



TMMOB ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI

BİLGİ BELGE MERKEZİ(BBM)

Döküman Bilgileri

EMO BBM Yayın Kodu	: 15
Makalenin Adı	: Kent İçi Aydınlatma
Makalenin Yayın Tarihi	: 01/06/2001
Yayın Dili	: Türkçe
Makalenin Konusu	: kent içi aydınlatma
Makalenin Kaynağı	: Kaynak Elektrik Dergisi, Sayı ???, Haziran 2001
Anahtar Kelimeler	: kent içi aydınlatma, aydınlatma
Yazar 1	: Sermin Onaygil
Yazarlar EMO üyesi ise Sicil No	: 9016

Açıklama

Bu doküman Elektrik Mühendisleri Odası tarafından açık arşiv niteliğinde olarak bilginin paylaşımı ve aktarımı amacı ile eklenmiştir.

Odamız üyeleri kendilerine ait her türlü çalışmayı EMOP/Üye alanında bulunan veri giriş formu aracılığı ile bilgi belge merkezinde yer almasını sağlayabileceklerdir. Ayrıca diğer kişiler çalışmalarını e-posta (bbm@emo.org.tr) yolu ile göndererek de bu işlemin gerçekleşmesini sağlayabileceklerdir. Herhangi bir dergide yayınlanmış akademik çalışmaların dergideki formatı ile aynen yer almaması koşulu ile telif hakları ihlali söz konusu değildir.

Elektrik Mühendisleri Odası Bilgi Belge Merkezi'nde yer alan tüm bilgilerden kaynağı gösterilerek yararlanılabilir.

Bilgi Belge Merkezi'nde bulunan çalışmalardan yararlanıldığında, kullanan kişinin kaynak göstermesi etik açısından gerekli ve zorunludur. Kaynak gösterilmesinde kullanılan çalışmanın adı ve yazarıyla birlikte belgenin URL adresi (http://bbm.emo.org.tr/genel/katalog_detay.php?katalog=2&kayit=15) verilmelidir.

AYDINLATMA**1. GİRİŞ**

1999 yılı istatistiksel verilerine göre ülkemizde tüketilen 91222 GWh elektrik enerjisinin % 4.7'si genel aydınlatma amaçlı kullanılmıştır[1]. Genel aydınlatma adı altında toplanan bu tüketimin büyük bölümü yol aydınlatmalarında harcanmaktadır. Park ve bahçe aydınlatmalarında çoğu zaman bilinçsizce tüketilen enerji miktarları da küçümsenmeyecek boyutlardadır. Değeri her geçen yıl hızla artan ve bedeli ödenmediği için

lere sahip yol aydınlatması tesisatları ile gece kazalarının sayısında ve işlenen suç oranlarında önemli bir azalma sağlanmaktadır. Tüm dünya ülkeleri gibi ülkemiz için de önemli bir sorun olan enerji tasarrufunun lambaların gelişigüzel söndürülmesi yada tesisat yapılıp yapılmaması ile değil, görme yeteneği ve görsel konfordan ödün vermeden, gerekli minimum düzeyde aydınlatmalar yaratılarak sağlanabileceği akıldan çıkarılmamalıdır. Bu şekilde gerçekleştirilecek aydınlatmalarla enerji tasarrufu

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.

Kent İçi Aydınlatma****Doç. Dr. Sermin ONAYGİL***(İstanbul Teknik Üniversitesi Elektrik-Elektronik Fakültesi)*

tüketici tarifelerine dahil edilen bu aydınlatma uygulamalarında doğru ve verimli çözümlerle güvenli, konforlu ve az enerji tüketen tesisatlar gerçekleştirilmesi temel amaç olmalıdır.

