

ŞEHİRİÇİ YOL AYDINLATMA TESİSATLARININ İYİLEŞTİRİLMESİ

Sermin ONAYGİL¹ Önder GÜLER²

Enerji Enstitüsü

İstanbul Teknik Üniversitesi, 34469, Maslak, İstanbul

¹e-posta: onaygil@itu.edu.tr ² e-posta: onder.guler@itu.edu.tr

Anahtar sözcükler: Şehiriçi Yol, Armatür, Yüksek Basıncılı Civa Buharlı Lamba, Ateşleyicisiz Yüksek Basıncılı Sodyum Buharlı Lamba, Şeffaf Tüp Balonlu Yüksek Basıncılı Sodyum Buharlı Lamba.

ABSTRACT

In this study, it is aimed to expose the incorrect applications that are because of using high pressure mercury vapour lamps and high pressure sodium vapour lamps without ignitors inside the luminaires of poor quality in urban road lighting which are in the responsibility of Electrical Distribution Companies. There is also brief information about the regulative studies done about the operation and application problems under the scope of the agreement between ITU and TEDAS. Comparison between the recent luminaires and the luminaires of good quality using high pressure sodium vapour tubular clear lamp has been done by both the calculations and measurements done on an test road. According to the comparisons on light and economy, it is seen by recommended installation that, 160% more light can be achieved with 29% less investment cost. As the operation costs are taken into consideration, pay back time of investment cost is calculated as about 2 years.

1. GİRİŞ

Özellikle güvenlik açısından şehiriçi yolların aydınlatılmasının gerektiği bilinen bir gerçektir. Yapılan istatistiksel çalışmalarla, şehiriçi yol ve alanların kriterlere uygun aydınlatılmasıyla, kriminal suç işleme oranlarında %20, işlenen suçların şiddetinde ise %40'lık oranlarda azalmalar olduğu saptanmıştır [1, 2, 3]. Ayrıca şehirlerin genel görünümü, gece kullanılabilirlikleri, trafik güvenliği ve konforu açısından da yol aydınlatmalarının önemi büyüktür.

İstenilen görüntü, güvenlik ve konfor koşulları ancak yeterli görüş olanaklarının yaratıldığı yol aydınlatması tesisatları ile gerçekleştirilebilir. Uygun kriterlere sahip olmayan ya da ilk andaki özelliklerini çok kısa sürede kaybeden tesisatlar, tesis ve işletme yatırımları yapılmasına rağmen

beklenen faydaları sağlayamazlar. Çok yakın bir geçmişe kadar şehiriçi yol aydınlatmalarının tesisi, işletmesi ve bakımı tamamen Elektrik Dağıtım Şirketleri'nin sorumluluğunda idi. Ne yazık ki, sorumluluk alanları geniş olan bu şirketlerde yol aydınlatmalarına gereken önem verilememiştir. Yol aydınlatmaları uzun yıllar, fotometrik değerleri bilinmeyen, koruma sınıfı düşük olan armatürler içinde verimleri ve ömürleri az olan lambalar kullanılarak, tasarım hesapları yapılmadan tesis edilmiştir. Son yıllarda İstanbul, Ankara gibi bazı büyükşehir belediyeleri kaliteli armatürler içinde verimleri yüksek ışık kaynaklarını kullanarak yol ve alan aydınlatma tesisatları gerçekleştirmektedirler. Ancak şartname ve yönetmelik eksiklikleri nedeni ile projelendirmeleri doğru yapılamayan bu tesisatlarda da maliyetler yükselmekte ve bakım çalışmaları sorun olmaktadır.

Bu sorunlara çözüm bulabilmek ve optimum koşullara ulaşabilmek amacıyla, İTÜ (İstanbul Teknik Üniversitesi) ve TEDAŞ (Türkiye Elektrik Dağıtım AŞ) arasında gerçekleştirilen bir anlaşma ile çalışmalar başlatılmıştır.

