

VI. Elektrik Tesisat Ulusal Kongre ve Sergisi, ETUK 2019

Yol Aydınlatması Problemleri ve Ekonomik Çözüm Önerileri

Nurettin Çetinkaya, Konya Teknik Üniversitesi



Geleceğin Elektrik Tesisleri ve Dijitalleşme

İçindekiler

2

- Giriş
- Yol Aydınlatmasına Ait Son Kurallar
- Aydınlatma Direği Tesisat Problemleri
- Yol Aydınlatması Ekonomik Analizi
- Sonuçlar



- Dış aydınlatma; parklar, bahçeler, bulvarlar, caddeler, yollar, kavşaklar, tüneller, alt geçitler, tarihi yapılar ve binaların dış yüzeylerinin aydınlatılması gibi çok çeşitli sınıflara ayrılabilir.
- Her birinin çözümünde çevresi ile uyumluluk, güvenlik, ekonomiklik, ilgili yönetmelikler ve standartlara uygunluk sağlayacak şekilde tasarım ve uygulamaların yapılması gereklidir.

- Yol aydınlatmasının en önemli unsurlardan biri armatürdür. Armatüre ait ışık dağılım eğrisinin, tasarımı yapılan yere uygun olduğu mutlaka denetlenmelidir.
- Fakat bunun yanında diğer altyapı elemanları olan direkler, yeraltı kabloları ve güvenlik elemanları da önemli yer tutmalıdır.
- Özellikle enerji nakil hatları ile ağaçlar arasındaki mesafelere maalesef çoğu zaman uyulmadığı gözlenmektedir.



Tablo 1. Hava hattı iletkenlerinin ağaçlara olan en küçük yaklaşma mesafeleri [4]

İletkenlerin üzerinden geçtiği yer	Hattın en yüksek işletme gerilimi (kV)	
	1	36
En küçük düşey uzaklık (m)	1,5	2,5
En küçük yatay uzaklık (m)	1	2,5

Resim 1.
Yaklaşma
mesafesi
Problemi
?!?!?!?



Yol aydınlatması projelerinde sadece ortalama parıltı değerinin uygunluğunun göz önünde bulundurulması yeterli bir çözüm değildir, aynı zamanda aydınlatmanın enine ve boyuna düzgünlüğünün de kontrol edilmesi gereklidir.

Yol aydınlatmalarında tanımlanan diğer büyüklüklerin de uygun olup olmadığının bütün projelerde gösterilmesi ve kontrol edilmesi gereklidir.

Ayrıca yol sınıfı belirlenirken; kavşaklar arası mesafe, yonca ayrımı olup olmadığı, suç oranı ve özellikle araç hızlarına göre karar verilmesi gereklidir.

Yol sınıfına doğru karar verilmesi hem ilk yatırım maliyetini hem de işletme maliyetini çok yakından ilgilendirmektedir.

7

Gerekenden fazla seviyede aydınlatma sınıfının seçilmesi, yatırım ve işletme maliyetini arttırırken daha düşük seviyede aydınlatma sınıfının seçilmesi yatırım ve işletme maliyetini azaltırken gerekli güvenlik ve konfor şartları sağlanamaz.



Yol Aydınlatmasına Ait Kurallar

8

Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Artırılmasına Dair Yönetmelik [9] içinde yayınlanmış ve 2014 yılında LED'li lambaların kullanımının desteklenmesi amacıyla değişiklik yapılarak yeniden yayınlanmıştır [10]

Şehir İçi Yol Tanımları ve Yol Aydınlatma Sınıfları
MYD/95-009.B - Yol Aydınlatma Armatürleri Teknik Şartnamesi

EN 13201-1, Selection of Lighting Classes

EN 13201-2, Performance Requirements

EN 13201-3, Calculation of Performance

EN 13201-4, Methods of Measuring Lighting Performance

Tablo 2. Aydınlatma sınıflarına göre uyulması gereken aydınlatma kuralları [6]

