
- Bu konuyla ilgili eğitim programları uygulanmalıdır.

5.2.4.3 Aydınlatma ortamı türleri

4 farklı aydınlatma bölgesi olduğu kabul edilmiştir.

1- Aydınlatma Ortamı I

Anahtar Kelimeler: Emniyet, Akanyıldız Köyü, Uzun Dönem, Geniş Alan

2- Aydınlatma Ortamı II

Anahtar Kelimeler: Güvenli, Samanyolu

3- Aydınlatma Ortamı III

Anahtar Kelimeler: Sakin, Büyük Ayı

4- Aydınlatma ortamı IV

Anahtar Kelimeler: Eğlence

Belirtilen aydınlatma ortamlarının özellikleri Tablo 5.1 de verilmiştir. Tablo 5.2’de ise bu ortamların CIE kılavuzundaki değerlerle karşılaştırılması verilmiştir.

Tablo 5.1 Aydınlatma ortamı tipleri

İş	Hedefler	Yerel yönetimin yapacağı iş		Özel Şirketlerin, vb. yapacağı iş
Aydınlatma ortamı tipi		Geniş alan hedeflemesi	Bölgesel aydınlatma ortamı planı	
Ortak noktalar	Aydınlatma ortamı tipi için seçme koşulları - Bölge sakinlerinin farkında olması - Çevresel koşullar - Diğer politikalarla işbirliği	- Çevre eğitimi, bölgesel teşvik verilmelidir. - Kamu aydınlatma standartları, diğer politikalarla işbirliği yapılmalıdır.	- Karşı tedbirlerin gelişmesine dayanarak bölge sistemlerinin yeniden sorgulanması gerekir - Aydınlatma kullanıcılarını vs. hedefleyen eğitim verilmelidir.	- Sokak ışık fişkürleri kılavuzundan faydalanılmalıdır. - Kontrol listesi ve diğer kılavuzlardan faydalanılmalıdır. - Bölge aydınlatma ortam planının anlaşılması gerekir.
Aydınlatma ortamı I - Akanyıldız köyü - Emniyetli	Doğal parklar, köyler, kırsal alanlar	- Yeniden canlandırılan çevreye bölgesel teşvik verilmelidir - Doğal çevre ile uyumlu aydınlatma tesisleri üzerinde çalışmalar yapılmalıdır.	Doğal çevre ile uyumlu aydınlatma tesisleri üzerinde çalışmalar yapılmalıdır.	Doğal çevre ile uyumlu aydınlatmanın kullanılması
Aydınlatma ortamı II - Samanyolu - Güvenli	Köyler, kasabalar	- Işık kirliliği karşı tedbirleri üzerinde eğitim verilmelidir. - İzleme noktalarında Samanyolu'nun gözlemlenebilmesin in orta dönemde hedeflenmesi yapılmalıdır.	İlgili düzenlemeler, vs. ile bağlantılı karşı tedbirlerin geliştirilmesi gerekir.	Mevcut aydınlatma sistemlerinin yeniden sorgulanması ve gerekli değişimlerin yapılması.
Aydınlatma ortamı III - Büyükayı - Sakin	Bölgesel şehirler, metropolit bölgeler ve çevresi	- Işık kirliliği karşı tedbirleri üzerinde eğitim verilmelidir. - Gece göğü izleme noktalarının tamamlanması gerekir. - Mevcut aydınlatma sistemlerinin yeniden sorgulanması gerekir.	İlgili düzenlemeler, vs. ile bağlantılı karşı tedbirlerin geliştirilmesi gerekir.	Aydınlatma tesislerinin değiştirilmesi sırasında sistemlerin yeniden sorgulanması gerekir.
Aydınlatma ortamı IV - Eğlence - Konforlu yaşam - Telaşlı	Büyük şehirlerin merkez kısmı		- Aydınlatma tesislerinin değiştirilmesi sırasında sistemlerin yeniden sorgulanması gerekir. - Gece göğü izleme noktaları tanımlanmalıdır.	- Tesislerin değiştirilmesi sırasında aydınlatma fişkürlerinin yeniden sorgulanması - Mevcut lambaların yeniden gözden geçirilmesi

Tablo 5.2 de yönetmelikte belirtilen aydınlatma ortamlarının CIE Kılavuzlarında belirtilen Aydınlatma Bölgeleriyle karşılaştırılması

Tablo 5.2 CIE kılavuzundaki aydınlatma ortamı tipleri ile yönetmelikteki aydınlatma ortamlarını karşılaştırılması[12]

Bölge aydınlatma ortamı tipinin seçimi	CIE kılavuzuna göre çevre bölge
Aydınlatma ortamı I	Derin doğal manzarası olan bölgeler: Doğal parklar, dikkate değer doğal manzarası olan alanlar
Aydınlatma ortamı II	Düşük çevre aydınlatması olan bölgeler: Genellikle şehir dışı ve kırsal bölgeler (konut bölgesi yol standartlarınca aydınlatılmış yollar dahildir)
Aydınlatma ortamı III	Çevre aydınlatması orta derecede olan bölgeler: Genellikle kentsel alanlar (konut bölgesi yol standartlarınca aydınlatılmış yollar dahildir)
Aydınlatma ortamı IV	Çevre aydınlatması yüksek olan bölgeler: Genellikle, konut bölgesi ve iş/sanayi bölgesi karışımı olan şehir alanları. Geceleri çok sayıda aktivitenin olduğu alanlar.

5.2.4.4 Aydınlatma Yönetmeliklerinin İçeriğine Giren Kişiler

Bir tesisin kurulmasında ve yönetilmesinde, her bireysel ışıklığın aydınlatma ortamı üzerindeki etkisi, tasarım yöntemleri, inşaat ve kullanıma bağlı olarak büyük oranda farklılık gösterir. Bu yüzden, iyi bir aydınlatma ortamı elde etmek için, planlama ve diğer aşamalardan bakım ve yönetime kadar, aydınlatma ortamına dahil olan herkes kendi bakış açısına ait fikirler vermelidir.

Bu yönergelerde, aydınlatmanın içerdiği kişiler, tesis müdürleri, tesisi kurucuları/bakımcıları ve aydınlatma tasarımcıları olarak sayılabilir.

Buraya kadar olan kısımda yönetmeliğin hazırlanışı içerdiği bilgiler ve kişiler hakkında bilgiler verildi. Şimdi de bu yönetmeliklerin nasıl kullanılması gerektiği konusu üzerinde duralım.

5.2.4.5 Bu Yönetmelikler Nasıl Kullanılmalıdır?

Aşağıda her türden ilgili kişinin bu yönergeleri kullanım yolları verilmiştir.

Siyasi Otorite (Merkezi Japon Hükümeti, yerel yönetimler ve otoriteler)

Yönetmeliklere göre siyasi otoriteye düşen sorumluluklar:

(1) Dağıtım ve eğitimin geliştirilmesi

(a) İşyerlerine dağıtımı sağlamalıdır.

* “Dış aydınlatma kurulumu kontrol listesi, vs.” “Reklam kılavuzu, vs.”nin işyerlerine dağıtılması sağlamalıdır.

* İşyerlerini hedefleyen dağıtım ve eğitim için metinler oluşturmalıdır.

(b) Vatandaşlara dağıtımı sağlamalıdır.

* “Dış aydınlatma kurulumu kontrol listesi, vs.”deki konutlarla ilgili kanun ve düzenlemelerin çıkartılmasıyla oluşturulan broşürlerin dağıtılması sağlamalıdır.

(2) Merkezi ve/veya yerel yönetimlerce yürütülen geliştirme projeleri, vb.

* Bölgesel planlamanın zamanında kullanılması sağlanmalıdır.

* Her kılavuz için başvuru örneklerinin halka açık hale getirilmesi sağlanmalıdır.

(3) Şehir planlama projelerinin neticelendirilmesi sağlamalıdır.

İşletme müdürü

* Tesisinde “Dış aydınlatması kurulumu kontrol listesi, vs.” “Reklam kılavuzu, vs.” kullanmalıdır.

* Lambalar için özel siparişlerin verildiği ve tasarımcıların aydınlatma ekipmanı tasarladığı durumlarda “Sokak lambaları kılavuzu”na başvurulmasını sağlar.

Aydınlatma ortamı tasarımcıları

Tasarımcılar temelde, tesis müdürleri ve bakım şirketleri ile aynı sorumluluklara sahiptir, fakat, aydınlatma ile ilgili daha yüksek bir bilgi düzeyine sahip oldukları için, kılavuzları daha iyi yorumlayıp kullanmalıdırlar.

Aydınlatma ekipmanları üreticileri

- * Aydınlatma ekipmanlarının geliştirilmesi ve tasarlanması sırasında “Dış Aydınlatma kılavuzu”na başvurmalarıdır.
- * Bir ürün katalogunun oluşturulması sırasında, direkt ve endirekt kullanıcıların, “Dış Aydınlatma kılavuzu”ndaki parametrelerin değerlendirilmesine dayanarak bir yargıya varmalarını sağlayacak şekilde tasarım yapmalarıdır.

Reklam panosu, vb. üreticileri ve kurucuları

“Reklam Aydınlatması kılavuzu”nu kullanacaklardır.

Vatandaşlar

(1) Işık kirliliğinin anlaşılması

- * Vatandaşlar tarafından ışık kirliliği kavramı iyice anlaşılmalıdır.

(2) Evlerdeki dış aydınlatmasının kontrolü sırasında

- * “Dış aydınlatması kurulumu kontrol listesi, vs.”deki evlerle ilgili kural ve düzenlemelere başvurmalarıdır.

5.2.4.6 Dış Aydınlatma Yönetmeliklerin Açıklanması

Ortak noktalar

(1) Yönergelerde kullanılan terimler

Bu yönergelerde kullanılan aydınlatma terimleri JIS ZS113 “Aydınlatma terimleri”ne dayanmaktadır.

Başlıca terimlerin tanımları

- * Kaçak ışık : Bir aydınlatma teçhizatından yayılan ve amaçlanmayan bölgeleri veya nesneleri aydınlatan ışık
- * Rahatsız edici ışık: Miktarı veya doğrultusu insan aktiviteleri, hayvanlar, bitkiler vs. üzerinde zararlı etkileri olan ışık akısıdır.
- * Aydınlatma etkinliği : Bir lambanın birim elektrik tüketimi başına meydana getirdiği ışık akısı (lm/W)
- * Armatür: Bir bölge veya nesneyi aydınlatmak için kullanılan lambanın içine monte edildiği ve elektriki bağlantılarının yapıldığı teçhizat.

* Armatür ışık çıktı oranı : Armatürün yaydığı ışık akısının lambanın yaydığı ışık akısına oranıdır.

* Fayda faktörü : Aydınlatılmak istenen nesneye ulaşan ışık akısının, armatürden çıkan ışık akısına oranı.

Dış Aydınlatma Yönetmeliği

Bu yönetmeliğin hedef aldığı kitle, yerel yönetimler, tesis müdürleri ve bakımçıları, aydınlatma tasarımcıları, aydınlatma ekipmanı üreticileridir

Önerilen performans parametreleri

Bu bölümde, aşağıda önerilen standartlar dış aydınlatma için temel standartlar olarak saptanmıştır.

(Değerlendirme parametreleri)

(1) Aydınlatma etkinliği

(2) Işık kaynağından üst yarı uzaya giden ışık akısı oranı (ULOR)

(3) Parıltı

(4) Enerji tüketim karakteristikleri

Aydınlatma etkinliği

(1) Yüksek aydınlatma etkinliğine sahip ekipmanların kurulması önerilmektedir.

(2) Üreticilerin, kurulduğunda ve çalışma esnasında, yüksek bir fayda faktörü sağlayan aydınlatma ekipmanı geliştirmeleri önerilmektedir.

Işık kaynağından üst yarı uzaya giden ışık akısı oranı (ULOR)

(1)Güvenli Bölgelerdeki dış aydınlatma teçhizatının, kurulduğunda ve çalışma esnasında ULOR değerinin %5 veya daha az olması gerekir.

(2) Aydınlatma ortamları III ve IV için, geçici olarak aşağıda verilen ULOR değerleri kullanılacaktır.

* Kısa dönem hedeflemeleri için öneriler: % 0 – 15 (Aydınlatma ortamı III), % 0 – 20 (Aydınlatma ortamı IV)

* Hükümetler tarafından yürütülen kamu yolu aydınlatmasına ilişkin öneriler: % 0 – 15 (Aydınlatma ortamları III/IV)

Parıltı

- 1- Temel olarak, JIS ve teknik yönetmeliklere uygun değerlerde olmalıdır.
- 2- Otoyol aydınlatması durumunda, JIS C8131 değerlerine uyulmalıdır.
- 3- Sokak ve cadde aydınlatmasında, Japon Aydınlatma Mühendisliği Enstitüsü (IEIJ)/Teknik Yönetmelikleri'ndeki "Yayalar için dış aydınlatma standartları"ndaki parıltı sınır değerlerine uygun olacaktır.
- 4-Tüm aydınlatma teçhizatı kurulumunda, koşullara uygun olarak, bir etkinin çevre üzerindeki varlığı veya yokluğu, "Dış aydınlatma kurulumu kontrol listesi,doğrulanacaktır.
- (5) YBS lambaları kullanılıyorsa, normal olarak geçildiğinde ışığın göze girmesinin engellenmesi için çaba sarfedilmelidir (bağlantı gereçleri ile).

5.2.4.7 Yüksek enerji etkinliğine sahip ışık kaynaklarının kullanılması

Dış aydınlatma teçhizatlarının verimi, tesis amacına göre, aydınlatma fayda faktörü, ışık etkinliği, aydınlatma aparatının etkinliği, vb. ile değerlendirilir.