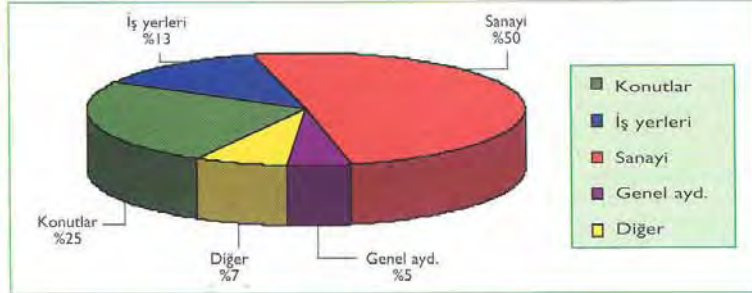
İyi ve kaliteli bir aydınlatma tesisatından, aydınlatılması amaçlanan alanlara gereksinim duyulan miktarlarda ışık göndermesi beklenilir. Kullanılmayan alanların aydınlatılmasının yada kullanılan alanlarda gereğinden fazla aydınlatma yaratılmasının büyük enerji savurganlığı olacağı açıktır. Yetersiz 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.

Yol aydınlatmalarından beklenen, emniyetli ve konforlu görüş olanakları yaratılarak, yolların ve alanların geceleri de rahatlıkla kullanılabilir olmasını sağlamaktır. Motorlu ve motorsuz araçlar, yaya ve hayvan trafiğinin olabildiği kent içi ulaşım yollarında trafiğin hızı, çeşidi ve çevre koşullarına uygun kriter-

sağlanabileceği gibi, ışık kirliliğinin de önüne geçilebilecektir.

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

Ekonomik ve yeterli düzeyde uygulamalar için yollarda ve açık alanlarda sağlanması gereken aydınlatma kriterleri, bu konulardaki araştırma ve uygulama çalışmaları esas alınarak hazırlanan en yeni standart ve önerilere göre belirlenmelidir. Tesisatlarda kullanılan ışık kaynakları (lambaların) ve aydınlatma armatürlerinin teknik özellikleri ve verimleri de aydınlatmanın ekonomikliğini ve sürekliliğini etkileyen en önemli faktörlerdir. ➡



Türkiye'de elektrik enerjisi tüketiminin dağılımı.

2. KENT İÇİNDEKİ IŞIK KİRLİLİĞİNİN NEDENLERİ VE 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;

1. Uluslararası standartlar ve öneriler çok iyi takip edilerek aydınlatılacak yere uygun optimum çözümün elde edilebileceği aydınlatma kriterleri belirlenmeli,

2. Fotometrik değerleri bilinen armatürler ile gerekli tasarım hesapları yapılmalı, armatür sayısı ve tipi bu hesaplara göre saptanmalı,

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

3. UYGULANMASI GEREKEN ÖNERİLER

Bina dış cephe ve reklam panolarının aydınlatılması amaçlı kullanılan projektör tipi armatürler uygun açılarla sadece aydınlatılmak istenilen alanı aydınlatacak tipte seçilmeli ve yönlendirilmelidir. Mümkün olduğunda aydınlatma yukarıdan aşağıya doğru yönlendirilerek yapılmalıdır. Park ve bahçelerde büyük oranda gökyüzüne ışık gönderen glop tipi armatürlerin kullanılmasından kaçınılmalıdır. Bunların yerine yürüyüş yollarında uluslararası önerilerce verilen değerlerde yatay ve düşey aydınlık

düzeylerini yaratan (örneğin kalabalık alanlarda Eyalet= 10-20 lux, Edüşey= 2-4 lux) uygun tasarımı direkt veya yarı-direkt ışık dağılımlı armatürler kullanılmalıdır.

Gözlemcinin ve bazen de görülmesi gereken cismin hareketli olduğu yol aydınlatmalarında, gerekli güvenlik ve konfor koşullarının sağlanabilmesi için çok dikkatli davranılmalıdır. Karayolları Genel Müdürlüğü'nün sorumluluğundaki kent dışı ve içi otoyol ve ekspres yollarda Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (CIE)'nin 1977 tarihli ve 12-2 nolu "Trafik Yollarının Aydınlatılması için Öne-

riler" adlı yayınındaki öneriler uygulanmaktadır [2]. Ancak CIE 1995 yılında "Motorlu ve Yaya Trafikli Yolların Aydınlatılması için Öneriler" adı altında 115 nolu yeni bir teknik rapor yayımlamıştır [3]. 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.

