

YOLLARDA AYDINLATMA SEVİYESİ \leftrightarrow

Yazan: W.J.M. Van BOMMEL
Çeviren: Hüseyin NADİR Elekt. Müh., TEK

ÖZET

Genel olarak bilindiği ve çeşitli ülkelerde yapılan deneylerle de ispat edildiği gibi, yol aydınlatması gece meydana gelen kazaların azaltılmasında önemli bir faktördür. CIE, kısa süre önce yapılan yaklaşık 50 deneye dayanarak kaza çokluğu ile yol aydınlatması arasındaki ilişki konusunda bir makale hazırladı. Geçici birkaç sonucu, daha önce görme gücü ve yol güvenliği konusundaki 1980 yılı uluslararası kongrede^{3*} açıklanmıştı. Bu sırada yetersiz yol aydınlatması yerine iyi bir aydınlatma yapıldığı zaman ölü ve yaralanmalarla sonuçlanan kazaların sayısında;

- Karışık trafikli şehir yollarında % 30,
 - Şehirlerarası yollarda % 45,
 - Otobanlarda % 30 (ve daha çok),
- azalmanın meydana gelebildiği tesbit edildi.

Yolların aydınlatılması ile kaza oranının azaltılacağı ispatlanmasına rağmen kaza oranı ile aydınlatma derecesi arasındaki ilişki çok az bilinmektedir. İngiltere'de çeşitli aydınlatma dereceli birçok yollarda yapılan bir deneye göre kaza oranının, 1,2 ilâ 2,0 cd/m² ışık yoğunluklu yollarda 0,3 ilâ 1,2 cd/m² ışık yoğunluklu yollara göre % 20 ilâ % 30 arasında daha düşük olduğu geçici sonucu çıkıyor.

Fakat bu, buradan gerekli aydınlatma derecesi konusunda sonuçlar çıkarabilmek için tam bir fikir vermez. Bu nedenle görme gücü iyileştirilse, aydınlatma derecesi ile görme gücü arasındaki ilişki önem kazanır, ister istemez de kaza tehlikesi azalır.

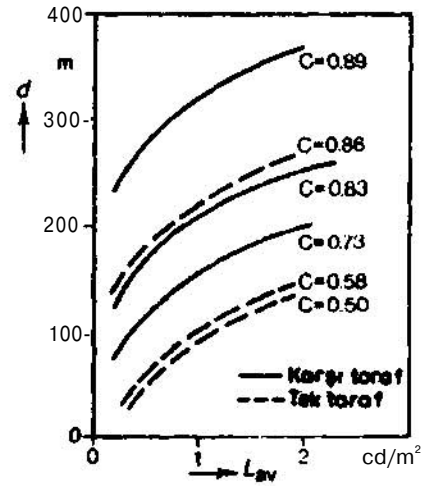
Bir sürücünün görme gücü; görülebileme mesafesi, tanıyabilme (revealing power) ve tepki (refleks) gücü gibi çeşitli kriterlerle değerlendirilebilir^{4*}. Bu kriterler yol aydınlatmasında geçerli yönetmeliklerde ayrı ayrı gösterilen ışık tekniği büyüklükleri ile ilişkili olabilir. Bunlar konusunda son senelerde birçok deneyler yapılmıştır. Bu deneylerde kullanılan görüntü cisimleri yaklaşık 1? ilâ 20 cm. ölçülerinde değişmektedirler, ki bu 4/60 ilâ 7 '60 Gradlık açıya eşittir (Çoğu kez 20 x 20 cm'lik görüntü cisimi kullanılır, çünkü çoğu otoların tabanı ile yol üst yüzeyi arasındaki mesafe yaklaşık aynı büyüklüktedir).

1. Görebilme Mesafesi :

Belirtilen aydınlatma şartlarında erişilebilen $gt > me$ gücünün en makul ölçüsü, yol üstünde bulunan bir engelin tanıyabildiği mesafedir. Geçenlerdeki bir deneyde Economopoulos, çeşitli aydınlatma seviyelerinde ve iki hareket hızında meskun mahal dışındaki bir aydınlatılmış yol-

da görülebileme mesafesini tesbit etti^{5*}. Sürücü 5 km. uzunluğundaki bir yol kesimi üstünde yansıma derecesi % 11 olan 20 x 20 cm. büyüklüğündeki mat bir levhadan oluşan 3 engeli tanınması gerekiyordu. Yol üstünde bulunan engellerin durumunu sürücü bilmiyordu ve yol kaplaması farklı kontrastlar oluşturacak şekilde görünüyordu. Farklı aydınlatma seviyesi, sürücünün farklı geçirgenlik dereceli gözlük taşıması suretiyle elde edildi. Yol aydınlatması CIE'ye göre "tight glare control" (Özel aydınlatıcı indeks SLI = 4) olarak düzenlenen aydınlatıcılardaki alçak basınçlı sodyum buharlı lambalardan oluşuyordu. Sonuçlar Şekil 1'de verilmiştir.