Enerji tüketimi açısından bakıldığında, sokak aydınlatmasının lamba elektrik girdisinin gücü 200 W veya daha fazla ise, lamba ve yardımcı etkinliği 60 [lm/w] olarak önerilir. Elektriksel gücü girdisi 200 W'ın altında ise 50 [lm/w] önerilir[12].

5.2.4.8 Özel durumlarda düşünülmesi gereken noktalar

Yukarıdaki önerilen standartlar yerine getirilse bile, aydınlatmanın bölge sakinleri, astronomik gözlemler veya bitkiler, hayvanlar ve ekosistem üzerinde önemli bir etkisinin olacağı düşünülüyorsa, başlıklar, panjurlar, flüoresan plakalar, vb. takılabilir.

Tablo 5.3 Aydınlatma ortamı tipleri ve sokak ışıklıkları standartları arasındaki ilişki[12]

	Güvenlik amaçlı sokak aydınlatmaları		Eğlence amaçlı sokak aydınlatmalarına ilişkin üst ışık çıktı oranı	
Aydınlatma ortamı tipi	1. Fayda faktörü	2. Üst ışık çıktı oranı	Kısa dönem hedefli geçici olarak onaylanan yönerge	Tesisata ilişkin hükümet geçici yönergesi
Aydınlatma ortamı I	Teçhizatı fayda faktörünü arttıracak şekilde takın.	% 0	X	X
Aydınlatma ortamı II		% 0 – 5		
Aydınlatma ortamı III			% 0 – 15	% 0 – 15
Aydınlatma ortamı VI			% 0 – 20	

5.2.4.9 Genel Aydınlatma Planının Hazırlanması

Genel aydınlatma planı, kesin aydınlatma planından (ekipman seçimi, uygulama planı) önceki aşamada hazırlanır.

5.2.4.9.1 Hedef tesis tipinin tespiti

Aydınlatmanın çevreye olan etkisinin anlaşılması amacıyla, öncelikle tesis tipi ve karakterinin belirlenmesi gerekmektedir. Aşağıda, geceleri aydınlatma ihtiyaçlarına göre tesis tipleri verilmiştir.

Tesisleri 6 kategoriye ayırabiliriz

- * Konut tipi (özel kişisel evler, toplu barınma)
- * İş tipi
- * Kamu tesis tipi
- * Plazalar ve parklar
- * Ticari tesisler
- * Arabayla gelinen tip

5.2.4.9.2 Aydınlatma gruplarının kurulması

Bir tesis içinde kurulan açık hava aydınlatması amaçları ve fonksiyonları çeşitlidir. Bunların çevreye olan etkisinin hesaba katılması için, bu amaç ve fonksiyonlar anlaşılmalı ve gereklilik dereceleri üzerinde çalışılmalıdır.

Burada, aydınlatma grupları, dış aydınlatmanın amaç ve fonksiyonlarına göre bölünecektir.

(a) “Aydınlatma grubu” tanımı

“Aydınlatma grubu”, benzer aydınlatma amaçlarına sahip bir dizi aydınlatma tesisatı olarak tanımlanabilir. Ancak, yerleştirme yerlerine göre aynı grup olarak da düşünüleceklerdir. “Aydınlatma grupları”, 4 kategoriye ayrılabilir. Daha detaylı bir sınıflandırma, her kategori için tesisat durumu ve fonksiyonuna göre saptanır. (Tablo 5.4’de sunulmuştur.)

Dört tip aydınlatma grubu vardır

- Geçiş ve yaya aydınlatması (T Grubu)
- Suç önlemeye yönelik aydınlatması (S Grubu)
- Cazibe ve performans aydınlatması (G Grubu)
- Manzara aydınlatması (A Grubu)

Tablo 5.4 Işıklandırma Gruplarının Tanımları (Detaylı Sınıflandırma)[12]

İsim	Kısaltma	Anlam	Detaylı Sınıflandırma	Özellikler	Fonksiyon	Tesisteki bölümü	Anahtar Kelimeler
Yürüme ve geçiş	T	Trafik	T1	Yaya yollarının özel bölümlerinin aydınlatılması.	Yaya/özel	Giriş yaklaşımı	Yer yüzeyi Aydınlatma,
			T2	Yaya yollarının yarı-açık bölümlerinin aydınlatılması.	Yaya/yarı-açık	Ortak Yaya yolu	Bir alanın aydınlığı,
			T3	Yaya yollarının açık bölümlerinin aydınlatılması.	Yaya/açık	Harici Yaya yolu	Güvenlik
			T4	Otoyolların özel bölümlerinin ışıklandırılması.	Otomobil/özel	Park alanı	
			T5	Otoyolların yarı açık bölümlerinin ışıklandırılması.	Otomobil/yarı-açık	Park Yolu	
			T6	Otoyolların açık bölümlerinin ışıklandırılması.	Otomobil/açık	Otoban	
Suç Önlenmesi	S	Güvenlik	S1	Aydınlatmanın Sağlanması ve davetsiz misafirlerin girişinin önlenmesi.	Karanlığın giderilmesi	Sınır bölgeler	Minimum aydınlatma.
Etkileme ve Performans	G	Yönetmelik	G1	İsim ışıklarının işaret etme	Bölüm işaret etme	Giriş	Tanımlama
			G2	İsim aydınlatma	İç ortam önerisi.	Cam cephe	Mesaj taşıma
			G3	Etkileme amaçlı	Diğer insanları etkileme	Işıklı tabela	Reklam
Manzara	A	Atmosfer	A1	Fabrikaların ve binaların şekil, renk ve dokularının aydınlatılması.	Gece görüntüsü için aydınlatma.	Bahçe,	Yeşillik,
			A2	Bir bölümün özelliklerinin belirtilmesi için aydınlatma.	Bir bölgeyi belirtmek için aydınlatma.	Orta Bahçe, Plaza, Meydan	Doğa Sanat Çalışması

Not: Aydınlatma grupları ve tesisatları için elektrik güç kaynakları ve kontrol sistemi, aynı olmak zorunda değildir.

Bu çalışmayla birlikte, aşırı aydınlatmanın önceden önlenmesi ve kontrol veriminin artırılması mümkündür.

(3) Tesis çevresinin incelenmesi

Tablo 5.5’de, çevreye zararlı olabilecek maddeleri ve aynı zamanda ilgili aydınlatma gruplarını göstermektedir. Çevre karakterinin tanımlanmasına özel dikkat gösterilmelidir. Aydınlatma grubu tespiti buna göre yapılmalıdır.

Tablo 5.5 Aydınlatılan Tesislerin Özeti[12]

Aydınlatılan Alanın Durumu	Aydınlatma Grubu											
	Yürüme/Trafik (T)						Suç Önlenmesi (S)	Etkileme ve Performans (G)			Atmosfer (A)	
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	S1	G1	G2	G3	A1	A2
(a) Yan yollarda, meydanlarda çevre düzenlemesinin gerektirdiği ışıklandırma												
a-1: Yayalar için meydan, yaya yolu vb.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
a-2: Yayalara araba ve bisiklet yoluna ayrılmış bölümleri tanımlama	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
a-3: Trafik işaretleri, ışıkları vb.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
(b) Birbirine karşı gelen bölümlerin gerektirdiği ışıklandırma.												
b-1: Konutlar vb. yerler	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
b-2: Dikkate alınması gereken diğer binalar ve tesisler.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
(c) Başka amaçla kullanılan alanların yakınlarında gereken ışıklandırma.												
c-1: Astronomik ya da başka araştırmaların yapıldığı yerler.	+	+	+	+	+	+	+	+	X	X	X	X
c-2 : Hayvancılık ve tarım alanları.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	X	X	X
(d) Doğal ortam ışıklandırmasının sonucu olarak aydınlatma												
d-1: Doğal koruma alanlarının içi ya da yakını.	+	+	+	+	+	+	+	X	X	X	X	X
d-2 : Yabani hayvan ve bitkilerin yaşadığı alanlar.	+	+	+	+	+	+	+	X	X	X	X	X
d-3: Parklar, bahçeler vb. alanlar	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
(e) Dikkate alınması gereken diğer yerler.												

- (+) Bu grup aydınlatma uygulanması için yeterli bir ön çalışma yapılmalıdır.
- (X) Bu tip aydınlatma uygun değildir. Aydınlatma tipi için yeniden çalışma yapılmalıdır ve uygun olanı belirlenmelidir.

(4) Genel Aydınlatma Planının Hazırlanması

Tablo 5.6’da kontrol listesinde hangi sorunlara cevap arandığı ve sorunların çözüm yöntemleri anlatılmıştır. Tablo 5.7’de örnek kontrol listesi verilmiştir.



Tablo 5.6 Aydınlatma Kurulumu Kontrol Listesi[12]

Kontrol edilecek maddeler (Sorunlar)	Alınacak tedbir örnekleri
Aydınlatma ekipmanlarının seçimi ve yerleştirilmesi Yol ve sokak ışıkları için “Dış Aydınlatma Ekipmanları Kılavuzu” ‘na uygun olmayan aydınlatma seçimi. Projektörler için, ışık ekseninin yönü yatay düzlemin yukarısında	→ “Sokak Aydınlatma Ekipmanları Kılavuzu” referans alınarak ekipman seçiminin tekrar kontrol edilmelidir. →Projektörün, çıkan ışık ekseninin dikeyle yaptığı açının 70° içinde kalacak biçimde ayarlanması gerekir.
Aydınlatılan küresel hacmin kapsamı Gerektiğinden daha büyük bir aydınlatma küresinin olması durumu Aydınlatmanın gerektiğinden daha fazla olması	→Aydınlatıcıların yerlerinin ve ışığın yönünün yeniden değerlendirilmesi gerekir. →Aydınlatma ekipmanının geniş bir alanı aydınlatmamasını sağlayacak bir düzenek tasarlanmalıdır. →Aydınlatma bağlantılarının yerlerinin değiştirilmesinin ve sayılarının azaltılmasının değerlendirilmesi gerekir
Rahatsız edici ışık kontrolü Işık gereksiz olarak yukarıya doğru kaçıyor Yakınlardaki yapılara olası etki (konutlara, hastanelere ve sakinlerin uykularına negatif etki vb..) Yaya ve sürücülerin (otomobil ve bisiklet) gözlerinin kamaşması Hayvan barınaklarına ve tahıllara olası etkiler Yabani bitki ve hayvanlara olası etkiler	→Yol ve sokak lambaları: “Dış Aydınlatma Ekipmanları Kılavuzu” referans alınarak ekipman seçiminin tekrar kontrol edilmelidir. →Projektörler: tasarım metotları, panjurlu camların takılması gerekir. →Diğer aydınlatıcılar: hacimsel aydınlatma yoğunluk dağılımının özelliklerine göre seçilen ekipmanın kontrol edilmesi gerekir. → Yol ve sokak lambaları: Ekipmanların tekrar kontrol edilmesi ve “Dış Aydınlatma Ekipmanları Kılavuzu” ‘na uygun şekilde parıldayan ekipmanların seçilmesi gerekir. →Projektörler: tasarım metotları, panjurlu camların takılması gerekir. →Diğer aydınlatıcılar: hacimsel aydınlatma şiddetinin dağılım özelliklerine göre seçilen ekipmanın kontrol edilmesi gerekir. →Hacimsel aydınlatma şiddetinin dağılım özelliklerine göre seçilen ekipmanın kontrol edilmesi →Panjur kullanılarak ve diğer metotlarla doğrudan gelen ışığın azaltılması gerekir. →Gerçekten aydınlatma gerekip gerekmediğinin kontrol edilmelidir. →Hacimsel aydınlatma şiddetinin dağılım özelliklerine göre seçilen ekipmanın kontrol edilmesi gerekir. →Hacimsel aydınlatma şiddetinin dağılım özelliklerine göre seçilen ekipmanın kontrol edilmesi gerekir. →Panjur kullanılarak ve diğer metotlarla doğrudan gelen ışığın azaltılması gerekir.
İdare ve işletme Aydınlatmanın açık bulunacağı zamanlar için bir plan saptanmamış olması Işıklar gece geç saatlerden sabahın erken saatlerine kadar sürekli açık. Düzenli bakım planı olmaması	→ Uygun işletme ve bakım planlarının tespit edilmesi gerekir. → Işıkların gece kapatılıp kapatılamayacağını araştırılması gerekir. → Aydınlatmanın gece azaltılıp azaltılamayacağını araştırılması gerekir. → Düzenli olarak kontrol yapıp yapılamayacağını araştırılması gerekir.

Yönetmelikte farklı tipte tesisler için hazırlanmış kontrol formu örnekleri vardır. Bunlarda biri Tablo 5.7’de verilmiştir.

Tablo 5.7 Ayrıntılı ışıklandırma planı örneği (İşyeri tipi)[12]

Fonksiyon Tipi	Aydınlatma grubu			Aydınlatmanın amacı ve fonksiyonu	Tesisin temel aydınlatma fonksiyonu mu?	Benimsenen aydınlatıcı adayı	Çevre ortamın anlaşılması			
	Sınıflandırma	Grup adı	Kontrol no				Işık kirliliği oluştura-bilecek bölge	Tesis çevresinin parlaklığı (aydınlatma ekipmanının durumu)	Tesis uygunluğu	(*) Olduğu taktirde değerlendirme
Yürüme Trafik (T)	T2	Binaya giriş	T2-1	Binayı kullananların oluşturduğu trafik	Evet	Yaklaşma lambaları	a-1	Sokak lambaları mevcut	*	(suçun önlenmesi için de kullanılmakta)
	T5	Park alanı	T5-1	Park alanı (kamusal)	Evet	Direkli lambalar	a-2	Sokak ışığı		
Güvenlik (S)	S1	Apartmanın arka girişi	S1-1	Karanlığın giderilmesi	Evet	Direkli lambalar	b-1	Güvenlik için aydınlatma	*	Suçun önlenmesi için gerekli
Etkileme ve performans (G)	G2	Giriş performansı	G2-1	İç hacimlerin önerilmesi	Hayır	Giriş ışığından kaçan ışık	Yok			
	G2	Bina adının gösterilmesi	G2-2	Bina adının belirginleştirilmesi	Hayır	İsim işaret lambası	Yok			
Görüş	A1	Bahçenin görülmesi için	A1-1	Gece görünüşü için ışıklandırma	Hayır	Bahçe ışıkları	a-1	Suç önleme ışıkları	*	Gece geç saatlerde söndürülür
	A2	Su fışkiyesi için aydınlatma	A2-1	Gece görünüşü için ışıklandırma	Hayır	Bahçe ışıkları	Yok	Bitişik direk ışıkları		

Son olarak da her tipte aydınlatma ortamı için verilen genel özelliklerin verildiği tabloyu inceleyelim.