Tablo: 1- Farklı yol tipleri için aydınlatma sınıfları

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

Not 1. Karmaşıklık; yolun geometrik yapısını, trafik hareketlerini ve görsel çevreyi içerir. Göz önünde bulundurulması gereken faktörler; şerit sayısı, yolun eğimi, trafik ışık ve 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 (Her bir trafik cinsinin kullanacağı şeridin kesin olarak ayrıldığı yerler, otobüs yolu, bisiklet yolu vb.).



4. IŞIK KAYNAKLARI VE ARMATÜRLER

Günümüz teknolojisine göre, yol aydınlatması ve dış aydınlatma uygulamaları amacıyla kullanılabilir ışık kaynakları dört grupta toplanabilir;

- Yüksek Basıncılı Civa Buharlı Lambalar
- Yüksek Basıncılı Sodyum Buharlı Lambalar
- Alçak Basıncılı Sodyum Buharlı Lambalar
- Metal Halojen Lambalar ➔

Uluslararası Aydınlatma Komisyonu'nun 115 nolu en yeni Teknik Raporu'na göre yollar kullanım amaçları, kullanıcıları, trafik yoğunluğu ve kontrolüne göre Tablo 1'deki gibi sınıflandırılmaktadır.

Bu yol sınıflarında sağlanması gereken aydınlatma kriterlerinin değerleri de Tablo 2'de verilmiştir.

Tabloda verilen ortalama parlı, ortalama ve boyuna düzgünlük değerleri yol yüzeyinde sağlanması gereken minimum değerlerdir. T_1 , bağıl eşik artışının değeri ise tabloda verilen değerleri aşmamalıdır. Yine aynı Teknik Rapor'a göre, değişik tiplerdeki yaya yollarında da en az Tablo 3'de verilen ortalama aydınlık düzeyi değerleri sağlanmalıdır.

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 [4]. Bu önerilere göre, girişinden aracın güvenle durabileceği mesafe kadar uzakta, 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 parlı düzeyinde en çok da bu değerin üç katını aşmayacak şekilde aydınlatılması zorunludur.

Tablo 2- Değişik aydınlatma sınıflarına uygulanacak yol aydınlatması kriterleri

Aydınlatma sınıfı	Ortalama parlı (cd/m)	U_0	U_1	$T_1(\%)$
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

Burada;

U_0 : Ortalama Düzgünlük: Yolun sağ kenarından yol genişliğinin 1/4 mesafesinde bulunan bir gözlemciye göre kısmi alanların minimum parlısının yolun ortalama parlısına oranıdır
 $(U_0 = L_{min} / L_{ort})$.

U_1 : Boyuna Düzgünlük: Her yol şeridinin orta çizgisi üzerinde bulunan gözlemci noktasına göre, bu orta çizgi boyunca uzanan kısmi alanlardaki minimum parlının maksimum parlıya oranıdır
 $(U_1 = L_{min} / L_{max})$.

T_1 : Bağıl Eşik Artışı: Fizyolojik kamaşmanın neden olduğu görülebilirlik azalmasının ölçüsüdür. Kamaşma koşullarındaki parlı eşiği ΔL_K ile kamaşma olmadıgındaki DLe eşik farkının DLe'ye oranı olarak ifade edilir.
 $(T_1 = \{\Delta L_K - \Delta L_e\} / \Delta L_e)$

Tablo 3- Yaya alanlarındaki değişik yol tipleri için ortalama aydınlık düzeyi değerleri

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
Tenha 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



Bu lambaların yol aydınlatmasında kullanılan tiplerinin karakteristik özellikleri Tablo 4'de toplu olarak gösterilmektedir.