Burada, 40 km/h ve 80 km/h'lik iki hareket hızındaki görülebileme uzaklıkları, ortalama yol ışık yoğunluğunun fonksiyonu olarak ve parametre olarak cisim kontrastı ile belirtilmiştir.



ŞEKİL 1. Kenar uzunluğu 20 cm'lik engellerle (yansıma derecesi % 11) en uzakta olan kısım arasında parametre olarak C kontrastı iki aydınlatma tesisi için L_{gv} , büyüyen ortalama yol ışık yoğunluğuna bağlı olarak büyüyen (d) görülebileme mesafesi (Economopoulos).

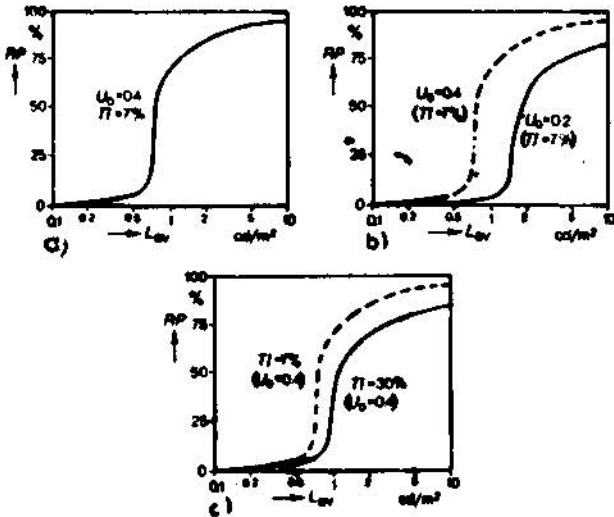
2. Tanıyabilme (revealing power) :

Waldram, bir yolun çeşitli yerlerinde belirlenen aydınlatma şartlarında tanıyabilen cisimlerin tarif edilen bir kümesinden, cisimlerin sayısının tahmin edilebildiği, bir usul açıklanmıştır^{6*}. Bu sırada cisimlerin kümesi, yayala-

(* Bu yazı, "Internationale Licht Rundschau" dergisinin 1981/3 sayısından çevrilmiştir.

rın elbise yansıma derecesinin belli bir değeri aşmadığı varsayımını belirten bir eğri ile tarif edilmiştir. Örnek olarak bu cisimlerden % 80'i görülebiliyorsa, tanıyabilme 80 olur.

Tanıyabilmenin hesaplanması, cisimlerin sürekli olarak yolun en çok karanlık ve dolayısıyla en tehlikeli yerlerinde bulunduğu büyük sayıdaki aydınlatma durumları için yapılmıştır. Bu sırada, U_0 ışık yoğunluğu, U_0 aydınlatma düzgünlüğü ve TI kamaşma sınırı (Eşik değeri seviyesi) gibi ışık tekniği büyüklüklerinin tanıyabilme'ye etkisi kontrol edildi. Tüm sonucu tanıyabilmenin %'si olarak ordinata ve ortalama ışık yoğunluğunun cd/m^2 olarak apsise taşındığı şekil 2b ve 2c'de gösterilmiştir. Bir toplam ışık düzgünlüğü için ($U_0 = 0,4$) ve kamaşma sınırının (TI - % 7) geçerli olduğu şekil 2a, özellikle ışık yoğunluğunun $0,5 cd/m^2$ ile $2 cd/m^2$ arasındaki alanda tanıyabilmeye yaptığı çok büyük etkiyi açıkça gösterir. Şekil 2b'de U_0 0,4'den 0,2'ye düşürüldü. Görüldüğü gibi aydınlatma düzgünlüğünün de yeniden özellikle 0,5 ilâ $2 cd/m^2$ alanında tanıyabilmeye son derece büyük bir etkisi vardır. Örnek olarak tanıyabilme, $1 cd/m^2$ 'de ışık düzgünlüğündeki azalma nedeniyle % 70'den % 5'e iniyor. Şekil 2c'den görüldüğü gibi aynı şey kamaşma sınırı için de geçerlidir. Kamaşma ilk TI - % 7 değerinden TI - % 30'a çıkarılırsa, tanıyabilme $1 cd/m^2$ 'de % 70'den yaklaşık % 30'a iniyor.



ŞEKİL 2. Ortalama yol ışık yoğunluğunun fonksiyonu olarak "RP tanıyabilme".