Tablo 5.8 Aydınlatma ortamlarının genel özellikleri[1].

Aydınlatma ortamı/	Aydınlatma ortamı I	Aydınlatma ortamı II	Aydınlatma ortamı III	Aydınlatma ortamı IV
1. Kaçak ışık	Organizmalara olan etkisi kesinlikle değerlendirilmesi	Sistemin kesinlikle yeniden gözden geçirilmelidir → İç ortam tabelaları aydınlatmasının uygunluğu sağlanmalıdır.	Kurulumun yeniden gözden geçirilmesi gerekir→ parıltı doğrultusu	Yeni bir tesis kurulurken uygun bir gözden geçirme yapılmalıdır.
2. Işığın özellikleri	Her ihtiyaca karşılık vermesi	Her ihtiyaca karşılık vermesi gerekir.	Bölgesel aydınlatma ekipmanının değerlendirilmesi gerekir.	Aydınlatılan ortama uygunluk sağlanmalıdır.
3. Enerji tasarrufu	Her türlü efor gerekli	Her türlü çaba gerekli (Sistemin yeniden gözden geçirilmesi)	Kurulumun yeniden gözden geçirilmesi gerekli → doğrultucular vb. kullanılabilir.	Aydınlatma stüresinin yeniden gözden geçirilmesi ve Fikstürlerin yenilenmesi gerekir.
Diğerleri -Büyük ölçekli ışık kaynaklarının yerleştirilmesi. -Hareket edebilen tabelalar, otomatik satış makineleri vb. (görelî olarak daha rahat kurulum)	İzin verilmez Işık kaynağı olabildiğince küçültülür	İzin verilmez Sistemin yeniden gözden geçirilmesi → İç ortam tabelaları aydınlatmasının uygunluğu sağlanmalıdır.	İzin verilmez Konulan yerin uygunluğunun değerlendirilmesi Aydınlatma zamanının gözden geçirilmesi gerekir.	Aydınlatma zamanlamasının uygunluğunun değerlendirilmesi gerekir. Aydınlatılan çevrenin değerlendirilmesi gerekir.

Bu çalışma CIE'den alınmış bazı tablolar ile kısaltma ve tanımların açıklanmasıyla son bulmaktadır.

5.3 Türkiye’de Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından Hazırlanan Elektrik Dış Aydınlatma Yönetmeliği

Bu yönetmelik kolay ulaşılabilen bir yayın olduğu için fazla ayrıntıya girilmeyecektir.

Yönetmelik dört bölümden oluşmaktadır.

1-Amaç, Kapsam, Hukuki Dayanak ve Tanımlar

2-Dış Aydınlatmada Temel Prensipler, Işık Kaynakları (Lambalar) ve Armatürler

3-Aydınlatma Bölgeleri

4-Plan ve Projelerin Onaylanması, Uygulama ve Denetim, Geçici Muafiyet ve Süresi, Yaptırım, Yürütme ve Yürürlük

5.3.1. Amaç, Kapsam, Hukuki Dayanak ve Tanımlar

Bu bölümde yönetmeliğin amacı, kapsamı, yönetmeliğin hukuki dayanakları ve yönetmelikte geçen terim ve kavramlar açıklanmıştır.

5.3.2 Dış Aydınlatmada Temel Prensipler, Işık Kaynakları (Lambalar) ve Armatürler

Bu bölümde dış aydınlatmanın temel prensipleri özet halinde verilmiştir. Dış aydınlatmada kullanılan lamba ve armatürler yüzeysel olarak anlatılmıştır.

5.3.3 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 bölgelendirme yöntemine gidilmiştir. 4 adet bölge vardır. (CIE ve Japonya yönetmeliğinde olduğu gibi) Bu Bölgeler Tablo 5.8’de gösterilmiştir. Ayrıca her bölgenin üst yarı uzaya çıkan ışık akısı oranları(ULOR)’ın üst sınır değerleri belirlenmiştir. Bu değerler Tablo5.9’da görülmektedir.

Tablo 5.9 Türkiye için aydınlatma bölgeleri[10]

BÖLGE DERECELEME	AÇIKLAMA
I. BÖLGE	Gözlemeyleri 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.
II.BÖLGE	Belediye mücavir alanları ile kentsel çalışma ve gelişme alanları, imar ve yol istikamet planı bulunmayan beldeler ve köy sınırlarını kapsar
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.
IV. BÖLGE	Dış aydınlatmanın ve reklam aydınlatmalarının yoğun olarak kullanılması gerekli olan kentsel çalışma alanlarından ticaret bölgelerini ve turizm bölgelerini kapsar.

Bu bölümde, bölgelere göre izin verilen, üst yarı uzaya çıkan ışık akısı oranları da belirtilmiştir. Bu değerler Tablo 5.9'da verilmiştir.

Tablo 5.10 Türkiye için aydınlatma bölgelerine göre ışık kaynaklarından üst yarı uzaya giden ışık akısı (ULOR)’un sınır değerleri[10]

BÖLGE DERECELEME	ÖZEL DURUM	ULOR Sınır değerleri
I. BÖLGE		% 0
II. BÖLGE		% 5
III. BÖLGE	Güvenlik Amaçlı Yol Aydınlatması	%5
	Eğlence Yerleri ve Reklam Aydınlatmaları	%15
IV. BÖLGE	Güvenlik Amaçlı Yol Aydınlatmaları	%5
	Ticaret ve Turizm Amaçlı Aydınlatma (Süre kısıtlaması yok)	%15
	Ticaret ve Turizm Amaçlı Aydınlatma (Süre kısıtlaması var)	%20

5.3.4 Plan ve Projelerin Onaylanması, Uygulama ve Denetim, Geçici Muafiyet ve Süresi, Yaptırım, Yürütme ve Yürürlük

Plan ve Projelerin Onaylanması;

Dış aydınlatma tesisini kurmak isteyen kişi veya kuruluşlar özel veya tüzel kişilere hazırlattıkları uygulama projeleriyle birlikte, projenin kurulu gücüne göre Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı’na veya yetkili kuruluşa başvurmak zorundadır.

Uygulama ve Denetim;

Onaylanmış projelerin uygulamadaki denetlenmesi yetkili kuruluşların sorumluluğundadır. Bu yönetmeliğe uymayan lamba ve armatür çeşitleri kullanılamaz. Bu yönetmeliğin uygulamaya konulmasından önceki tarihte yapılan uygulamalar, bu yönetmelikten etkilenmez. Lamba ömürleri bittiğinde yeni takılacak lambalar tesisat değişimi gerektirmeyen yönetmeliğe uygun olarak değiştirilecektir.

Geçici Muafiyet ve Süresi;

Tesis sahibi veya işletmecisi, yazılı bir dilekçe ile bu yönetmelikle ilgili hususlarda geçici muafiyet için başvurabilir. Yetkili kuruluş tarafından, geçici muafiyet başvurusuna, veriliş tarihinden sonra otuz gün içinde cevap verilecek ve geçici muafiyet onay tarihinden itibaren en fazla altı ay için geçerli olacaktır.

Yaptırım;

Bu yönetmelikle belirtilen şartlara uymadığından tesis izni alamayan veya izin için başvuruda bulunmayan tesislere enerji verilmeyeceği gibi, yönetmeliğe uymadığı belirlenen tesislere verilmiş bulunan enerji, yetkili kuruluş tarafından kesilir.

Yürütme;

Bu yönetmeliği Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı yürütür.

Yürürlük;

Bu yönetmelik Resmi Gazete’de yayımlandığı tarihten itibaren yürürlüğe girer.

Yönetmeliğin asıl ana hatları kısaca böyledir. Yönetmeliğin sonunda uyulması gereken standartlar ekler halinde verilmiştir.

EK 1. Armatür ve Donanımları İçin Uyulması Gerekli Standartlar

EK 2. Fotometrik Ölçümlerin Yapılmasında Uyulacak Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (CIE) Yayınları

EK 3. Aydınlatma Kriterlerinin Belirlenmesinde Uyulacak Yayınlar

EK 4. Değişik Yol Tipleri İçin Önerilen Aydınlatma Kriterleri

EK 5. Bazı Dış Aydınlatma Armatürlerinin Fotometrik Değerleri

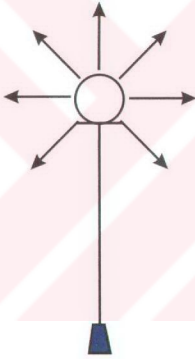
EK 6. Glop Armatürlerin Işık Akısı Yüzdelere Örnekler

6. IŞIK KİRLİLİĞİ AÇISINDAN DIŞ AYDINLATMA UYGULAMALARININ İNCELENMESİ

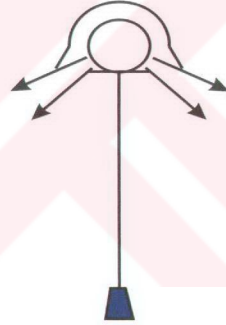
6.1 Dış Aydınlatma Uygulamalarının Şekilsel Yorumu

Bu bölümde ışık kirliliğinin daha iyi anlaşılabilmesi için resim ve şekillerden faydalanılmıştır. Mevcut uygulamalardan doğru ve yanlış örnekler verilmiştir. Ayrıca bazı şekillerle izah yoluna gidilmiştir.

Şekil 6.1, 6.2 ve 6.3'te farklı tip aydınlatmaların yanlış ve doğru uygulamaları verilmiştir.

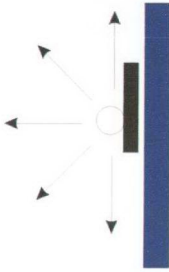


(a) Yanlış

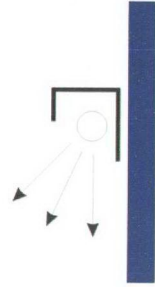


(b) Doğru

Şekil 6.1. Sokak aydınlatması.

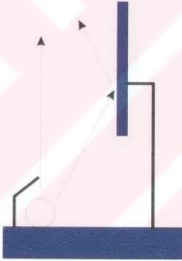


Yanlış

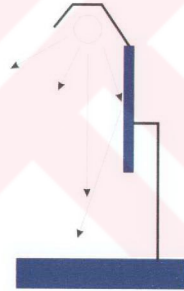


Doğru

Şekil 6.2 Duvar önü aydınlatması



(a) Yanlış

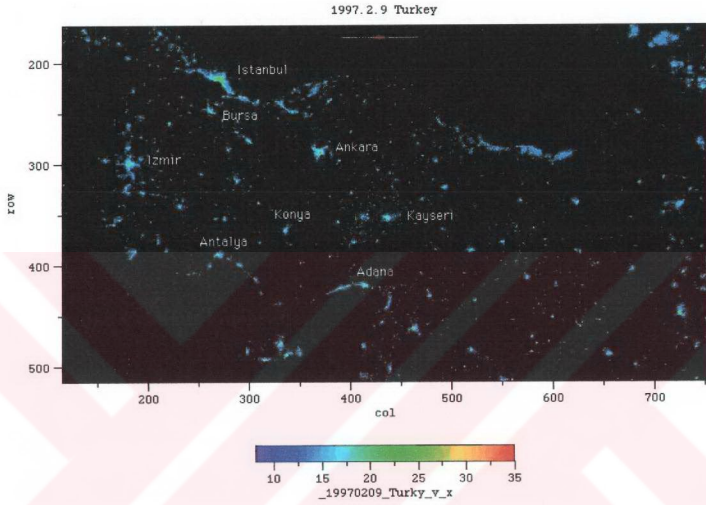


(b) Doğru

Şekil 6.3. Pano aydınlatması.

Şekil 6.4, 6.5 ve 6.6'da farklı ülkelerin geceleri uzaydan çekilmiş fotoğrafları bulunmaktadır.

