



Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi

Araştırma Makalesi

Yol Aydınlatmasında Flicker Etkisi Esaslı Direk Açıklığı Tespiti

Nazım İMAL^{a,*}, Beşir TAŞKAN^b

^a Elektrik-Elektronik Müh. Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Bilecik Şeyh Edebali Ün., Bilecik, TÜRKİYE

^b Elektrik-Elektronik Ana Bilim Dalı, Fen Bil. Enstitüsü, Bilecik Şeyh Edebali Ün., Bilecik, TÜRKİYE

* Sorumlu yazarın e-posta adresi: nazim.imal@bilecik.edu.tr

ÖZET

Yol aydınlatmasında, aydınlatma seviyesi ve kullanılan ışık rengi niteliği kadar, aydınlatmanın bir diğer önemli kriteri olan flicker etkisi de önem taşır. Flicker etkisinin, yaygın olarak alternatif akımın periyodik değişimi ya da sürücü devrelerin anahtarlama özelliklerinden kaynaklandığı bilinir. Bu çalışmada ise, yol aydınlatmasında bilinen flicker esaslarının yanı sıra, direk ve armatür dizilimi esaslı flicker etkisi de ele alınarak, uygun tasarım modellerinin gerçekleştirilebilmesi amaçlanmıştır. Flicker esaslı direk ve armatür açıklıklarının belirlenmesinde yolun şehir içi ve dışı olmasının gerektirdiği hız ölçütleri, armatür ışık dağılımı ve kullanılan lambaların renksel özellikleri önem taşır. Ayrıca, hıza bağlı olarak yol aydınlatmasında, flicker etkisinin oluşumunu engellemeye yönelik uygun direk açıklıklarının tespitine yönelik analizler gerçekleştirilmiş olup, analiz sonuçları değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yol aydınlatması, Flicker etkisi, Direk açıklığı, Işık dağılımı

In Road Lighting, Based Flicker Effects, Definition of Distance to Poles

ABSTRACT

In road lighting, as lighting level and quality of light color, flicker effect which is another important criteria of lighting is also important. Flicker effects are widely known by periodic changes that these are provided from switching characteristics or the alternative current. In this study, in addition to the known flicker of road lighting, considering the flicker effect of based on sequence of poles and armatures, it is aimed to realize of optimal design modeling. In determination based on flicker to distance of the poles and armatures on the road, projector angles and speed criters are depended to the environment whether it is urban or upstate. Besides, depending speed on road lighting, they were aimed to prevent of flicker effect, analysis were performed and evaluated.

Keywords: Road lighting, Flicker effect, Mast aperture, Light distribution

I. GİRİŞ

INSAN gözü saniyede 25 Hz'in üzerindeki değişen görüntülerde süreklilik algılamasına sahip olup, film, sinema yada monitör yenileme frekansları, ilk gelişimlerini takiben bu frekansın üzerinde çalışma frekansına sahip olmuşlardır. Bir saniyede, 25 Hz frekansın altındaki değişim frekansları ise, insan gözünde kesintili algılama, hatta beyinde oluşan yanılma ile birlikte hareketli bir cisim için hatalı olarak durağanlık algılamasına bile neden olabilir. Aydınlatmada kullanılan ışığın değişim frekansı 25 Hz'in üzerinde bile olsa bazen flicker etkileri oluşabilir. Örneğin alternatif akımın frekansına bağlı olarak, bir lambanın saniyedeki sönüm noktası sayısı ile senkronize olan döner cisimlerde karşılaşılan durağanlık görünümü, aydınlatmada karşılaşılan olumsuzluklardandır. Bu senkronize olmanın, devir sayısı ölçümünde kullanıldığı stroboskobik ölçü aletleri de mevcuttur [1].

Yol aydınlatmasında ise, lambalardan kaynaklanan flicker etkisinden daha çok, direk ve armatür dağılımlarından kaynaklanan flicker etkisi ele alınmıştır. Lambalardan kaynaklanan flicker etkileri mevcut olsa da, çok fazlı besleme ile ortadan kaldırılabilecek yapıdadır. Ayrıca, günümüzde sıklıkla kullanılan lamba içi, ışığı absorbe edici ve yayıcı kaplamalar bu etkiyi çok daha azaltmıştır. Burada yol aydınlatmasında, araç hızı ve sürücü algılamasına yönelik olarak flicker etkisi ele alınmış olup, şehir içi ve şehir dışı farklı hızlardaki algılama değişimleri incelenmiştir. Yapılan inceleme ve çıkarımların sonucu olarak, gerek bir aracın saniyedeki yer değişimi, gerekse, bu periyotta sürücünün göz kırpması ve algılama frekansı dikkate alınarak, uygun direk açıklıklarının alt ve üst limitleri belirlenmiştir [2, 3].