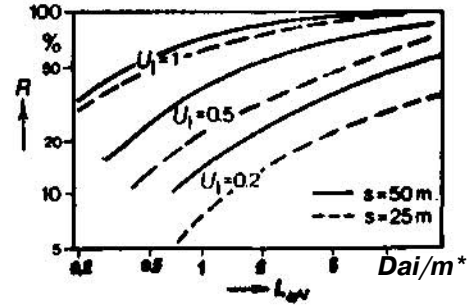
- Ortalama ışık düzgünlüğü ($U_0 = 0,4$) ve ortalama kamaşma sınırı (TI % 7)
- Kötü ışık düzgünlüğü (0,4 yerine $U_0 = 0,2$)
- Daha yüksek kamaşma (% 7 yerine TI = % 30)

3. Tepki (refleks) Gücü :

Walthert, aydınlatmanın bilinen özellikleri değiştirildiği zaman gözetleyicilerin tepki gücünü bir sabit modelde deneye tabi tuttu. Yoldaki ışık yoğunluğu modelini, birbiri arkasında sıralanan aydınlık ve karanlık enine şeritler şekline çevirdi. Böylelikle görme konforunu etkileyen (U_0) uzunluğuna ışık düzgünlüğü, şeritlerin L_{m}/L_{TM} , ışık yoğunluğu oranının değişmesiyle değiştirilebildi.

Şeridin genişliğini değiştirerek aydınlatıcı mesafesinin etkisi öğrenilebildi. Tepki gücü, şeritlerin alanındaki 8/60 Grät büyüklüğündeki iki cismin zuhuru ile gözetleyicinin

tanıma anı arasındaki süre kaydedilmek suretiyle tesbit edildi. Şekil 3, en uzakta kalan kısımda % 30 kontrastlı cisimlerin R nisbi tepki gücünü gösteriyor. Tepki gücü, büyüyen yol ışık yoğunluğu ile yükselir, gerçekte daha düşük olanda seviyesi yüksek olandan daha kuvvetlidir. Azalan uzunluğuna ışık düzgünlüğü ile tepki gücü açıkça düşer ve mesafe ne kadar küçük olursa, tepki gücü de ışık düzgünlüğünün bütün değerleri için o kadar daha az olur. Sonuncu olay, düşük aydınlatıcı mesafelerinde başlayan en kuvvetli ışık yoğunluğu değişimleri ile açıklanabilir.



ŞEKİL 3. En uzak bir kısma nazaran % 30 kontrastlı cisimler için ortalama yol ışık yoğunluğunun fonksiyonu olarak R nisbi (refleks) güçleri. Parametre olarak U, uzunluğuna ışık düzgünlüğü ve S aydınlatıcı mesafesi (Walthert)

4. SONUÇ :

Yukarıda belirtilenlerin ışığında şu sonuçlar ortaya çıkar:

- Yol trafiğindeki alışılmış görme şartlarında görme gücü, $2 cd/m^2$ 'ye kadar büyüyen yol ışık yoğunluğu ile dik olarak yükselir ($U_0 = 0,4$ ortalama ışık düzgünlüğü değeri ve TI - % 10 kamaşma sınırının kabul edilmesi şartıyla).
- Görme gücü $2 cd/m^2$ 'nin üstünde, büyüyen yol ışık yoğunluğu ile ancak önemsiz derecede yükselir,
- Görme gücü hem U_0 toplam ışık düzgünlüğü, hem de TI kamaşma sınırının indirilmesiyle son derece kötüleşir.
- U_0 uzunluğuna ışık düzgünlüğü yalnız ışık konforunu (hoşluğunu) değil aynı zamanda sürücünün tepki (refleks) zamanını da etkiler.

Buna göre, sürücünün görme gücü ile kaza çokluğu arasında bir ilişki olduğu kabul edildiğinde trafik emniyetini yükseltmek için onun tüm amacını yol aydınlatması yerine getirecekse, aydınlatma kalitesinin yeter bir derecede olması çok büyük önem arzeder. *Sürücünün kendini ayarlayıp hemen tepki gösterecek şekilde engelleri çok önceden tanıyabilmesi için, genel görme şartları, trafiğin şekli, hızı ve yoğunluğu, yolun yapısı ve durumuna bağlı olarak yol ışık yoğunlukları 0,5 ile $2 cd/m^2$ arasında öngörülmedirler.*

Unsurların bu ilişkileri, Uluslararası Aydınlatma Komisyonu yönetmeliklerinin eklerinde bulunurlar. Çıkış noktası olarak, görme emniyeti ve trafik emniyeti bakımından yol aydınlatmasında yeterli olması gereken zorunlulukların, beklenen trafiğin yoğunluğuna, hızına ve oluşumuna ve yolun tipine bağlı olduğu düşüncesidir. Bu faktörleri tümü ile birlikte yol kategorileri belirlerler. Tablo 1'de CIE-Yönetmeliklerinde belirtilen şekliyle 5 yol sınıfı verilmiştir. Tablo 2'de bu yönetmeliğin ışık tekniği bölümleri yeniden gösterilmiştir.