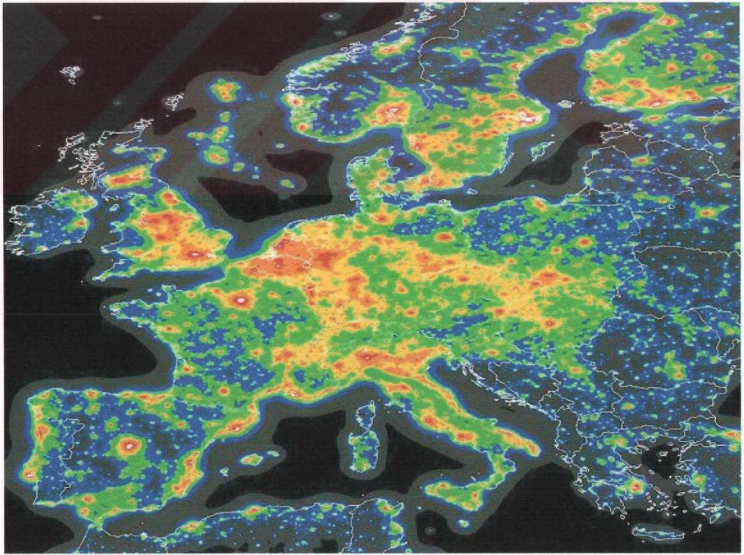
6.2 Uzaydan Çekilmiş Fotoğraflar



Şekil 6.4. Türkiye'nin uzaydan gece görünüşü



Şekil 6.5 ABD'nin uzaydan gece görüntüsü

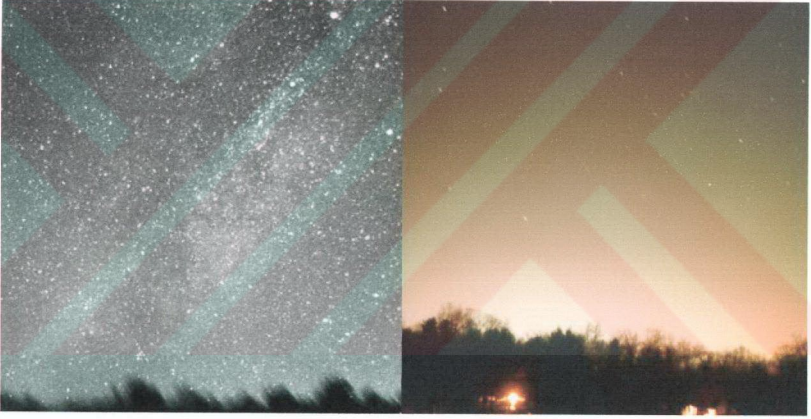


Şekil 6.6 Avrupa Kıtasının uzaydan gece görüntüsü

Şekil 6.4, 6.5 ve 6.6'da ışık kirliliğinin etkisi açık biçimde gözükmektedir. Karşılaştırma yapılırsa Türkiye'deki kaçak ışık oranı ABD ve Avrupa'ya göre daha azdır. Işık kirliliği, teknolojik ve ekonomik bakımdan gelişmiş ülkelerde daha ileri seviyede olduğu görülmektedir. Türkiye'de iller arasında da ışık kirliliği açısından farklılıklar görülmektedir. Teknolojinin daha fazla kullanıldığı, iş ve alış-veriş merkezlerinin yoğun biçimde olduğu, sanayileşmiş ve yoğun bir nüfusa sahip İstanbul, Ankara ve İzmir gibi illerde ışık kirliliği yoğun biçimde görülmektedir. (Şekil 6.4)

6.3 Dış aydınlatma fotoğrafları ve bunların yorumu

Bu bölümde çeşitli dış aydınlatma fotoğraflarına yer verilmiş ve bu uygulamaların ışık kirliliği açısından yorumları yapılmıştır.



Şekil 6.7 Işık kirliliğinin geceleri gökyüzüne etkisinin gösterildiği fotoğraf.

Şekil 6.7'de bir bölgede geceleri gökyüzünün dış aydınlatmaların açık olduğu durumda ki görüntüsü ile dış aydınlatmalar kapalı olduğu durumda ki görüntüleri verilmiştir. Anlaşılacağı üzere, dış aydınlatmalardan üst yarı uzaya giden ışık akısı yıldızların görülmesini engellemektedir. Buda astronomik gözlemlerin sağlıklı biçimde yapılmasını engellemektedir.



Şekil 6.8 Otopark aydınlatması örneği

Şekil 6.8’de görülen otopark aydınlatması kullanılan armatür her yönde ışık yaymaktadır. Bu aydınlatma hem gök parlaklığına neden olmakta hemde yayalar ve araç şoförleri için görüşü engelleyecek biçimde parlıtya neden olur.



Şekil 6.9 Reklam aydınlatması örneği (İstanbul, Küçükçekmece –2003)

Şekil 6.9’da görülen aydınlatma örneği reklam aydınlatması için iyi bir örnektir. Armatürler çatının alt kısmına yerleştirilmiştir. Panoya karşıdan bakıldığında hiçbir kamaşma problemi ile karşılaşılmamaktadır.



Şekil 6.10 Bina dış aydınlatması örneği (İTO Binası, Eminönü, İstanbul-2003)

Şekil 6.10'daki bina dış aydınlatma örneği de ışık kirliliği oluşturmeyen bir uygulamadır. Üst yarı uzaya ışık kaçıışı olmamaktadır. Işık rengi gözü yormayan dekoratif bir aydınlatmadır.



Şekil 6.11 Bahçe aydınlatması örneği (Sultanahmet, İstanbul-2003)

Şekil 6.11'deki bahçe aydınlatması örneği ışığı her yönde yaymaktadır. Buda gök parlaklığına neden olur. Lamba ayrıca kamaşmaya neden olmaktadır. Bu aydınlatma, ışık kirliliği baz alındığında kötü bir örnektir.



Şekil 6.12 Bina dış cephesi genel aydınlatması örneği (İTO Binası, Eminönü, İstanbul-2003)

Şekil 6.12’de İstanbul Ticaret Odası Binası’nın dış aydınlatması görülmektedir. Dekoratif olarak göze hoş gelen bir aydınlatmadır. Binanın duvar aydınlatmaları üst yarı uzaya ışık akısı göndermemektedir. Bu aydınlatmalar ışık kirliliği oluşturmamaktadır. Binanın çatısındaki dekoratif aydınlatmalar ise üst yarı uzaya ışık akısı göndermektedir. Bu lambalar gökyüzü parlaklığı oluşturur ve kötü bir aydınlatmadır.



Şekil 6.13 Geçit aydınlatması örneği (Ortaköy, İstanbul-2003)

Şekil 6.13’de tarihi geçidin dekoratif aydınlatması görülmektedir. Armatürler geçidin üst tarafına yerleştirilmiştir. Işık doğrultusu aşağı yöndedir. Işık sadece istenilen bölgeye düşmektedir. Yapılan aydınlatma, ışık kirliliği açısından doğru bir uygulamadır.



Şekil 6.14 Sokak ve bina aydınlatması örneği (Harbiye, İstanbul-2003)

Şekil 6.14’de iki farklı tipte sokak aydınlatması ve bir bina giriş aydınlatması görülmektedir. Bu aydınlatmalar dış aydınlatma açısından bir sorun oluşturmamaktadır. Sokak aydınlatmaları arasında uyumsuzluk mevcuttur. Farklı renkte ışık yaymaları hoş bir görüntü oluşturmamıştır. Ayrıca direklerin farklı tipte olması çevre düzenlemesi açısından kötü bir uygulamadır. Bina girişindeki aydınlatma doğrultu açısından iyi olmakla birlikte, ışık miktarı gereğinden fazladır.



Şekil 6.15 Alan aydınlatması örneği (Şişli, İstanbul-2003)

Şekil 6.15'deki dış aydınlatma tertibatı son derece modern bir uygulamadır. Işık yansıtıcılar vasıtasıyla düzgün bir şekilde dağılarak aşağı yönde yansımaktadır. Böylece aydınlatılmak istenen yüzeye eşit miktar ışık düşmektedir. Bu armatürün montajı esnasında dikkat edilmesi gereken önemli bir nokta vardır. Bu durum yansıtıcılara ışık gönderen projektörlerin düzgün yerleştirilmesi ve bu projektörlerden çıkan ışığı tamamının yansıtıcıların yüzeyine düşmesidir. Üst yarı uzaya ışık kaçışının engellenmesi gerekmektedir.



Şekil 6.16 Reklam aydınlatması örneği (Ortaköy, İstanbul-2003)

Şekil 6.16'da görülen reklam aydınlatması ışık kirliliği açısından iyi bir örnek olarak gösterilebilir. Fakat ışık yoğunluğu biraz daha azaltılabilir.



Şekil 6.17'de Sokak aydınlatması örneği (Cağaloğlu, İstanbul-2003)

Şekil 6.17'da ki resimde şehir içi yol aydınlatması örneği verilmiştir. Bu armatürler de üst yarı uzaya çıkan ışık akısını engelleyen hiçbir eleman yoktur. Işık kirliliği açısından hatalı bir uygulamadır.

7. IŞIK KİRLİLİĞİ İLE İLGİLİ ANKET VE ANKET SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

7.1 Anketle İlgili Genel Bilgi

Dış aydınlatma kavramı herkesçe bilinmesine karşın, ışık kirliliği için aynı şey söylenemez. Işık kirliliği olgusu dış aydınlatmanın artması sonucu ortaya çıkmaya başlamıştır. Olumsuz etkileri çoğu zaman halk tarafından bilinmemektedir. Işık kirliliği öncelikli olarak astronomik gözlem evleriyle yakından ilişkisi olanlar tarafından bilinmektedir. Daha sonra dış aydınlatma tasarımcıları mesleki alanlarına girdiği için bu konu hakkında bilgi sahibidirler. Boşa giden enerji ve bazı bilimsel araştırmaları engellediği için siyasi otoritenin de dikkatini çeken bir kavramdır. Üniversitelerin Aydınlatma Bölümü öğretim görevlileri ve kısmi olarak öğrencileri de konu hakkında bilgi sahibidirler. Işık kirliliğinin olumsuz etkileri halkı genelde direkt olarak etkilemez(daha doğrusu halk bu etkinin farkında değildir). Bu yüzden halkın bu konuda fikirlerinin düşük seviyede olduğu düşünülmektedir. İşte bu anket çeşitli halk gruplarının ışık kirliliği ve dış aydınlatma hakkındaki bilgi seviyesi hakkında bir fikir edinilebilmek için yapılmıştır. Ankete toplam 205 kişi katılmıştır.

Bu kişilerin uğraşlarına göre dağılımları şöyledir:

70 kişi İTÜ Elektrik Mühendisliği Bölümü öğrencisidir.

87 kişi lise öğrencisidir

(Zehra Mustafa Dalgıç Lisesi / İstanbul , Sefaköy Lisesi /İstanbul).

48 kişi, çeşitli üniversite ve bölümden mezun ve farklı meslek gruplarında çalışan bireylerdir.

Anket sonuçlarının değerlendirilmesi ilk olarak ankete katılanların geneli üzerinden yapılmıştır. Daha sonrada, yukarıda belirtilen üç grup ayrı ayrı incelenmiştir.

Ankette kişilere yöneltilen sorular şu şekildedir.

1. "Işık Kirliliği" kavramını daha önce duydunuz mu?

- a) Evet b) Hayır

2. Türkiye'de Astronomik Gözlemevi var mı?

- a) Var b) Yok c) Bilmiyorum

3. Geceleri gökyüzüne baktığınızda yıldız kümelerini net bir biçimde görebiliyor musunuz?

- a) Evet b) Hayır c) Dikkat etmedim

4. Enerji tasarrufu konusunda duyarlı mısınız?

- a) Evet b) Hayır

5. "Dış Aydınlatma" gerekli midir?

- a) Evet b) Hayır

6. Geceleri sizi rahatsız eden dış aydınlatmalarla karşılaşılıyor musunuz?

- a) Evet b) Hayır

7. Sizce, yıllık dış aydınlatmaya harcanan elektrik enerji, yıllık toplam harcadığımız elektrik enerjisinin yüzde kaçıdır?

- a) %1'den az b) %1-5 arası c) %5-10 arası d) %10'dan fazla

8. Sizce, genel ve yerel yönetimler dış aydınlatma konusunda yaptırımlar uygulamalı mıdır?

- a) Evet b) Hayır

9. Sizce, okullarda enerji tasarrufu hakkında yeterli eğitim veriliyor mu?

- a) Evet b) Hayır

10. Reklam ve hayati önem arz etmeyen dış aydınlatmaların, geceleri belli bir saatten sonra kapatılması fikri sizce kabul edilebilir mi?

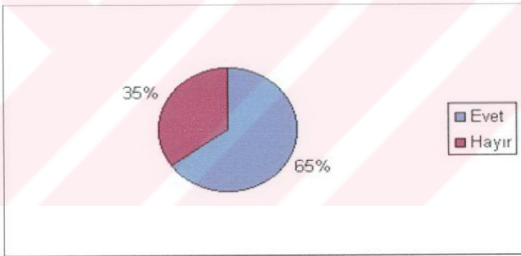
- a) Evet b) Hayır

7.2 Anket Sonuçları

Bu değerlendirmede ilk olarak ankete katılan tüm katılımcılar ele alınmıştır. Bu yüzden bu değerlendirmenin sonuçları toplumun geneline mal edilebilir. Daha sonra da sırasıyla üniversite öğrencileriyle, farklı meslek gruplarında çalışan üniversite mezunlarıyla ve lise öğrencileriyle yapılan anket sonuçları değerlendirilmiştir. Bunun yanı sıra ankete katılanların hepsinin en azından ilk öğretim seviyesinde bir okuldan mezun olduğu gerçeğinde göz ardı edilmemelidir. 205 kişinin verdiği cevaplar sonucunda ortaya çıkan sonuçlar şu şekildedir.

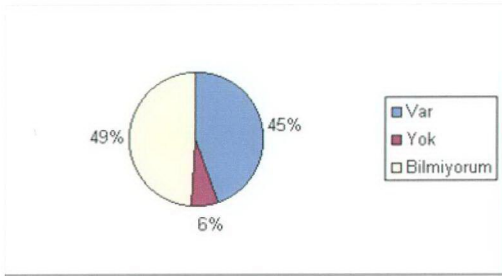
7.2.1 Anketin genel sonuçları

1- Işık Kirliliği kavramını daha önce duydunuz mu?