Tüm bu riskler, geniş açılı ve yüksek güçlü armatür kullanılmadığında, şekil 1'de ele alınan yol modeli dikkate alınarak matlab programı yardımıyla ele alındığında, 90 km/sa hız için 25-30 m direk açıklığı, 50 km/sa için 15-20 m açıklıkları riskli bulunmuştur.

II. FLICKER ETKİSİ ve AYDINLATMA

Görünür ışığın dalga boyu 400 nm ile 700 nm arasında olup, bu sebeple insan gözü yaklaşık 1,5 MHz ile 2,5 MHz arasında yapısal değişim frekanslı ışık altında görme yeteneğine sahiptir. Işık mega değerinde yüksek frekansa sahip iken, görme frekansı ışığı sağlayan enerjinin değişimine bağlı olan frekansla ilişkilidir. İdeal durumda, görme frekansının sıfır olması güzel bir çözüm gibi düşünülse de, gerek alternatif akımın değişimi kaynaklı, gerekse monitörlerin anahtarlamalı yapıları görüntüyü frekanslı yapar.

İnsan gözü, 25 Hz üzerindeki görme frekanslarını algılayamadığından, sürekli algılama şartları sağlanmış olur ve görüntüleri kesintili hissetmez. Bu sebeple, ilk sinemaskoplardan bu yana ekran yenileme sıklığının 25 Hz üzerinde olması zorunluluğuna uyulmuştur. 25 Hz altındaki görme frekanslarında ise, sürekli algılama şartları sağlanamayacağından, insan gözü bu frekanslarda görüntüleri kesintili olarak algılar. Görüntü frekansının sürekli algılama şartlarını sağlayamadığı bu durum, flicker etkisi olarak tanımlanır [1, 4, 5, 6].

Monitör yapılarında karşılaşılan, ekran yenileme sıklığı kaynaklı flicker etkisi dışında, ışık kaynaklarının değişim frekansından kaynaklanan flicker etkisi de mevcuttur. Şebeke gerilim frekansının 50 Hz olması durumunda, ışığı regüle edecek kimyasal yapılar yeterli değilse, floresan

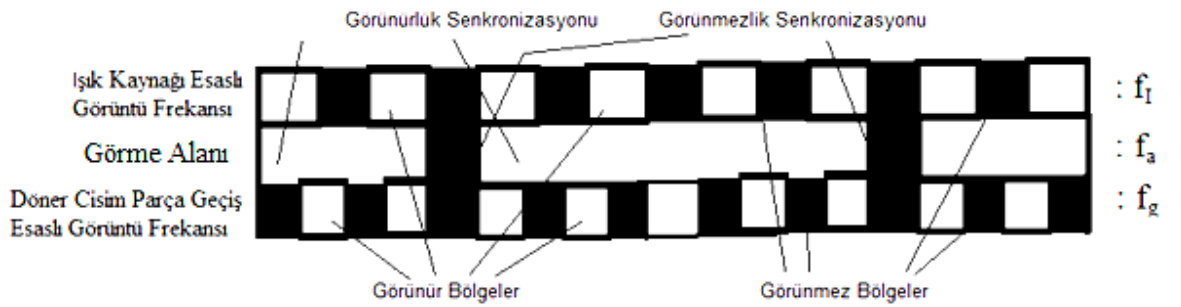
v.b. deşarj lambaları saniyede 100 kez yanıp sönecektir. İnsan gözü bu frekansı hissetmese de, dönmekte olan bir cismin parça geçiş hızı saniyede 100'e yakın olduğunda, cisim insan gözü tarafından hatalı olarak duruyor, yavaş dönüyor ya da ters dönüyor olarak algılanabilecektir. Çok tehlikeli olan bu durum ise, hatalı algılamalara sebep olarak iş kazalarına sebep olabilecektir. Şekil 1'de görüldüğü gibi, ortam aydınlatmasını sağlayan ışığın frekansı " f_l ", dönmekte olan cisimlerin ışığa maruz kalan kısımlarının geçiş frekansı " f_g " ile gösterilebilir. Bu durumda, Şekil 2'de görüldüğü gibi, insan gözünün maruz kaldığı görme algılama frekansı " f_a ",

$$f_a = f(f_g, f_l) \quad (1)$$

olarak tanımlanabilir. Burada, f_g ve f_l frekanslarının, 25 Hz'den büyük yada küçük olmasının flicker etkisine doğrudan etkisi olmaz. Eşitlik (1)'deki fonksiyonelliğe bağlı olarak, " f_a " 25 Hz'den küçük olursa, görüntü kesikli olarak algılanma başlayacaktır. f_g ve f_l frekanslarının her ikisinin de küçük değerde olmaları ve birbirlerine yakın olmaları, " f_a " algılama frekansının 25 Hz'den küçük olma riskini arttıracaktır. Algılamadaki kesiklilik arttıkça, cismin durduğu, yavaş döndüğü ya da ters döndüğü gibi yanılsamalar meydana gelebilecektir [8-9].