2. YENİ UYGULAMA YÖNTEMİ

Elektrik Dağıtım Şirketleri'nin sorumluluğundaki şehiriçi yol aydınlatmalarında genelde yüksek basınçlı civa buharlı lambalı veya içten ateşlemeli (ateşleyicisiz) yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalı IP54 koruma sınıflı armatürler kullanılmaktadır. Özellikle son yıllarda satın alınan kalitesi düşük lambaların tesisinde ve kullanımında büyük problemler yaşanmaktadır. Her aydınlatma uygulamasında olduğu gibi, yol aydınlatma tesisatlarında da projenin başarısına etki eden başlangıç noktası, uygun ışık kaynaklarının seçimidir. Günümüz lamba teknolojisine göre, mükemmel ışık rengi ve dekoratiflik gerekemediğinde kullanılacak en verimli ışık kaynağının şeffaf tüp balonlu yüksek basınçlı sodyum buharlı lamba olduğu görülmektedir [4, 5]. Şu anda şehiriçi yollarda yoğun olarak kullanılan yüksek basınçlı civa buharlı ve ateşleyicisiz yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalar ile optimum çözümler için kullanılması önerilen

şeffaf tüp balonlu yüksek basınçlı sodyum buharlı lambaların karakteristik özellikleri Tablo 1'de verilmektedir.

Geçmiş yıllarda özellikle kent içi yol aydınlatmalarında çok kullanılan 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 sonucunda, mevcut civa buharlı lambalı armatürlerde hiçbir eleman değişikliği yapmadan sadece lamba değiştirilerek kullanılabilen ateşleyicisiz yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalar geliştirilmiştir. 125W, 250W ve 400W gücündeki yüksek basınçlı civa buharlı lamba aksamı ile kullanılabilen sırasıyla 110W, 220W ve 350W gücündeki bu lambalarla %15 daha az enerji tüketilirken, yaklaşık %60 daha fazla ışık elde edilebilmektedir. Ömürleri de yüksek basınçlı civa buharlı lambaların iki katından fazladır. Ancak sadece eski civa buharlı lambalı tesisatların iyileştirilmesi amaçlı geliştirilen bu lamba tipinin yeni bir tesisatta kullanılması yanlışır. Tablo 1'deki bilgilerden, etkinlik faktörleri balast kayıpları dahil ortalama 110 lm/W, ekonomik ömürleri 21000 saat olan şeffaf tüp balonlu yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalar varken, etkinlik

Tablo 1. Lambaların karakteristik özellikleri

Lamba cinsi	Lamba gücü (W)	Balast kaybı (W)	Işık akısı (lm)	Etkinlik fak. (lm/W)*	Ekonomik ömür (saat)**
Yüksek basınçlı civa buharlı	125	14	6200	45	4000
	250	18	12700	47	
	400	20	22000	52	
Ateşleyicisiz yüksek basınçlı sodyum buharlı	110	14	10400	84	9000
	220	18	20000	84	
	350	20	34000	92	
Şeffaf tüp balonlu yüksek basınçlı sodyum buharlı	70	11	6600	81	21000
	150	19	17500	104	
	250	26	33000	120	
	400	29	56500	132	

* Etkinlik faktörü balast kaybı dikkate alınarak hesaplanmıştır.

** Işık akısının %30 değer kaybettiği ana kadar geçen süre.

faktörleri ortalama 85 lm/W, ömürleri ise sadece 9000 saat olan bu lambaların kullanılmasındaki yanlışlık açıkça ortaya çıkmaktadır.

Tabloda verilen ömür değerleri ekonomik ömür olup, lambaların kullanılmaz hale gelmeleri ve ışık akılarındaki azalmalar nedeniyle, toplam ışık akılarının %30 değer kaybettiği ana kadar geçen süredir [6, 7]. Bu süre sonunda lambalar yanmaya devam etseler bile, yenileri ile değiştirilmelidir. Tablodaki ömür değerleri lamba imalatçılarından elde edilen, lambaların kullanım süresince ışık akıları ve sayılarındaki azalma oranlarını gösteren eğriler, kullanılarak elde edilmiştir. Lambaların karakteristik özellikleri de dikkate alındığında, günümüzde kent içi yol aydınlatmalarında parlak sarı renkte ışık yayan şeffaf tüp balonlu yüksek basınçlı sodyum buharlı lambaların kullanılması yine en uygun çözüm olarak gözükmektedir. Ancak boyutları, şekilleri ve dıştan ateşleyici eleman gereksinimleri nedeniyle, bu tip lambaların, yüksek basınçlı civa buharlı veya ateşleyicisiz yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalı tesisatlardaki mevcut eski armatürlerin içinde kullanılmaları olanaksızdır.