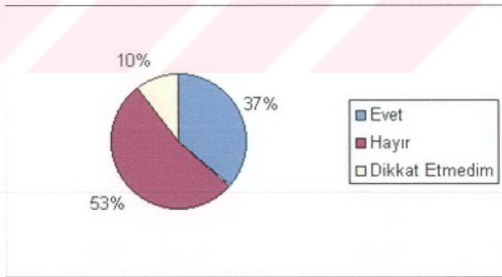
Ankete katılanların %35'i, ışık kirliliği kavramını daha önce duymadığını belirtmiştir. Bu kavramı duyan insan oranı az olmamakla birlikte yeterli değildir. Tüm konularda olduğu gibi ışık kirliliği ile mücadelede de toplumsal destek olmadan sonuca varılamaz. Türkiye'de ışık kirliliği mücadelesinden sonuç alınmak isteniyorsa bu konuda kamuoyu yaratılmalıdır. Bu ankete katılanların yarısından çoğunun lisans seviyesinde eğitim görmüş yada halen görmekte olduğu da hesaba katılırsa toplumumuzun bu konuda son derecede bilgisiz olduğu açıktır. Ülkemizde ışık kirliliği boyutları daha fazla artmadan konuyla ilgili toplumu bilinçlendirme çalışmaları yapılmalıdır.

2- Türkiye'de Astronomik Gözlemevi var mı?



Ankete katılanların bu soruya verdikleri cevapta karamsar bir tablo oluşturmaktadır. Türkiye’de Antalya’da bir adet gözlemevi olmasına karşın halkın çoğunluğunun bundan haberi yoktur. Burada gözlemevi görevlilerine önemli bir görev düşmektedir. Görevli oldukları gözlemevini ve ışık kirliliğinin çalışmalarını olumsuz yönde etkilediğini topluma duyurmalıdırlar.

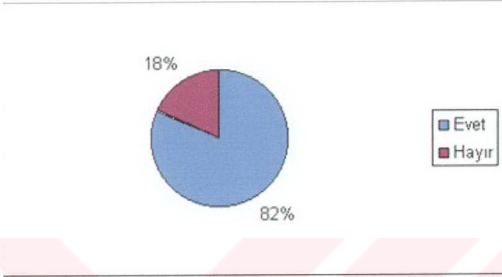
3- Geceleri gökyüzüne baktığınızda yıldız kümelerini net biçimde görebiliyor musunuz?



Bu soruya verilen cevapta toplumumuzun yarısından biraz fazlasının geceleri yıldızların net bir biçimde görülemediğinin farkında olduğu anlaşılmaktadır. Bu kişilere bunun nedeninin ışık kirliliği olduğu anlatılmalıdır. Bu anket İstanbul ili sınırları içinde yapıldığı için “evet” cevabı verenlere de ilk olarak, aslında yıldızları net biçimde göremedikleri ve daha sonrada bunun nedeni anlatılmalıdır.

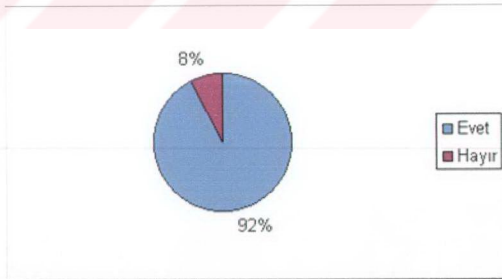
Yıldızlarla ilgili belgeseller hazırlanıp televizyonlarda yayınlanabilir. Böylece şahıslar karşılaştırma imkanı bulabilirler.

4- Enerji tasarrufu konusunda duyarlı mısınız?



Yapılan ankete göre katılımcıların büyük bir çoğunluğu enerji tasarrufu konusunda duyarlı olduklarını belirtmişlerdir. Bu olumlu bir durumdur. Kişilere ışık kirliliğinin boşa giden enerji olduğunun anlatılması, kişileri bu konu üzerinde daha duyarlı kılacaktır.

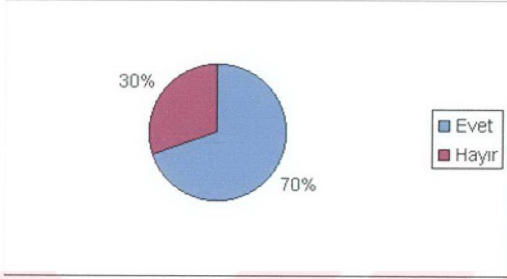
5- "Dış Aydınlatma" gerekli midir?



Bu soruya katılımcıların verdiği cevabın en önemli sonucu ışık kirliliğiyle mücadele için dış aydınlatmadan vazgeçilemeyeceğidir. Bu yüzden ışık kirliliğiyle mücadelede ulusal ve uluslararası yönetmelikler ve standartlar uygulanarak, sadece

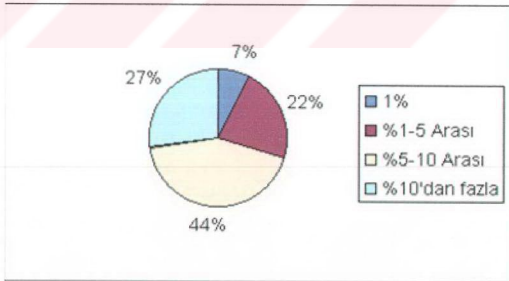
gerekli olan bölge yada nesnelerin aydınlatıldığı uygulamalar yapılmalıdır. böylece ışık kirliliği minimum seviyeye indirilirken enerji tasarrufu da sağlanmış olur.

6- Geceleri sizi rahatsız eden dış aydınlatmalarla karşılaşılıyor musunuz?



Katılımcıların çoğunun rahatsızlık verici dış aydınlatmalarla karşılaştıklarını belirtmeleri, mevcut dış aydınlatma uygulamalarının hatalı olduğu sonucunu doğurur. Bu yüzden mevcut dış aydınlatma uygulamaları yeniden gözden geçirilip, ulusal ve uluslararası yönetmeliklere uygun hale getirilmelidir.

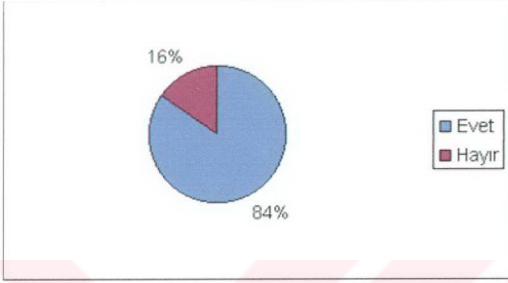
7- Sizce, yıllık dış aydınlatmaya harcanan elektrik enerjisi yıllık toplam harcanan elektrik enerjisinin yüzde kaçındır?



Dış aydınlatmaya harcanan enerjinin toplam tüketimize oranı %4-5 arasındadır. Verilen cevapların dağılımı toplumun bu konuda gerçeğe yakın ve daha üstünde tahminlerde bulunduğunu göstermektedir. Buda insanların ışık kirliliğiyle mücadele etmesi fikrine kolay adapte olmasını sağlayacaktır. Çünkü bu dış aydınlatmanın masrafları büyük bir kısmı kişilerin vergilerinden karşılanmaktadır. Işık kirliliğinin

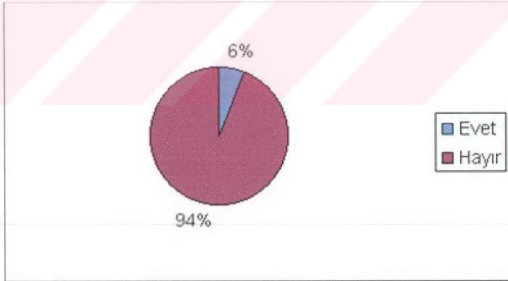
boşa giden enerji olduğu insanlara anlatılmalıdır. Bu konuda sorumluluğu Enerji ve Maliye Bakanlıkları yüklenebilir.

8- Sizce, genel ve yerel yönetimler dış aydınlatma konusunda yaptırımlar uygulamalı mıdır?



Katılımcıların büyük bir çoğunluğunun bu soruya evet cevabını vermesi, siyasi otoriteyi bu konuda daha cesur davranması yönünde motive etmelidir. Toplum bu konuyla ilgili yaptırımlara uymaya hazır durumdadır.

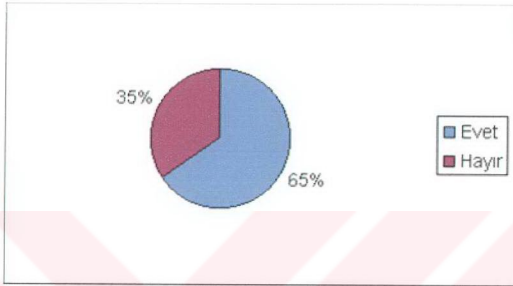
9- Sizce, okullarda enerji tasarrufu hakkında yeterli eğitim veriliyor mu?



Katılımcıların tamamına yakını okullarda verilen enerji tasarrufu eğitimini az bulmaktadır. Işık kirliliğiyle mücadelenin en etkin yöntemi, insanları bu konuda eğitmektir. İlköğretim eğitiminden başlanarak düzenli olarak bu konuyla ilgili eğitimler verilmelidir. Bu konuyla ilgili olarak Enerji Bakanlığı Milli Eğitim bakanlığı ile koordineli çalışmalıdır. Ayrıca sivil toplum örgütleri okullarda seminerler ve çeşitli etkinlikler düzenleyerek çocuk ve gençleri bu konuda

aydınlatılmalıdırlar. Işık kirliliği ile ilgili mücadele ile ilgili çeşitli yarışmalar düzenlenebilir. Okullarda bu konuyla alakalı tiyatro ve sinema gösterimleri yapılabilir.

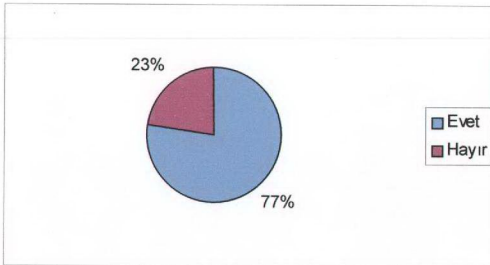
10- Sizce, reklam ve hayati önem arz etmeyen dış aydınlatmaların, geceleri belirli bir saatten sonra kapatılması fikri kabul edilebilir mi?



Katılımcıların büyük bir çoğunluğu bu soruya olumlu cevap verseler de, göz ardı edilemeyecek bir kitle de olumsuz cevap vermiştir. Bu yüzden belirtilen aydınlatmaları belirli bir saatten sonra kapama uygulaması en son çare olarak düşünülmeli ve gerçekten birinci dereceden önemli alanlarda kullanılmalıdır. Bu tür aydınlatmalarda da iyileştirme çalışmalarıyla sonuca gidilmeye çalışılmalıdır.

7.2.2 Üniversite öğrencileri ile yapılan anketin sonuçları

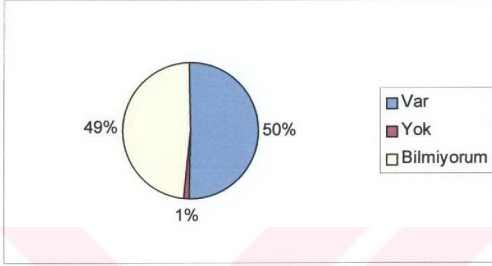
1) “Işık Kirliliği” kavramının daha önce duyduunuz mu?



Bu oranlar ilk bakışta iyi gibi gözükabilir. Fakat yapılan ankete katılan öğrencilerin hepsinin elektrik mühendisliği öğrencisi olduğu düşünülürse bu oranların tatmin

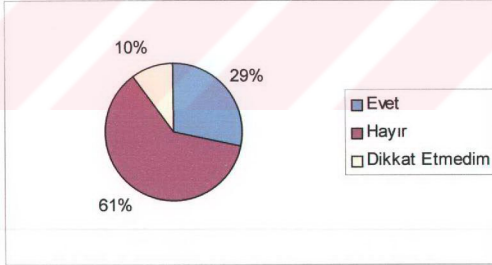
edici olmadığı anlaşılr. Gerek İTÜ’de gerekse diğer Üniversiteler de öğrencilerin bilgilendirilmesi gerekir. Elektrik Mühendisliği, Mimarlık ve Çevre Mühendisliği gibi bölümlerde ışık kirliliği adı altında ders verilebilir.

2) Türkiye’de Astronomik Gözlemevi var mı?



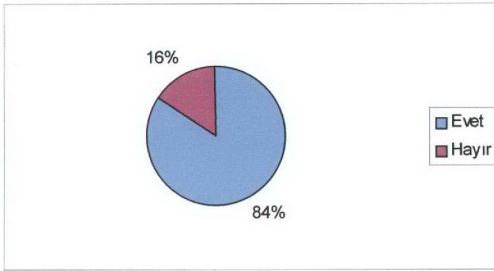
Genel sonuçlara çok yakın değerler olduğu görülmektedir. Bu değerler teknik bir üniversite için kötü olduğu düşünülmektedir. Üniversiteler, gözlemevine gezi düzenleyebilir. Gözlemevi çalışanları üniversitelerde sempozyum düzenlemelidir.

3) Geceleri gökyüzüne baktığınızda yıldız kümelerini net bir biçimde görebiliyor musunuz?



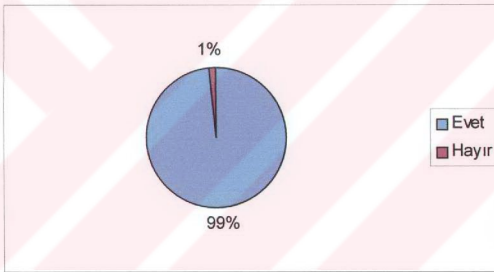
Bu sonuçlardan, üniversite öğrencilerinin de toplumun diğer fertlerine göre gökyüzüyle daha alakalı olduğu görülmektedir. Ankete katılan öğrencilerin çoğu Anadolu şehirlerinden gelmiştir. Bu yüzden evet cevabı verenlerin, geldikleri şehirlerden etkilenecek bu cevabı verdikleri düşünülmektedir. Üniversitelerde yıldız kümelerinin görüntülerini içeren resim sergileri yapılabilir. Bu sergilerde ışık kirliliğinin görüntüyü nasıl bozduğunun belirtildiği örnekler de verilmelidir.