Çalışma prensibi ve özellikleri bazı farklılıklar gösteren yüksek ba-

sinçlı sodyum buharlı lambalar tabloda üç grup olarak ele alınmıştır.

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 gözlemleri 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 spektoradyometrik diyagramları nedeniyle özellikle renkli yol kaplamalarında iyi görüş koşulları sağladıkları ifade edilmektedir [6]. 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 70'li yıllarda enerji fiyatlarının çok yükselmesi ve 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

Tablo: 4- Yol aydınlatmasında kullanılan lambaların karakteristik özellikleri [5]

Lamba tipi	Gücü (W)	Balast kaybı (W)	Işık akısı (lm)	Etkinlik fak. (lm/W)*	Ekonomik ömür (saat)**
Yüksek basınçlı civa buharlı	50 - 400	9 - 25	1800-22000	31 - 52	15 000
Yüksek basınçlı sodyum buharlı	Ateşleyicisiz	110 - 350	8000-34000	64 - 88	7 000
	Elips (fl.kaplı)	150 - 400	14000-47000	82 - 107	18 000
	Şeffaf tüp	100 - 400	10000-55500	87 - 123	20 000
Alçak basınçlı sodyum buharlı	26 - 131	32 - 43	3500-25000	57 - 145	13 500
Metal halojen lamba	70 - 400	19 - 60	5500 - 45000	62 - 98	6 000 - 9 000

* Etkinlik faktörü balast kaybı dikkate alınarak hesaplanmıştır. ** Işık akısının %30 değer kaybettiği ana kadar geçen süre.



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 bin saat olan yeni tip yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalar varken, etkinlik faktörleri 80 lm/W, ömürleri ise 7 bin saat olan bu tiplerin düşünülmüşmesi büyük bir yanlışlıktır.

Lambaların karakteristik özellikleri dikkate alındığında, günümüzde kent içi yol, cadde, sokak ve meydan aydınlatmalarında parlak

sarı renkte ışık yayan şeffaf cam tüplü yüksek basınçlı sodyum buharlı lambaların kullanılması en uygun çözüm olarak gözükmektedir.

Uygun lamba tipi seçiminin yol aydınlatmasının ekonomikliği üzerine etkisi, herbiri 3.33 m genişlikte üç şeritli (toplam yol genişliği 9.99 m), trafik kontrolü ve sinyalizasyonun yeterli olduğu kent içi bir güzergah yolunda gerçekleştirilen hesaplama sonuçlarıyla gösterilmeye çalışılmıştır. Bölüm 3 ve Tablo 1'deki bilgilere göre M3 sınıfına giren yolda sağlanması gereken aydınlatma kriterleri şöyledir:

Ortalama yol yüzeyi parlaklığı cd/m	$L_{ort} = 1,0$
Ortalama düzgünlük (L_{min} / L_{ort})	$U_0 \geq 0,4$
Boyuna düzgünlük (L_{min} / L_{max})	$U_1 \geq 0,5$
Kamaşma sınırlaması	$T_1 \leq 10$

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. Üst yarı uzaya gönderdiği ışık yüzdesi 10'dan düşük olan armatürler içinde farklı lamba tipleri kullanılarak, yukarıda tanımlanan güzergah yolunun soldan tek taraflı düzenek ile aydınlatılması hali için CIE 115 nolu yayına göre önerilen aydınlatma kriterlerinin sağlanması koşulu ile, aydınlatma tasarımı hesapları yapılmış, elde edilen sonuçlar Tablo 5'de verilmiştir.