TABLO 1- CIE'ye göre yolların sınıflandırılması

Yol Sınıfı	Trafiğin Şekli ve Yoğunluğu	Yolun Şekli	Açıklama
A	Kuvvetli ve hızlı araç trafiği	Ayrı hareket yollu kavşaksız yollar.	Otoban
B	Kuvvetli ve hızlı araç trafiği	Önemli araç yolları	Hızlı trafik yolları
C	Hız sınırlamalı kuvvetli araç trafiği	Önemli şehirlerarası ve şehir içi yollar	Ana trafik yolları
D	Yayalı kuvvetli karışık trafik	Alış veriş yolları	Trafik yolları
E	Düşük hızlı karışık trafik	Şehir trafiğinde yan yollar	Tüm yollar

TABLO 2- CIE Şartnameleri No: 12/2'ye göre (ikinci baskı 1977) yol aydınlatması önerileri.

Sınıfı	Çevre	Hareket yolu ışık yoğunluğu $L_{av} (cd/m^2) \geq$	Işık düzgünlüğü		Kamaşma sınırı	
			Toplam $U_0 \geq$	Uzunluğuna $U_1 \geq$	Kamaşma sınırı sınırı katsayısı $G \geq$	Eşik değeri seviyesi $TI (\%) \leq$
A	Nasıl olursa	2	0,4	0,7	6	10
B1	Açık	2	0,4	0,7	5	10
	Koyu	1	0,4	0,7	6	10
C1	Açık	2	0,4	0,5	5	20
	Koyu	1	0,4	0,5	6	10
D	Açık	2	0,4	0,5	4	20
E1	Açık	1	0,4	0,5	4	20
	Koyu	0,5	0,4	0,5	5	20

Buradan görüleceği gibi, yol ışık yoğunluğu bakımından çevre aydınlığının, L_{av} , G ve TI'nin yönetmeliklerdeki değerlerine de bir etkisi vardır.

Yol aydınlatmasının ışık yoğunluğu anlayışına güvenilmediği hallerde, 1 cd/m^2 'lik yol ışık yoğunluğuna erişmek için yol kaplamasının yansım özelliklerine ve aydınlatma tesisinin özelliklerine göre yaklaşık 10 ilâ 20 lüks arasında bir aydınlatma şiddetinin gerekli olduğu eklenmelidir.

Yol çevresinin yeter derecede aydınlanmasını garanti etmek için CIE-Yönetmeliklerince, hareket şeridinin her iki tarafındaki 5 m genişliğindeki bir şeridin, hareket şeridi üzerinde 5 m. ile sınırlanan şiritte mevcut olan aydınlatma şiddetinin en az % 50'si ile aydınlatılmış olması istenilir.

KAYNAKLAR

- (1) Scholz, I., Strassenbeleuchtung und Verkehrsunfälle, Internationale Licht Rundschau 29 (1978).
- (2) Rückläufige Unfallquoten durch verbesserte Strassenbeleuchtung, Internationale Licht Rundschau 29 (1978), S. 123.

(3) Fisher, A.Ş., Road. Lighting (Strassenbeleuchtung), Vortrag auf dem 2. Internationalen Kongress über Seh-ve rmög en und Strassensicherheit, Paris, November 1980.

(4) Van Bommel, W.J.M. und de Boer, J.B. Road Lighting (Strassenbeleuchtung), Philips Technische Bibliothek, Kluwer Technische Boeken B.V. Deventer 1980.

(5) Economopulos, I.A., Photometric parameters and visual performance in road. Lighting (Lichttechnische Größen und Sehleistung bei Strassenbeleuchtung), Technische Hochschule Eindhoven Dissertations 1978.

(6) Waldram, J.H., The revealing power of streetlighting installations (Die Erkannbarkeit bei Strassenbeleuchtung) Trans. Ulum. Eng. Soc. (London) 3 (1978) S. 173.

(7) Waltherd, R., The influence of lantern arrangement and road surface luminance on subjective appraisal and visual performance in street lighting (Der Einfluss der Leuchtenanordnung und Strassenleuchtdichte auf die Bewertung und Sehleistung bei Strassenbeleuchtung) Bericht CIE Kongress London 1975 P. 75.60.

(8) Recommendations for the lighting of roads for motorisäd traffic. (Epfelungen für die Beleuchtung von Strassen für motorisierten Verkehr), CIE Publikation No: 12 (TC-4.6) 1977.