4. Enerji tasarrufu konusunda duyarlı mısınız?



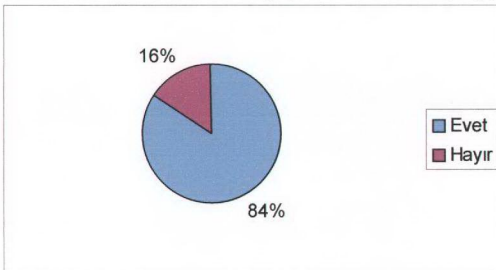
Öğrenciler de toplumun geneli gibi bu konuda duyarlıdır. Öğrencilere ışık kirliliğinin boşa giden para demek olduğu anlatılmalıdır.

5. “Dış Aydınlatma” gerekli midir?



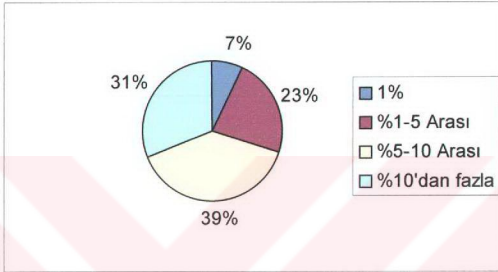
Üniversite öğrencilerinin bu konudaki fikirleri açıktır. Dış aydınlatmaların kapatılması yöntemi uygulanamaz.

6. Geceleri sizi rahatsız edilen dış aydınlatmalarla karşılaşılıyor musunuz?



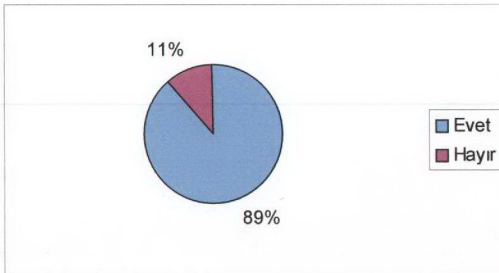
Toplumun geneline göre üniversite öğrencilerinin, dış aydınlatmadaki hatalı uygulamalara karşı daha duyarlı olduğu görülmektedir. Bu grup katılımcıların aydınlatma konusunda diğer gruplara göre daha bilgili olması, dış aydınlatma uygulamalarının en kısa zamanda gözden geçirilip iyileştirme çalışmalarının hızlandırılmasının gerektiğini göstermektedir.

7. Sizce, yıllık dış aydınlatmaya harcanan elektrik enerjisi, yıllık toplam harcadığımız elektrik enerjinin yüzde kaçındır?



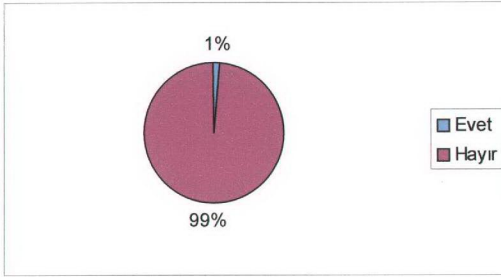
Katılımcılar gerçeğe yakın değerleri seçseler de, genelde harcanan elektrik enerjisinin olduğundan daha fazla olduğunu düşünmektedirler. Bu da ışık kirliliğiyle mücadeleyi daha kolay uygulanabilmesini sağlar.

8. Sizce, genel ve yerel yönetimler dış aydınlatma konusunda yaptırımlar uygulamalı mıdır?



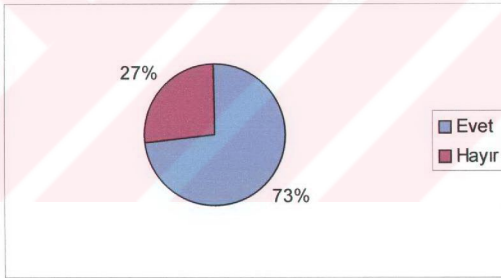
Toplumun geneli gibi üniversite öğrencilerinin de ışık kirliliği ile mücadelede, siyasi otoriteden beklentisi yüksektir. Siyasi otoriteler gerekli sorumluluklarını yerine getirmelidir.

9. Sizce, okullarda enerji tasarrufu hakkında yeterli eğitim veriliyor mu?



Elektrik mühendisliği bölümünde öğrenim gören öğrencilerin tamamına yakının bu cevaba hayır cevabı vermiş olması düşündürücü bir durumdur. Okullar bu konuya gereken hassasiyeti göstermelidir.

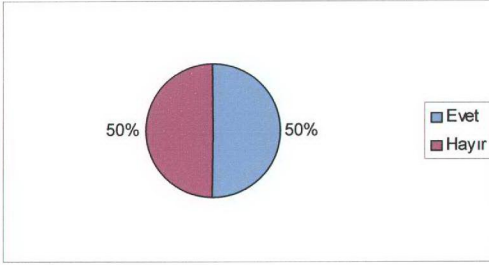
10. Reklam ve hayati önem arz etmeyen dış aydınlatmaların, geceleri belirli bir saatten sonra kapatılması fikri sizce kabul edilebilir mi?



Toplumun geneline göre üniversite öğrencileri bu konuda daha duyarlıdır. Hiçbir koşulda aydınlatmanın karartılmamasını isteyenlerde az değildir.

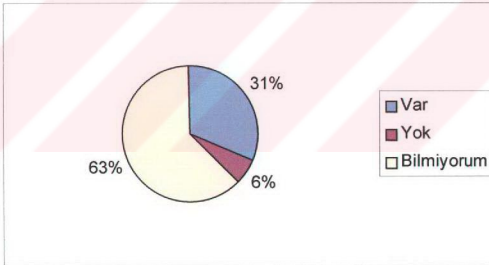
7.2.3 Üniversite mezunu ve meslek hayatına atılmış bireylerle yapılan anket sonuçları

1. “Işık Kirliliği” kavramının daha önce duyduunuz mu?



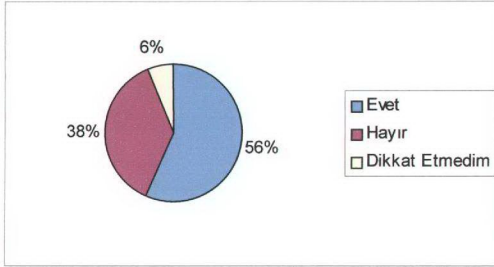
Ankete iştirak eden katılımcıların içinde eğitim seviyesi en yüksek olan bu grubun bile yarısı ışık kirliliği kavramını hiç duymadıklarını söylemektedir. Işık kirliliği ile ilgili toplumu bilinçlendirme çalışmaları hızlandırılmalıdır.

2. Türkiye’de Astronomik Gözlemevi var mı?



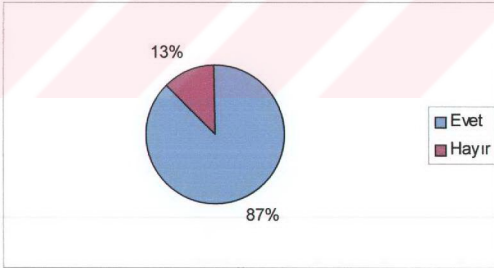
Katılımcıların büyük bir çoğunluğunun gözlemeviden haberi yoktur. Gözlemevi personelinin çeşitli meslek odalarına kendilerini tanıtan broşürler ve yayınlar göndermesi gerekmektedir.

3. Geceleri gökyüzüne baktığınızda yıldız kümelerini net bir biçimde görebiliyor musunuz?



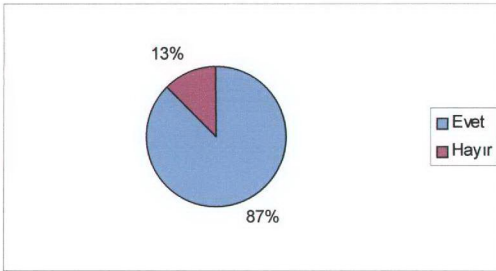
Bu soruya verilen cevaptan insanların iş hayatına girdiklerinden sonra çevreye karşı olan ilgilerinin azaldığı sonucuna ulaşılabilir. Katılımcıların tamamının İstanbul'da yaşadığı göz önünde bulundurulursa, bu soruya bu kadar büyük bir oranda evet cevabının gelmesi çelişkili bir durumdur. Kişiler yıldız kümelerinin görüntüsü hakkında bilgilendirilmeli ve bu güzel doğal manzaradan ışık kirliliği nedeniyle mahrum kaldığımız anlatılmalıdır.

4. Enerji tasarrufu konusunda duyarlı mısınız?



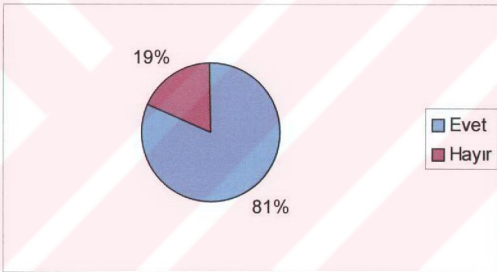
Toplumsal geneline yakın cevaplar verilmiştir. Meslek odalarına ve işyerlerine ışık kirliliğinin enerji sarfiyatını artırdığı belirten broşür ve yayınlar gönderilmelidir. Bu sorumluluğu enerji bakanlığı üstlenebilir.

5. “Dış Aydınlatma” gerekli midir?



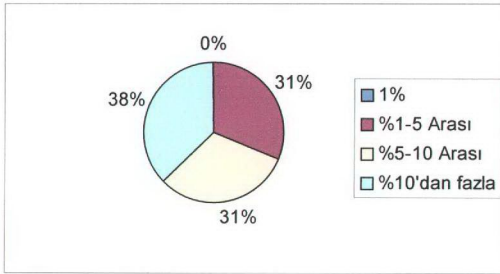
Işık kirliliği ile mücadele için dış aydınlatmadan vazgeçilmesi mümkün gözükmemektedir.

6. Geceleri sizi rahatsız eden dış aydınlatmalarla karşılaşıyor musunuz?



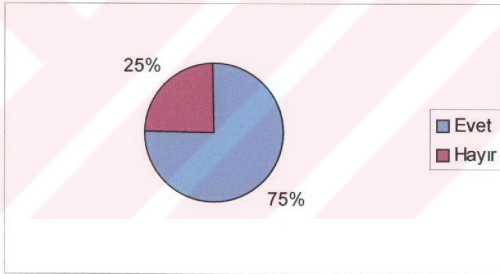
İş hayatında bulunanların verdiği cevaplardan da anlaşılacağı üzere dış aydınlatma teçhizatların en kısa zamanda gözden geçirilip yenilenmesi gerekir.

7. Sizce, yıllık dış aydınlatmaya harcanan elektrik enerjisi, yıllık toplam harcadığımız elektrik enerjinin yüzde kaçdır?



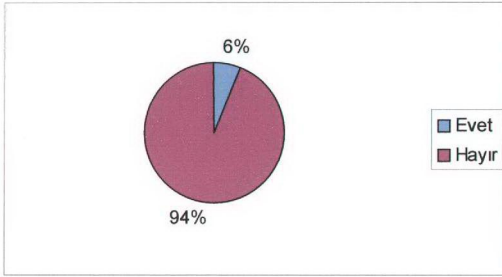
Katılımcılar dış aydınlatmaya harcanan enerjinin fazla olduğunu farkındadır. Meslek odalarına ve iş yerlerine konuyla ilgili broşür ve yayınlar gönderilmelidir.

8. Sizce, genel ve yerel yönetimler dış aydınlatma konusunda yaptırımlar uygulamalı mıdır?



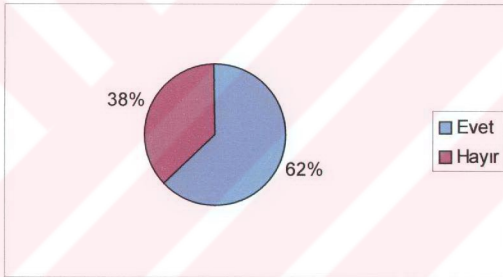
Toplumsal geneline ve diğer gruplara bakıldığında evet cevabı verenlerin oranı bu grupta daha azdır. Ama katılımcıların çoğu siyasi otoriteden dış aydınlatmayla ilgili yaptırım uygulamasını beklemektedir.

9. Sizce, okullarda enerji tasarrufu hakkında yeterli eğitim veriliyor mu?



Katılımcıların tamamına yakını verilen eğitimi yetersiz bulmaktadır.

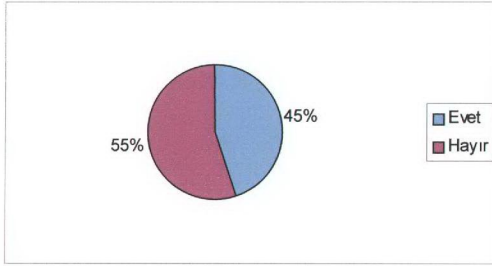
10. Reklam ve hayati önem arz etmeyen dış aydınlatmaların, geceleri belli bir saatten sonra kapatılması fikri sizce kabul edilebilir mi?



Ankete katılan bu grup iş hayatıyla yakından alakalı olduğu için reklam ışıkları konusunda daha hassas davrandıkları gözükmemektedir. Ama yinede büyük bir çoğunluk bu fikre karşı çıkmamaktadır.