Bu bilgiler ışığında, yol aydınlatması uygulamalarında kullanılacak lamba şartnameleri sadece şeffaf tüp balonlu yüksek basınçlı sodyum buharlı lambaları içerecek şekilde yeniden düzenlenmelidir. Tanımlanan teknik özelliklerle teknolojik açıdan en gelişmiş lamba tiplerinin satın alınması hedeflenmelidir. Ancak mevcut eski tesisatlar için bir geçiş döneminin yaşanması da gerekmektedir. Tüm eski tesisat armatürlerinin, içlerinde şeffaf tüp balonlu yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalar bulunan yenileri ile değiştirilmesi amaçlanmalıdır. Ancak, bu projeler gerçekleştirilmeden eski tesisatlarda ömürlerinin sona ermesi nedeniyle lamba değişimi gerektiğinde, tüm yüksek basınçlı civa buharlı lambalar yerine ateşleyicisiz yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalar takılabilir.

Yol Aydınlatma Armatürleri Teknik Şartnameleri'nde ise, satın alınacak armatürlerin Uluslararası

Aydınlatma Komisyonu (CIE)'nin 140/2000 nolu yayınında belirtilen tüm düzlem ve açılarda ölçülen ışık şiddeti değerlerinin verilmesi istenmelidir. Şartnameler ayrıca elektronik balast dahil yeni teknolojik elemanların kullanımına olanak sağlayacak şekilde gözden geçirilmeli ve armatürlerin koruma sınıfları en az IP 65'e yükseltilmelidir.

TEDAŞ ile yürütülen ortak çalışmalar çerçevesinde armatür imalatçıları tarafından verilecek ışık şiddeti değerlerinin veri olarak kullanılabilceği bir yol aydınlatması bilgisayar programının da hazırlanması hedeflenmektedir. TEDAŞ proje grubu hazırlanan bu program yardımıyla satın alınacak armatürler ile yol yüzeyinde yaratılabilecek aydınlatma kriterlerini hesaplayabilecektir. Ya da tesisi yapılacak yeni bir yolda istenilen aydınlatma kriterlerini sağlayabilecek armatür, lamba, direk, vs. özelliklerini belirleyebilecektir.

Uygulamaların kolay ve yaygın olabilmesi için yolların sınıflandırılması, değişik yol sınıflarında sağlanması gereken aydınlatma kriterleri, örnek hesaplamalar ve bilgisayar programının kullanımı hakkındaki bilgileri içeren bir kılavuz kitapçık da hazırlanacaktır.

Bu bildiriye, lamba şartnamelerinde gerçekleştirilmesi hedeflenen köklü değişim nedenlerinin hesap ve örnek ölçümlerle ortaya konulması amaçlanmaktadır.

3. HESAP VE ÖLÇÜM SONUÇLARI

Çalışmalar Üniversite Kampüsü alanı içinde yer alan ve geometrik özellikleri aşağıda verilen sağdan tek taraflı düzenekle aydınlatılmış yol örneği ile gerçekleştirilmiştir.

Örnek yol parametreleri:

Yol genişliği: 7 m

Şerit sayısı: 2

Şerit genişliği: 3.5 m

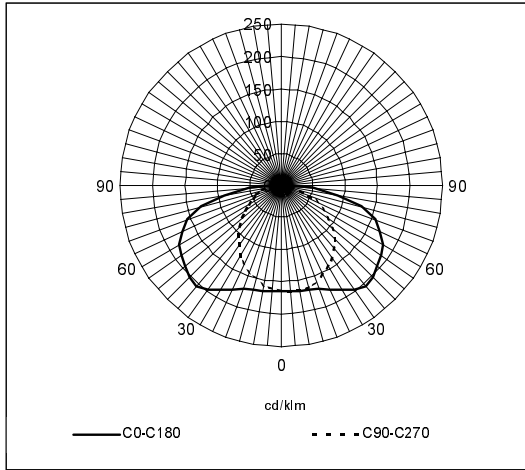
Direkler arası açıklık: 30 m

Direk yüksekliği: 11 m

Konsol boyu: 1.5 m
Konsol eğim açısı: 10°
Yol sınıfı: R3

3.1. İlk Durum (D1)

Tanımlanan test yolu, grubumuzun deneysel çalışmalarını gerçekleştirdiği, tamamen karanlık ortamda bulunan, gündüz araç ve yaya trafiği olan, gece koşullarında ise trafik yoğunluğu çok azalan bir yoldur. Yol, deney çalışmalarına başlamadan önce içlerinde 250W yüksek basınçlı civa buharlı lambalar bulunan düşük kaliteli armatürler ile aydınlatılıyordu. Tesisattaki armatürler, şehiriçi aydınlatmalarda çok sık kullanılan IP54 koruma sınıfı oldukları beyan edilen, ancak içlerine toz ve suyu kolaylıkla geçiren kalitesiz armatürlerdi. Toplam 12 direğin bulunduğu yolda, bazı lambalar çalışmaz durumda idi. Bakım çalışmalarının yetersiz olduğu bu durum, ölçüm sonuçları gerçek durumu yansıtmayacağından, sadece hesap sonuçları ile değerlendirilmiştir.