Ayd. Sınıfı	$\geq L_{ort}$ [cd/m ²]	$U_o \geq$	$U_1 \geq$	TI [%] $\leq$	SR $\geq$
ME1	2,0	0,4	0,7	10	0,5
ME2	1,5	0,4	0,7	10	0,5
ME3a	1,0	0,4	0,5	15	0,5
ME3b	1,0	0,4	0,6	15	0,5
ME3c	1,0	0,4	0,5	15	0,5
ME4a	0,75	0,4	0,6	15	0,5
ME4b	0,75	0,4	0,5	15	0,5
ME5	0,50	0,35	0,4	15	0,5
ME6	0,30	0,35	0,4	15	-

L_{ort} : Anayol yüzeyindeki ortalama parlaklık

U_o : Bir yoldaki en düşük parlaklık değerinin o yolun ortalama parlaklığına oranıdır.

U_1 : Anayolda bulunan şeritlerin boyuna düzendeki en düşük değerinin en yüksek değere oranıdır.

TI: aydınlatma armatürlerinin düzgün ışık verememe sebeplerine bağlı görünürlük kaybının ölçülmesi.

SR: Çevreleme oranı, şeritli yollardaki hemen şeridin dışında bulunan yolun ortalama aydınlık seviyesinin şerit içindeki ortalama aydınlık seviyesine oranıdır.



Tablo 3. Yayalar için aydınlatma sınıfları [10]

Yolun tanımı	Ayd. sınıfı	Ort. Ayd. düzeyi [lux]
Sosyo-ekonomik ve kültürel önemi yüksek olan kalabalık yaya yolları	P1	20
Trafiği yüksek yaya veya bisiklet yolları	P2	10
Trafiği orta yaya veya bisiklet yolları	P3	7,5
Trafiği az yaya veya bisiklet yolları	P4	5
Doğal çevrenin, tarihi ve kültürel yapının korunması gereken alanlardaki trafiği az yaya veya bisiklet yolları	P5	3
Doğal çevrenin, tarihi ve kültürel yapının korunması gereken alanlardaki trafiği çok az yaya veya bisiklet yolları	P6	1,5

Yaya yolları aydınlatılırken çoğu zaman yol aydınlatma direkleri kullanılarak her iki armatürün aynı direğe montaj edildiği görülmektedir. Yaya tarafındaki montaj yüksekliği yolun daha iyi aydınlatılması ve lamba gücünün aşağı çekilmesi için genellikle yol tarafından daha aşağıdadır. Fakat aynı direk kullanıldığı için direkler arası mesafeler aynıdır. Bu durumda doğru bir aydınlatma yapabilmek amacıyla yaya tarafındaki lambaların kaldırım ekseninde çok geniş açılı bir ışık dağılım eğrisine sahip olması gereklidir. Ya da rakamsal bir çözüme ulaşmak amacıyla biraz daha büyük lamba gücü ve ışık akısı seçilebilir. Bu durumda yapılan proje ekonomiklikten ve yol aydınlatması yönetmeliğinden uzaklaşmış olur.

Yol tanımı	Ayd. sınıfı
Şehir bağlantı ve çevre yolları (tek veya iki yönlü, kavşaklar ve bağlantı noktaları ile şehir geçişleri dahil) Hız ≥ 90 km/h; Hız < 90 km/h	M1 M2
Şehir içi ana güzergahlar (bulvarlar ve caddeler, ring yolları, dağıtıcı yollar) 50 km/h $\leq$ Hız ≤ 90 km/h; 3 km'den kısa aralıklarla kavşak, yonca ayrımı var 50 km/h $\leq$ Hız < 90 km/h; 3 km'den kısa aralıklarla kavşak, yonca ayrımı yok Hız < 50 km/h	M1 M2 M3
Şehir içi yollar (Yerleşim alanlarına giriş çıkışın yapıldığı ana yollar ve bağlantı yolları) Hız ≥ 50 km/h; 3 km'den kısa ara. kavşak, yonca ayrımı var Hız ≥ 50 km/h; 3 km'den kısa ara. kavşak, yonca ayrımı yok Hız < 50 km/h; 3 km'den kısa ara. kavşak, yonca ayrımı var Hız < 50 km/h; 3 km'den kısa ara. kavşak, yonca ayrımı yok	M3 M4 M4 M5
Yerleşim (ikametgah) bölgelerindeki yollar 30 km/h $\leq$ Hız < 50 km/h; suç oranı yüksek 30 km/h $\leq$ Hız < 50 km/h; suç oranı normal Hız < 30 km/h; suç oranı yüksek Hız < 30 km/h; suç oranı normal	M4 M5 M5 M6