7.2.4 Lise öğrencileri ile yapılan anket sonuçları

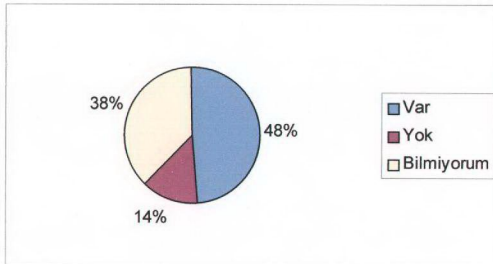
1) “Işık Kirliliği” kavramını daha önce duydunuz mu?



Lisede eğitim görenlerin %55'i ışık kirliliği kavramını duymadıklarını belirtmişlerdir. Bu oran çok fazladır. Geleceğe yön verecek bireylerin bu kavramı duymamış olmaları yarınlarımız için endişe vericidir. Zaman kaybedilmeden bu kişilere ulaşılarak, ışık kirliliği ve zararları hakkında bilgiler verilmelidir. Okullarda ışık kirliliği ve enerji tasarrufunu işleyen dersler konulabilir. Bu yöntem tek başına yeterli olmayabilir. Gençlerin bu konuya olan ilgilerini onları sıkımayacak şekilde artırmanın yöntemleri bulunup uygulanmalıdır. Bu konuyla ilgili resim ve kompozisyon yarışmaları düzenlenebilir. Başarılı öğrenciler Antalya'da buluna gözlemevine götürülebilir. Gençlerin takip ettiği yayın ve programların editörleriyle bağlantıya geçilip, bu konuya da eğilmeleri istenebilir.

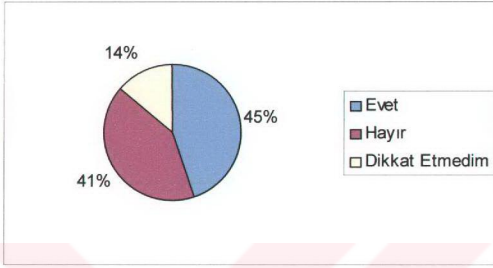
Sivil toplum örgütleri okullarda bu konuyla ilgili sempozyumlar verebilir. Işık kirliliğiyle ilgili tiyatro ve kısa film gösterimleri yapılabilir.

2. Türkiye'de astronomik gözlemevi var mı?



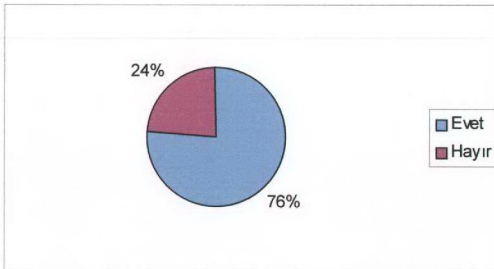
Katılımcıların %48 bu soruya doğru cevap vermiş durumdadır. Bu oran da düşük bir değerdir. Okullarda astronomik gözlemevi tanıtımının yapılması gerekir.

3. Geceleri gökyüzüne baktığınızda yıldız kümelerini net bir biçimde görebiliyor musunuz?



Katılımcıların %45'i bu soruya evet cevabını vermişlerdir. Lise anketi Küçükçekmece bölgesinde yapılmıştır. Bu bölgedeki dış aydınlatma ortalama seviyededir. Bu yüzden bazı diğer semtlere göre buradan görülebilen yıldız sayısı fazla olabilir. Öğrenciler bu yüzden bu soruya evet cevabı vermiş olabilirler. Ama gördükleri görüntü kesinlikle net değildir. Bu öğrencilerin ışık kirliliği etkisi olmadan yıldız kümelerinin nasıl görüldüğü hakkındaki fikirleri olmayabilir. Bu yüzden okullarda, ışık kirliliği olmayan bölgelerde geceleri çekilmiş gökyüzü fotoğrafları sergilenebilir. Öğrenciler bu şekilde karşılaştırma imkanı bulabilirler.

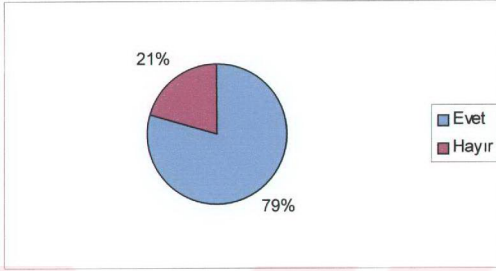
4. Enerji tasarrufu hakkında duyarlı mısınız?



Lise seviyesindeki öğrencilerin %74'nün enerji tasarrufu konusunda duyarlı olması olumlu bir durumdur. Diğerlerinin de bu konuda daha duyarlı olması konusunda

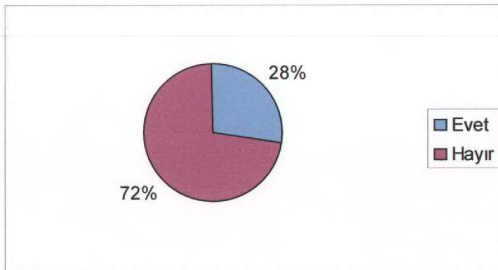
alışmalar yapılabilir. Işık kirliliğinin boşa giden enerji olduğu öğrencilere anlatılmalıdır. Böylece ğrencilerin ışık kirliliği hakkındaki duyarlılıkları artar.

5. Dış aydınlatma gerekli midir?



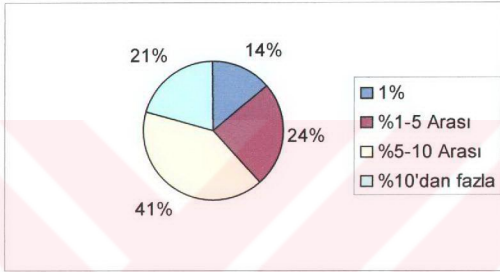
Genel ve diğer grupların anket sonuçlarıyla karşılaştırıldığında, dış aydınlatma gereklidir sorusuna, hayır cevabı verenlerin yüzde oranı en fazla bu gruptadır. Bu üzerinde durulması gereken bir durumdur. Dış aydınlatmanın suç işlemeyi caydırıcı bir etkisi vardır. Gençlerin önemli bir bölümünün “dış aydınlatma gereksizdir” demelerinin kesin olmamakla birlikte suç işleme eğilimleriyle alakası olabilir. Hayır cevabının içeriği araştırılmalıdır. Ama yine de büyük oranla gençlerde dış aydınlatmanın gerekli olduğunu düşünmektedirler. Buda dış aydınlatmanın vazgeçilemez olduğunu gösterir.

6. Geceleri sizi rahatsız eden dış aydınlatmalarla karşılaşıyor musunuz?



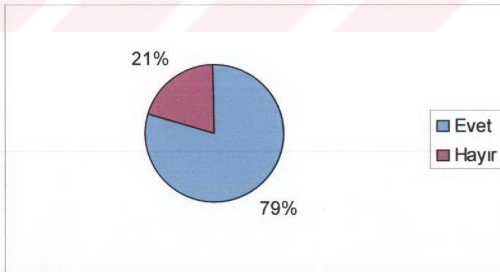
Lise öğrencilerinin bu soruya verdiği cevap, diğer grupların verdiği cevaplarla taban tabana zıttır. %74 gibi bir çoğunluk rahatsız edici dış aydınlatmalarla karşılaşmadığını belirtmiştir. Bu zıtlığın nedeninin anketin yapıldığı liselerin bulunduğu semtte büyük alış-veriş , iş ve eğlence merkezlerinin olmamasının olduğu düşünülmektedir. Buradan çıkan sonuç ise ışık kirliliğini büyük ölçekli ekonomik birimlerin, düşük ölçekli ekonomik birimlere göre daha fazla artırdığıdır.

7. Size, yıllık dış aydınlatmaya harcanan elektrik enerjisi, yıllık toplam harcadığımız elektrik enerjisinin yüzde kaçtır?



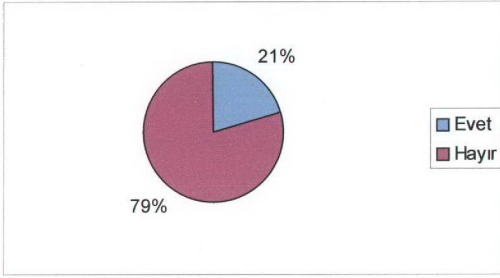
Bu soruya verilen cevap diğer anketlere yakındır. gençlere ışık kirliliğinin boşa harcanan elektrik enerjisi olduğu anlatılmalıdır.

8. Sizce, genel ve yerel yönetimler dış aydınlatma konusunda yaptırımlar uygulamalı mıdır?



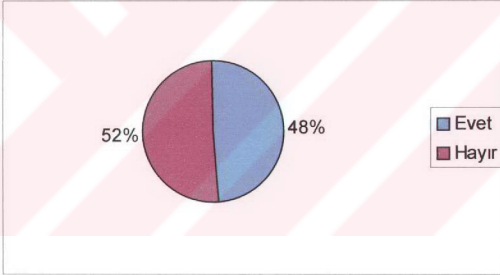
Lise öğrencileri de siyasi otoritenin dış aydınlatmayla ilgili koyacağı yaptırımlara uymaya hazır olduğunu görülmektedir. Genel ve yerel yönetimler bu konuda yaptırım uygulamaktan çekinmemelidirler.

9. Sizce, okullarda enerji tasarrufu konusunda yeterli eğitim veriliyor mu?



Lise öğrencileri de diğer gruplar gibi enerji tasarrufu ile ilgili okullarda verilen eğitimi yeterli bulmamaktadır.

10. Reklam ve hayati önem arz etmeyen dış aydınlatmaların, geceleri belli bir saatten sonra kapatılması fikri sizce kabul edilebilir mi?



Yukarıda anketin yapıldığı bölgenin karakteristik özellikleri dolayısıyla fazla bir dış aydınlatmaya sahip olmadığı belirtilmişti. Normal dış aydınlatmadan olumsuz olarak etkilenmediğini söyleyen bir grubun bu soruya bu şekilde cevap vermesini normal karşılamak gerekir. Öte yandan reklam aydınlatmasının her saatte açık kalmasını destekleyenlerde az değildir. Bu yüzden bu metod mecbur kalınmadıkça uygulanmamalıdır.

7.3 Anket Sonuçlarının Yorumu

Yapılan anketin sonuçları aşağıda maddeler halinde verilmiştir:

- 1) Işık kirliliği kavramını toplumun %35'i hiç duymamıştır. %65'i bu kavramı duyduğunu belirtmiştir. Bu kavramı duyduğunu belirtenlerin, bu konu hakkındaki bilgi seviyesi bilinmemektedir. Derinlemesine bir bilgi birikimlerinin olmadığı düşünülmektedir. Işık kirliliğinin ne demek olduğu, çevreye, ekonomiye ve ekosisteme olan zararları kişilere anlatılmalıdır. Işık kirliliğiyle mücadelede toplumun desteği olmadan etkin bir sonuç alınamaz. Siyasi otorite, üniversiteler, sivil toplum örgütleri ve gözlemevi yetkilileri birlikte koordineli bir çalışma yaparak bu kavramı toplumun bilgisine sunmalıdır.
- 2) Türkiye'de astronomik gözlemevi olmasına karşın toplumun %55'inin bundan haberi yoktur. Gözlemevi yetkilileri, kendilerini Türkiye genelinde duyurmalıdırlar. Bunun için yaptıkları çalışmaları bir belgesel halinde televizyonlarda yayınlatabilirler. Okullara giderek kendilerini anlatabilirler. Daha sonrada ışık kirliliğinin çalışmalarını nasıl etkilediği topluma duyurmalıdırlar.
- 3)Anket İstanbul sınırları içinde yapılmıştır. İstanbul şehri ışık kirliliği açısından Türkiye'nin en kirli bölgesidir. Toplumun %53'ü yıldızların net biçimde görünmediğinin farkındadır. %10'u bu konuya dikkat etmediğini belirtmiştir. %37'side net biçimde görebildiğini belirtmiştir. İstanbul sınırları içinde yıldız kümelerinin net biçimde görülebilmesi mümkün gözükmemektedir. Bazı bölgelerde diğerlerine nazaran daha fazla görülebilse bile asla net değildir. Işık kirliliği etkisi uzun yıllardır devam ettiği için bireyler, gökyüzünde gördükleri görüntünün net olduğu düşüncesinde olabilirler. Kişilere yazılı ve görsel basın aracılığı ile yıldızların ışık kirliliği olmadan nasıl görüneceği gösterilebilir. Böylece topluma, ışık kirliliğinin bizleri nasıl bir görsel zevkten mahrum ettiği sunulabilir.
- 4) Toplumun %82'si enerji tasarrufu konusunda duyarlı olduğunu söylemiştir. Işık kirliliği direkt olarak elektrik enerjisinin dolaylı olarak da diğer enerji kaynaklarının boşa gitmesi demektir. Enerji tasarrufu konusunda duyarlı olan toplum, bu bilgiye sahip olduğunda ışık kirliliğine karşı daha duyarlı olacaktır.

5) Toplumun %92 gibi ezici bir çoğunluğu dış aydınlatmanın gerekli olduğunu belirtmiştir. Bu sonuçtan anlaşılacağı üzere dış aydınlatma hayatımızda önemli bir olgudur. Bu olgudan vazgeçilmesi mümkün değildir. Bu yüzden ışık kirliliği ile mücadelede aydınlatmanın ortadan kaldırılması fikri kabul edilemez. Anket sonuçları incelendiğinde dikkat çekici bir nokta göze çarpmaktadır. Lise öğrencilerinden oluşan anket katılımcılarının %21'i dış aydınlatmayı gereksiz bulmuştur. Bilindiği üzere dış aydınlatma suç işlemeyi önleyici bir etkiye sahiptir. Bu nedenle gençlerin önemli bir kısmının dış aydınlatmayı gereksiz bulmasının nedenleri araştırılmalıdır. Bu durumun suç işleme eğilimi ile bir alakasının olup olmadığı incelenmelidir.