Şekil 1. D1 durumundaki armatüre ait ışık dağılım eğrisi

Işık dağılım eğrisi Şekil 1’de verilen armatür fotometrik değerleri kullanılarak, kirlenme ve temizlik süreleri açısından en kötü durum göz önünde bulundurularak hesaplamalar yapılmıştır. Söz konusu koşullar için bakım faktörü (BF) 0.7

alınarak, cd/m^2 cinsinden yolun ortalama parlıtsı (L_o), ortalama (U_o) ve boyuna parlıltı düzgünlük (U_l) değerleri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır [8].

$$L_o = 0.50 \text{ cd/m}^2$$

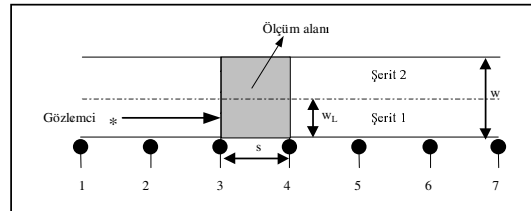
$$U_o = 0.61$$

$$U_l = 0.85$$

3.2. İkinci Durum (D2)

Deneysel çalışmaların yapılabilmesi için 12 direktteki bazıları yanmayan tüm 250W yüksek basınçlı civa buharlı lambalar sökülüş, yerlerine 220W ateşleyicisiz yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalar takılmıştır. Armatürler değıştirilmediği gibi, herhangi bir temizlik çalışması da yapılamamıştır. Yine en kötü koşullar altında IP54 koruma sınıfı armatürler için geçerli olan 0.7 değeriindeki bakım faktörü dikkate alınarak, eski armatürler içindeki 220W ateşleyicisiz yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalı tesisat için yol aydınlatması kriterleri hesaplanmıştır.

Şekil 2’de planı verilen yolda, 3 ve 4 nolu direkler arası CIE 140/2000’e göre gridlere ayrılmış, belirlenen her gridin orta noktasındaki parlıltı düzeyi değeri, yolun sağ kenarından yol genişliğinin $\frac{1}{4}$ mesafesinde ve 3. direktten 60 metre geride yer alan gözlemci konumundan ölçülmüşür [9]. Parlıltı ölçümleri yol yüzeyinden 1.5 metre yükseklikte bulunan LMT 1009 model parlıltı ölçerin 6 lık konumu ile gerçekleştirilmiştir. Toplam 60 noktada yapılan ölçümler ile yine aynı yol tesisatı için sağlanan yol aydınlatması kriterleri belirlenmiştir.



Şekil 2. Test yolu ve ölçüm alanı

Eski armatürler içinde 220W ateşleyicisiz yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalar bulunan

tesisat için hesaplanan ve ölçülen aydınlatma kriterleri Tablo 2’de verilmiştir.

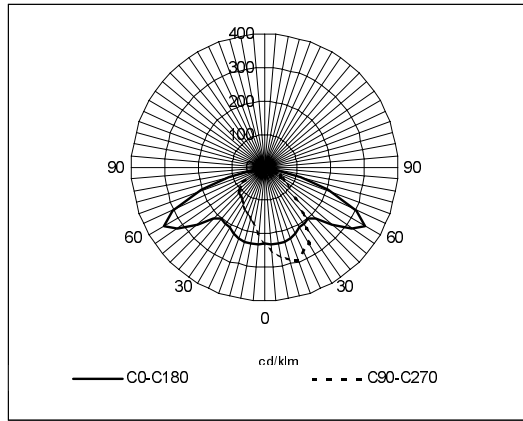
Tablo 2. D2 durumu için hesaplanan ve ölçülen aydınlatma kriterleri

	L_o (cd/m ²)	U_o	U_i
Hesap	0.80	0.61	0.85
Ölçüm	0.86	0.66	0.76

BF = 0.7

3.3. Üçüncü Durum (D3)

Kampüsteki yol aydınlatması koşulları iyileştirilirken, sözkonusu deney yolunun da armatürleri değiştirilmiştir. Var olan direklere içlerinde 150 W şeffaf tüp balonlu yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalar bulunan ve ışık dağılım eğrisi Şekil 3’de verilen IP65 koruma sınıfı kaliteli armatürler takılmıştır. Armatürler yeni olduğu için, bakım faktörü BF = 1.0 kabul edilerek bu tesisat için de hesap ve ölçümler yapılmış ve sonuçlar Tablo 3’de verilmiştir.