Tablo 4. Türkiye şehir içi yolları aydınlatma sınıfları [10]

11

Tablo 5. Dimleme yöntemi ve aralığının belirlenmesi [11]

Ayd. sınıfı	Dimleme yöntemi	Dim seviyesi	Dim saat aralığı
M1	Uzaktan otomasyonlu	M1→M2	*
M2	Uzaktan otomasyonlu	M2→M3	*
M3	Kademeli	M3→M4	*
M4	Kademeli	M4→M5	*
M5	Kademeli	M5→M6	*
M6	-	-	*
*Dimleme saat aralığı İl Aydınlatma Komisyonu tarafından belirlenir.			

Yüksek gerilim projelerinde istendiği gibi; ilk yatırım maliyetini ve 5, 10 yıllık işletme maliyetlerini de gösteren keşiflerin projelerde istenmesi daha bilinçli çözümlerin yapılmasına imkân sağlayacaktır.

İşletme masrafları hesaplanırken armatür ve/veya lambalara ait ekonomik ömür, etkinlik faktörü gibi özelliklerinin mutlaka göz önünde bulundurulması gerekir.

Tasarım sonuçlarına güvenebilmek için, özellikle kullanılan lamba ve armatür gibi aydınlatma elemanlarının doğru ve detaylı teknik bilgilerine de ihtiyaç vardır.

Bu teknik bilgilerin doğruluğunu ispat edebilecek mutlaka bir akredite laboratuvarda ölçüm yapıldığı bilinmelidir. Aksi takdirde yapılan hesaplamaların ve seçimlerin doğruluk derecesi tam olarak bilinemez.

Direk Tesisatı Problemleri



Resim 2. Eğik Direk



Resim 3. Uyumsuz direk, levha yeri



Resim 4. Açık ek kutusu-1



Resim 5. Açık ek kutusu-2

Resim 4 ve Resim 5’de gösterilen açık ek kutusu ile karşımıza çıkan en büyük problem, can güvenliğidir. Bunun yerine tamamen yeraltı bağlantı kutusu kullanılarak hem can güvenliği sağlanır hem de direkler üzerinde bağlantı için delik açılmadığından dolayı direğin mukavemeti azaltılmamış olur.