6) Toplumun % 70'i dış aydınlatma uygulamalarından rahatsızlık duymaktadır. Bu yüzden mevcut aydınlatma uygulamaları yeniden gözden geçirilmeli ve ulusal ve uluslararası yönetmeliklere uygun hale getirilmelidir. Sadece ihtiyaç duyulan bölgelerin veya nesnelerin gerektiği kadar aydınlatıldığı, uygulamalar yapılmalıdır.

7) Dış aydınlatmaya harcanan yıllık elektrik enerjisi, toplam harcadığımız yıllık elektrik enerjisinin %4-5'i kadardır. Katılımcılar, bu değer ve daha üzeri tahminlerde bulunmuşlardır. Anlaşılacağı üzere toplum dış aydınlatmanın maliyeti hakkında bilgi sahibidir. Işık kirliliği ile mücadele sonucunda bu maliyetin düşürüleceği topluma anlatılırsa, bireylerin daha duyarlı davranacakları düşünülmektedir.

8) Toplumun %84'ü dış aydınlatma konusunda siyasi otoritenin yaptırımlar uygulamasını desteklemektedir. Siyasi otorite bu konuyla ilgili tedbirleri acilen almalı ve uygulamaya koymalıdır. Aydınlatma tercihleri bireylerin inisiyatifine bırakmamalı ve denetim yapmalıdır.

9) Ankete katılanların % 94'ü okullarda enerji tasarrufu hakkında verilen eğitimin yetersiz olduğu kanısındadır. Bireylerin toplu olarak bulunduğu ve onlara ulaşılabilmenin en kolay olduğu yerler okullardır. Geleceğe yön verecek olan gençler şimdiden bilinçli bir birey haline gelmesi durumunda, ileride bugün karşılaşılan problemlerle karşılaşılması engellenebilir. Okullarda enerji tasarrufu hakkında genel bilginin verilmesi ve ışık kirliliğiyle mücadelenin enerji tasarrufu yöntemlerinden bir olduğu anlatılmalıdır.

10) Toplumun %65'i reklam ve hayati önem arz etmeyen dış aydınlatmaya saat sınırlaması getirilmesini desteklemektedir(Mesleki yaşamlarına başlamış bireylerin oranı %62 ile genel orana yakındır). Bu yüzden gerekli görülürse bu yöntem uygulanabilir.



8. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma da, ışık kirliliği konusu derinlemesine incelenmiştir. Işık kirliliğinin tanımı yapıp, nedenleri belirtilmiştir. Dış aydınlatmada kullanılan ekipmanlar yüzeysel olarak anlatılmıştır. Daha sonra da ışık kirliliğine karşı alınan ve alınması gereken tedbirler ele alınmıştır. Ulusal ve uluslararası yönetmelikler incelenmiş, Japonya ve Türkiye’de hazırlanan yönetmelikler örnek teşkil etmesi amacıyla özetlenmiştir. Işık kirliliği açısından dış aydınlatma uygulamalarının iyi ve kötü örneklerini içeren, şekil ve resimler yorumlanmıştır. Son olarak Türk toplumunun ışık kirliliği, dış aydınlatma ve enerji tasarrufu hakkında ki düşüncelerinin ve bilgi seviyesinin, ne olduğunun tespiti için yapılan anketin sonuçları aktarılıp yorumlanmıştır.

Bu çalışmadan şu sonuçlar çıkarılabilir:

Işık kirliliği istenilmeyen yerlerin ve nesnelerin aydınlatılmasıdır. Işık kirliliği, dış aydınlatma uygulamalarından ve kısmi olarak iç mekan aydınlatmalarından dışarı kaçan ışıklardan oluşur. Işık kirliliği başta insanları olmak üzere, hayvanları ve bitkileri olumsuz yönde etkiler. Işık kirliliği kıt enerji kaynaklarının boşa harcanmasına neden olur astronomik gözlemlerin maliyetini artırır. Ekolojik dengeye zarar verir. Işık kirliliğini yok etmek mümkün değildir. Işık kirliliğini tamamiyle ortadan kaldırmanın tek yöntemi dış aydınlatmanın uygulanmamasıdır. Bu çözüm ise mümkün değildir. Işık kirliliği minimum seviyeye indirilebilir.

Işık kirliliği daha çok dış aydınlatmanın bir sonucu olduğu için, dış aydınlatmada kullanılan ekipmanlar çok iyi bilinmelidir. Aydınlatmanın iki önemli elemanı vardır. Bunlar, ışık kaynakları ve armatürlerdir. Bu iki ekipman başta olmak üzere, tüm diğer yardımcı ekipmanlar(direk ve yansıtıcılar... gibi) iyi bir şekilde öğrenilmelidir. Yukarıda da belirttiğimiz gibi dış aydınlatmanın olduğu yerde ışık kirliliğinin olmaması mümkün değildir. Işık kirliliği tamamiyle ortadan kaldırılamaz. Bu yüzden, insanları ve çevreyi en az seviyede etkileyen ve bulunduğu bölgenin ihtiyaçlarını en iyi biçimde karşılayacak dış aydınlatma yöntemleri geliştirmeli ve uygulanmalıdır. Bölgeler arası farklılıklar bulunması nedeniyle, farklı bölgelerde farklı sınırlamalar olabilir. Bunun için CIE, aydınlatma ihtiyaçları ve bölgede ki

astronomik aktivitelere göre alanları dört ana grupta(E1,E2, E3 ve E4) toplamıştır. Genelde tüm ulusal yönetmelikler de bu bölgeleri kabul etmiştir. Bu bölgeler de kendi aralarında alt bölgelere de ayrılabilir. Her bölge için ayrı ayrı dış aydınlatma sınırları mevcuttur. Bölgelerdeki üst yarı uzaya kaçan ışık akısı oranları, aydınlık düzeyleri, kullanılacak lamba tipleri, parlıltı düzeyleri gibi kriterler belirlenmiştir. Bu değerlere uyulduğu zaman ışık kirliliğinin olumsuz etkileri en az seviyeye iner. Dış aydınlatma hayati önem taşımayan yerlerde belirli bir saatten sonra kapatılabilir veya azaltılabilir. Dış aydınlatma uygulamalarının denetimlerinin yapılması gerekir. Bu görev merkezi veya yerel otoriteye aittir.

Çeşitli ülkelerde dış aydınlatmayla ilgili yönetmelikler hazırlanmıştır. Bu yönetmeliklerde ışık kirliliğini kabul edilebilir seviyede tutmak için, standartlar ve tavsiyeler bulunmaktadır. Japonya’da hazırlanan yönetmelik içerik olarak son derece güzel bir örnektir. Yönetmeliğin niçin ve nasıl hazırlandığı, ışık kirliliğinin çevre ve insanlar üzerindeki etkileri ayrıntılı bir biçimde işlenmiştir. Dış aydınlatmayla ilgili standartlar belirtilip bu standartlara uyulmasını gerektiği belirtilmiştir. Ülkedeki bireylerin ve kuruluşların, neler yapması gerektiği anlatılmıştır. Yönetmelikte, dış aydınlatmanın denetiminin bir kontrol formu ile yapılması gerektiği, bu kontrol formunun içeriğinin ve işlevinin ne olduğu ve denetimin kimler tarafından nasıl yapılacağı belirtilmiştir. Bu yönetmelik Japonya hükümeti tarafından kanunlaştırılmıştır. Türkiye’de hazırlanan yönetmelik Japonya’da hazırlanan kadar geniş kapsamlı olmasa da son derece iyi bir çalışmadır. Bu yönetmelik, bu tez çalışması hazırlanırken mecliste yasa tasarısı olarak sunulmuştur ve yönetmeliğin en kısa zamanda kanunlaşması beklenmektedir. Ayrıca bu yönetmeliğin bazı kısımları “Karayolları Genel Müdürlüğü Yönergeleri” ne girmiştir.

Bu çalışma çerçevesinde, toplumun ışık kirliliği ve dış aydınlatma hakkındaki fikirlerinin öğrenilmesi amacıyla yapılan anket sonuçlarının değerlendirilmesiyle ışık kirliliği kavramının kişilere yeterince aktarılamadığı anlaşılmıştır. Öte yandan toplumun geneli enerji tasarrufu hakkında duyarlıdır. Dış aydınlatma, toplum için vazgeçilmez bir olgu olmasına rağmen bazı dış aydınlatma uygulamaları toplumu rahatsız etmektedir. Bireyler, merkezi ve yerel yönetimin dış aydınlatma konusunda yaptırımlar uygulamasını istemektedir. Toplumun genel kanılarından biri de okullarda enerji tasarrufu hakkında yeterince eğitimin verilmediğidir.

Ülkemizde ve Dünyada yapılan uygulamalar incelendiği zaman, ışık kirliliği oluşturan ve oluşturmayan birçok aydınlatma örneğiyle karşılaşılır. Tüm dış aydınlatma uygulamaları ışık kirliliği oluşturmayacak biçimde uygulanmalıdır.

Bu çalışmanın sonucunda şu önerilerde bulunulabilir.

Işık kirliliğinin ne demek olduğu, insanlar ve çevre üzerindeki etkilerini tüm topluma anlatılması için, programlar hazırlanmalıdır. Bu konu hakkında, kamuoyu yaratılmadan kesin bir sonuca varılması mümkün gözükmemektedir. Bu çalışma için siyasi otoriteler, üniversiteler ve sivil toplum örgütleri koordineli biçimde çalışmalıdır.

Özellikle ilk ve ortaöğretim düzeyindeki okullarda öğrencilere ışık kirliliği ve enerji tasarrufu hakkında gerekli bilgi verilerek, gelecek nesillerin bu konuda daha duyarlı olması sağlanabilir.

Akademik olarak, ışık kirliliğinin insan sağlığı üzerinde zararlı bir etkisinin olup olmadığı araştırılmalıdır. Ayrıca bitki ve hayvanlar üzerindeki etkileri de ayrıntılı biçimde incelenebilir.

Işık kirliliği hakkındaki yönetmelik zaman kaybetmeden kanunlaştırılmalıdır.

Merkezi ve yerel yönetimler tarafından, mevcut tüm dış aydınlatma uygulamalarının bir envanteri çıkartılmalı veya çıkarttırılmalıdır. Bu uygulamalardan ışık kirliliğine neden olanları belirlenmelidir. Bu hatalı uygulamaların en kısa zamanda yönetmeliklere uygun hale getirilmesi gerekir. Bu uygulamalar yönetmelikten önce yapıldıysa, özel kişi ve kurumlar bu değişimi maliyetinden dolayı yapmak istemeyebilirler. Bu yüzden bu kişilere maddi destek sağlanabilir. Yeni uygulamalara kesinlikle standartlar çerçevesinde izin verilmelidir.

Dış aydınlatma ekipmanları üreticileri, yeni bir aydınlatma malzemesi üretirken bu malzemeyi ışık kirliliğine neden olmayacak şekilde tasarlamalıdır. Üreticiler hazırladıkları kataloglarda ürünün minimum seviyede ışık kirliliğine neden olacak şekilde kullanımını anlatmalıdır. Siyasi otorite tarafından malzeme üreticileri de kontrol edilmelidirler. Standartlara uygun malzemelerin üretilmesi sağlanmalıdır.

KAYNAKLAR

- [1] **Schreuder, D.A.**, 2000, Obtrusive Light Avdits: A Method to Asses Light Polution; p.15-28 3. Ulusal Aydınlatma Kongresi, Bildiriler, 23-24 Kasım, İTÜ Taşkışla. İstanbul.
- [2] **Crawford, D.L.** , 1991 Light Polution: a problem for all of us; p.7-10 in: Crawford, ed.,
- [3] **Anon**, 1985. A statement on astronomical light pollution and light trespass. Journ. IES 14 (1985) 685
- [4] **Garstang, R.H.**, 1991. Light pollutionmodelling. In astronomical Society of the Pacific Conference Volume No. 17.
- [5] **Onaygil, S.**,2002. Aydınlatma Ders Notları, İTÜ, İstanbul
- [6] **Onaygil,S.**, 2000 Kent İçi Aydınlatma , İTÜ,İstanbul
- [7] **CIE.**,1997 Guidelınes for Minimizing Sky Glow
- [8] **Schreuder, D.A.**, 1991.,Lighting near astronomical observatories. In:CIE
- [9] **Özkaya, M.** 2000., Aydınlatma Tekniği Ders Kitabı, İTÜ, İstanbul.
- [10] **Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanhğı**, Elektrik Dış Aydınlatma Yönetmeliği (TBMM'ye yasa tasarısı olarak sunulmuştur.)
- [11] **CIE, 1995.**, “Motorlu ve Yaya Trafikli Yolların Aydınlatılması için Öneriler” CIE Pub No:115
- [12] **Enviroment Agency Goverment of Japan.**, 1998, Guidelines for Light Polution.

ÖZGEÇMİŞ

Ali ALPER 1978 İstanbul doğumludur. İlk ve Orta öğrenimini İstanbul'da tamamladıktan sonra 1995 yılında YTÜ Elektrik-Elektronik Fakültesi, Elektrik Mühendisliği bölümüne girmiş olup 1999 yılında bu bölümden mezun olarak Elektrik Mühendisi unvanını almıştır. Aynı yıl İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü , Elektrik Mühendisliği Ana Bilim Dalı Elektrik Mühendisliği Programında Yüksek Lisans eğitimine başlamıştır. Ayrıca 2000 yılında YTÜ, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Bölümünde Yüksek Lisans eğitimine başlamıştır. Halen GEMTA Genel Elektrik Makine Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti'ne bağlı olarak işletilen Ambarlı Trafo Merkezi'nin Mesul Mühendisi olarak çalışmakta ve YTÜ'de eğitimine devam etmektedir.