Tablodan yüksek basınçlı civa buharlı lamba yerine, şeffaf tüp şeklinde yüksek basınçlı sodyum buharlı lamba kullanılması ile aynı aydınlatma kriterleri yaratılırken % 57 enerji tasarrufu sağlanabildiği, flüoresan kaplı elips balonlu



Tablo 5: Farklı lamba tiplerinin karşılaştırılması

Lamba Tipi	Y B Civa Buharlı	Y B Sodyum ateşleyicisiz	Metal Halojen	Y B Sodyum (Şu.kaplı)	Y B Sodyum (şeffaf tüp)	A 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
Lort (cd/m)	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.

yüksek basınçlı sodyum buharlı lamba yerine şeffaf tüp lambaların kullanılmasıyla da yaklaşık % 33 daha az enerji harcadığı 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 kullanılması uygun bir çözüm olduğu görülmektedir. Ancak alçak basınçlı sodyum buharlı lambalarla da, şeffaf tüp yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalı uygulamalara yakın enerji tasarrufları elde edilmektedir. Işık kirliliğinin tamamen önlenmesi açısından, korunması gereken doğal çevre ve astronomi gözlemleri etrafındaki yol ve açık alanlarda ışığı sadece alt yarı uzaya gönderen tam korumalı armatürler içinde alçak basınçlı sodyum buharlı lambaların kullanılması gerektiği de akıldan çıkarılmamalıdır.

5. SONUÇ

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

Özellikle çok büyük hataların gözlemlendiği şehir içi yol aydınlatmalarında en yeni öneriler ve bilgiler dikkate alınarak, şartname ve yönetmelikler yeniden düzenlenmelidir. Aydınlatma hesaplarının yapılmasına elverişli fotometrik verileri bulunmayan armatürler kesinlikle kullanılmamalıdır. Mevcut sistemler enerji tasarrufu ve ışık kirliliği açısından gözden geçirilmeli, yapılabilecek değişiklikler hemen gerçekleştirilmelidir.

Yeni yapılacak tesisatlarda ise en verimli sistemler kullanılmalıdır. Tesisatların bakım, temizlik, özellikle lamba değiştirme işlemleri de düzenli aralıklarla ve belli koşullar sağlanarak gerçekleştirilmelidir.

Büyük masraflarla kurulan ve ülkemizi uluslararası bazda temsil edebilecek doğru ölçüm sonuçlarının alınması amaçlanan gözlemlerinin yerleri için ayrı yasa ve yönetmelikler uygulanarak bu bölgeler koruma altına alınmalıdır[7]. Bu alanlarda ışık kirliliği açısından en iyi sonuçların alındığı alçak basınçlı sodyum buharlı lambalı tesisatların kullanılması için gerekli düzenlemeler yapılmalı, reklam, dış cephe, park ve bahçe aydınlatmalarında kullanılabilecek armatür tipleri yönetmeliklerce belirlenmelidir.

KAYNAKLAR

- [1.] Selçuk N., Arabul H., "Elektrik Enerjisinde Ulusal Politika", Ekim, 2000
- [2.] CIE Pub.12.2, "Recommendations for the Lighting of Roads for Motorized Traffic", 2nd ed., 1977
- [3.] CIE Pub.115, "Recommendations for the Lighting of Roads for Motor and Pedestrian Traffic", Technical Report, 1995
- [4.] CIE Pub. 88, "Guide for the Lighting of Road Tunnels and Underpasses", Technical Report, 1990
- [5.] "Osram Aydınlatma Kataloğu", 1999/2000
- [6.] Frankinet M.M. ve arkadaşları, "Study of the influence of coloured road surfaces on the efficiency of road lighting installations", Lux Europa 2001 Proceedings, p. 62-65, Reykjavik, İzlanda
- [8.] CIE Pub.01, "Guidelines for Minimizing Urban Sky Glow Near Astronomical Observatories", 1980

** Bu makale, 16 Kasım 2001 tarihinde Antalya Büyükşehir Belediye Başkanlığı, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi, Akdeniz Üniversitesi ve Çevre Girişim Derneği tarafından Antalya'da ortaklaşa düzenlenen "Işık Kirliliği ve Karanlık Gökyüzü Sempozyumu" nda bildiriler olarak sunulmuştur.