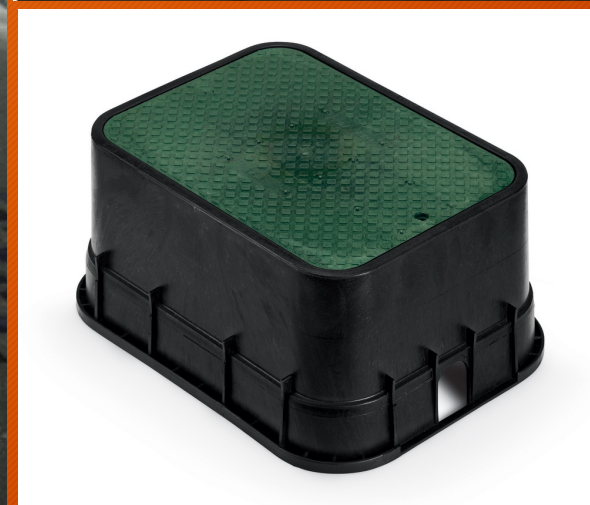


Resim 6. Açık uçlu bağlantı





17

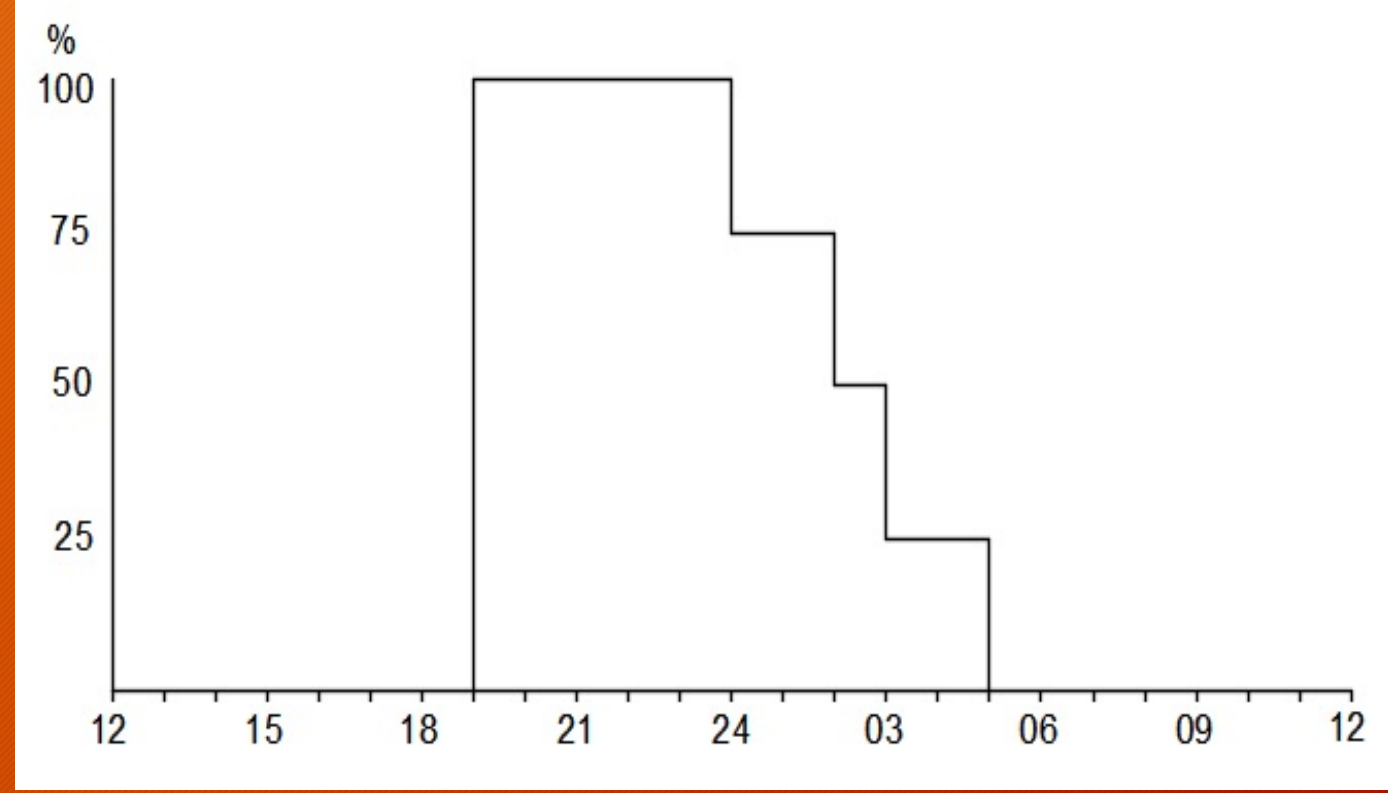


Yol Aydınlatması Ekonomik Analizi

18

Özellikle güvenlik ve ekonomik gerekçelerin birlikte göz önünde bulundurulması için trafik yoğunluğu ve saatin birlikte değerlendirilmesini mecburi bir hale getirmektedir.

Trafik yoğunluğuna bağlı olarak belirlenen örnek bir LedDim çalışma eğrisi Şekil 1'de verilmiştir.