Şekil 3. D3 durumundaki armatüre ait ışık dağılım eğrisi

Tablo 3. D3 durumu için hesaplanan ve ölçülen aydınlatma kriterleri

	L_o (cd/m ²)	U_o	U_i
Hesap	1.40	0.66	0.88
Ölçüm	1.48	0.74	0.82

BF = 1.0

4. DEĞERLENDİRME

Ölçülen ve hesaplanan ortalama parlaklık değerlerinin %5-7 gibi kabul edilebilir düzeydeki farklılıklarla birbirine yakın olduğu görülmektedir. Düzgünlük değerleri ise hem ölçüm, hem de hesaplamalarda olması gereken minimum değerlerin ($U_o \geq 0.4$; $U_i \geq 0.5$) üstündedir.

Her üç durumun da normal işletme koşullarında karşılaştırılabilmesi için üçüncü durum olan, yeni armatürler içinde 150 W şeffaf tüp balonlu yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalı tesisat için de belli bir süre kullanımdan sonraki aydınlatma kalite büyüklüklerinin hesaplanması gereklidir. IP65 koruma sınıfı armatürler için, orta kirli koşullarda iki yıllık temizlik sıklığı ile bakım faktörünün BF = 0.9 alınabileceği açıklanmaktadır [8]. Bu değer yüksekliği armatürlerin koruma sınıfının, tesisatın kalite büyüklüklerinin sürekliliği açısından önemini açıklamaktadır.

Normal işletme koşulları için hesaplanan değerler toplu olarak Tablo 4’de verilmektedir.

Tablo 4. Her üç durumun normal işletme koşullarındaki aydınlatma kriterleri

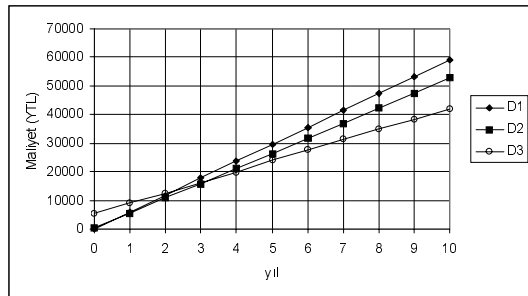
Durum	BF	L_o (cd/m ²)	U_o	U_i
D1	0.7	0.50	0.61	0.85
D2	0.7	0.80	0.61	0.85
D3	0.9	1.30	0.66	0.88

Şu anda şehiriçi yol aydınlatmalarında mevcut olan kalitesiz armatürler içinde yüksek basınçlı civa buharlı lambalı tesisatların (D1) iyileştirilmesi amacıyla gerçekleştirilecek mevcut eski armatürler içine ateşleyicisiz yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalar (D2) yerleştirilmesi ve esas amaçlanan düzenek olan armatür ve lambanın birlikte değiştirilip kaliteli armatürler içinde şeffaf tüp balonlu yüksek basınçlı sodyum buharlı lambaların kullanılması (D3) durumlarında, mevcut deney yol düzeneğinin 1 km’lik bölümü için gerekli tesisat ve işletme maliyetleri 10 yıllık kullanım periyodu

boyunca hesaplanmıştır. D1 durumu mevcut olduğu için, ilk tesis masrafı sıfır kabul edilmiştir. D2 durumunda ilk tesis masrafı sadece lamba değişimidir. Ateşleyicisiz yüksek basınçlı sodyum buharlı lamba maliyeti yüksek basınçlı civa buharlı lambanın 2.5 katı olarak alınmıştır. D3 durumundaki şeffaf tüp balonlu yüksek basınçlı sodyum buharlı lambanın maliyeti ateşleyicisiz yüksek basınçlı sodyum buharlı lambanınkinin 1.5 katıdır. Bu durumdaki yeni armatür maliyeti ise, ilk durumdakilerin 3.5 katıdır. Yıllık 4270 saat kullanım süresi ve 0.15 YTL/kWh elektrik maliyeti esas alınarak işletme masrafları hesaplanmıştır. Lambaların ekonomik ömürlerine göre, lamba satın alma maliyetleri de ilave edilmiştir.