Konya Organize Sanayi Bölgesinde bulunan 3 km uzunluğunda ve 16 m toplam yol genişliğine sahip olan bir cadde üzerinde yapılan çalışmanın sonuçları Tablo 6 ve Tablo 7’de gösterilmiştir. Toplam 61 adet direk yolun orta refüjüne yerleştirilmiştir. Bu çalışmadaki direkler arası mesafe 50m; tek yönlü araçlar için yol genişliği 7,5m; h:direk yüksekliği 12m ve aydınlatma için yol sınıfı M3 olarak belirlenmiştir.

Tablo 6. Farklı gözlemcilere göre aydınlatma koşullarının karşılaştırılması

M3	Yol 1		Yol 2	
Gözlemci	Gözlemci 1	Gözlemci 2	Gözlemci 3	Gözlemci 4
Konumu [m]	1,875	5,625	10,375	14,125
L_{ort} [cd/m ²]	1,03	1,01	1,01	1,07
U_0	0,41	0,40	0,42	0,44
U_1	0,70	0,70	0,70	0,71
T_1 [%]	6	9	10	7
SR	0,88	0,88	0,88	0,88

Lamba Tipi	YBSBL	EBYBSBL	LED	LEDDim		Lamba Tipi	YBSBL	EBYBSBL	LED	LEDDim
Işık akısı	19000	19000	18500	18500		Elektrik birim fiyatı [₺/kWh]	0,50	0,50	0,50	0,50
Lamba gücü [W]	250	250	150	150		Yıllık elektrik maliyeti [₺]	61451	59448	36737	29223
B/Sürücü gücü [W]	26	17	15	25		Yıllık malzeme maliyeti [₺]	6679,5	6865,04	10241,9	9017,325
Toplam [W]	276	267	165	175		Yıllık bakım, işletme [₺]	1830	2074	2440	3050
Lamba adedi	122	122	122	122		Yıllık toplam maliyet [₺]	69961	68387	49419	41290
Armatürün fiyatı [₺]	300	370	1150	1350		Yatırım maliyeti [₺]	36600	45140	140300	164700
Lamba ömrü [h]	20000	24000	50000	50000		Yatırım farkı [₺]	...	8540	103700	128100
Bakım işletme maliyeti [₺]	15	17	20	25		Yıllık kar [₺]	...	1574	20542	28671
Günlük kullanım süresi [h]	10	10	10	7,5		Yıllık tasarruf [kWh]	...	4008	49428	64457
Yıllık kullanım süresi [h]	3650	3650	3650	2737,5		Yıllık CO ₂ tasarrufu [kg/yıl]	...	2204	27186	35451
Yıllık harcama [kWh]	122903	118895	73475	58446		Amortisman süresi [yıl]	...	5,42	5,05	4,47

Bu çalışmada elde edilen en çarpıcı gerçek, yapılan yatırımın arttıkça geri dönüşüm süresinin azalmasıdır.

YBSBL elektronik balastla birlikte kullanıldığında ilave maliyet yaklaşık 70 ""'dir.

Bu ilave maliyet sayesinde lambanın kullanım ömrü artarken şebekeden çektiği enerji de azalmaktadır. Buna rağmen ilave yatırım 5,42 yılda amorti edilebilmektedir.

Dim kontrollü ve LED'li aydınlatma sisteminin aynı zamanda daha fazla enerji tasarrufu sağladığı ve CO₂ salınımını en fazla azalttığı da çok net vurgulanabilir.

Sadece 122 adet lambası olan bir yol için bile 64457 kWh enerji tasarrufu ve CO₂ salınımında 35451 kg azalma hesaplanmıştır.

Ülkemizde yol aydınlatması için bulunan direk sayısı düşünüldüğünde yapılan çalışmanın önemi daha net ortaya çıkmaktadır.

Yol aydınlatmasında ilgili standartlara uyma gerekliliğine ilave olarak iş güvenliği ve sağlığı ile ilgili kurallara da uyulması gerektiği de asla unutulmamalıdır.



Katılımınız İçin Teşekkür Ederim.