Direk, konsol gibi tesisat değişiklikleri yapmadan mevcut yol aydınlatması tesisatlarının iyileştirilmesi için önerilen D2 ve D3 durumları için 1 km' lik yol bölümünde yapılması gereken yatırım maliyetleri ile her üç durumun 10 yıllık kullanım süreleri boyunca toplam maliyetleri Şekil 4' de gösterilmektedir. Şekilden sadece lamba değişiminin (D2 durumu) 6 ay gibi kısa sürede maliyetini karşıladığı, armatür-lamba değişiminde (D3 durumu) ise bu sürenin yaklaşık 2 yıl olduğu görülmektedir.

Tablo 4' deki üç farklı durumda yol yüzeyinde sağlanabilecek ortalama parlıltı düzeylerine bakıldığında, 10 yıllık kullanım süresince D2 durumunda D1'e oranla %9 daha az bir maliyet ile, %60 daha yüksek parlıltı düzeyinin sağlandığı görülmektedir. D1 durumuna oranla %29 daha az maliyetli D3 durumunda ise sağlanan parlıltı düzeyi %160 daha fazladır.



Şekil 4. D1, D2 ve D3 durumlarına ait toplam maliyet değişimi

5. SONUÇ

Bu çalışmada sadece, detaylı tasarım hesapları yapılmadan gerçekleştirilmiş mevcut verimsiz yol aydınlatması tesislerinin iyileştirilmesi ve fazla bakım gerektirmeden sürekliliklerinin sağlanması amaçlanmıştır. Böyle bir durumda bile, yapılan yatırımların yaklaşık 2 yıl gibi kısa sürelerde kendini geri ödediği görülmektedir. Mevcut sistemler yenilenirken, ortalama yol yüzeyi parlıltıları da büyük oranlarda artmaktadır. Parlıltı düzeyi değerleri yolun özelliklerine, sınıfına ve kullanım amacına göre farklılık göstermektedir. Sağlanması gereken kriterler önceden belirlenip, doğru tasarım hesapları ile uygun tesisat geometrisi ve elemanlarının belirleneceği yeni tesisatlarda daha az direk ve armatür ile optimum çözümler sağlanabilecektir. Daha az armatür, daha düşük tesis masrafı ve daha düşük bakım maliyeti anlamına gelmektedir.

Kullanılması önerilen toz ve suya karşı korumalı kaliteli armatürler içindeki ekonomik ömürleri uzun şeffaf tüp balonlu yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalı tesisatlarla, şu anda yaşanan lambaların yanmadığı, yada yansa da armatürlerin kirliliği nedeni ile ışık yaymadığı kötü uygulamalar büyük ölçüde önlenmiş olacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] K. A. Painter, D. P. Farrington, Evaluating Situational Crime Prevention A Young People's Survey, The British Journal of Criminology, London, V. 41, No:2, 266-284, Spring 2001.
- [2] F. Gan, P. Grabosky, Improved Street Lighting and Crime Reduction, The Promise of Crime Prevention, 2nd ed. ISBN 0 642 24172 4 ; ISSN 1326-6004 Canberra: Australian Institute of Criminology, 2000.
- [3] P. Grabosky, M. James, Crime Prevention and Fear Reduction through Enhanced Street Lighting, ISBN 0 642 22768 3 ; ISSN 1326-6004

- Canberra: Australian Institute of Criminology, 1995.
- [4] S. Onaygil, Ö. Güler, N. Çolak, İstanbul Kent İçi Yol Aydınlatmaları, 5. Ulusal Aydınlatma Kongresi, s. 31-37, İstanbul, Ekim 2004.
- [5] S. Onaygil, Ö. Güler, Yol Aydınlatmasında Verimlilik, EVK 2005 1. Enerji Verimliliği ve Kalitesi Sempozyumu, s. 197-201, Kocaeli, 17-18 Mayıs, 2005.
- [6] C. Meyer, H. Nienhuis, Discharge Lamps, Kluwer Technische Boeken B.V., 1988.
- [7] R.N. Helms, M.C. Belcher, Lighting for Energy-Efficient Luminous Environments, Prentice Hall, 1991.
- [8] CIE Pub. 154, The Maintenance of Outdoor Lighting Systems, 2003.
- [9] CIE Pub. 140, Road Lighting Calculations, 2000.