Şekil 1. Döner cisimlerde flicker etkisi oluşumu



Şekil 2. Görme alanı senkronizasyonları

III. YOL AYDINLATMASI ve FLICKER ETKİSİ

Yol aydınlatmasında, çoğunlukla, yüksek sıcaklık oluşumlu deşarj lambaları, ya da şebeke frekansından yüksek anahtarlamalı led armatürler kullanıldığından, lamba ışığı frekansı kaynaklı, flicker olumsuzluk şartları oluşmaz. Ayrıca, lambaların ışık frekansından kaynaklanabilecek flicker etkileri, hem çok fazlı besleme ile ortadan kaldırıldığı gibi, hem de günümüzde sıklıkla kullanılan lamba içi, ışığı absorbe edici ve yayıcı kaplamalar ile çok küçük değerlere indirgenmiştir [7].



Şekil 3. Sokak aydınlatmasında aydınlatılmış bölge, karanlık bölge dizilimi

Buna karşılık, yol aydınlatmasında, direk ve armatür dağılımlarından kaynaklanan flicker etkilerinin oluşumu, şekil 3'de görüldüğü gibi, dar açılı armatür kullanıldığında, her zaman için oluşabilecek bir risktir. Burada, araç hızı ve sürücü algılamasına yönelik olarak flicker etkisi ele alınarak, şehir dışı ve şehir içi farklı hızlardaki algılama değişimleri incelenebilir. Bu amaçla, şekil 4'de gösterilen yol modeli ele alınmıştır. Bu yol modelinde, D_A aydınlatılmış bölgeyi, D_K ise karanlık bölgeyi ifade etmektedir.

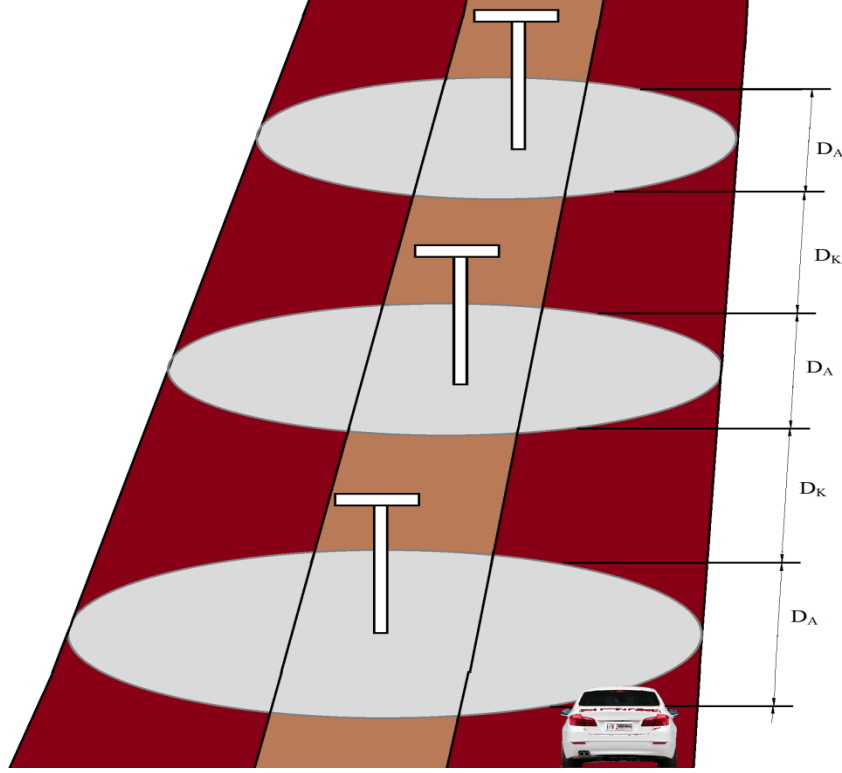
Aydınlık ve karanlık bölgelerin ardışıl olarak sıralandığı bir dizilim üzerinde seyahat eden bir sürücü için flicker etkisi bakımından, bu dizilimin geometrik boyutları ve aracın hızı önem kazanır. Taşıtın 1 saniyede aldığı yol mesafesi " X_T " ile gösterilirse, sürücünün yolu algılama sıklığı,

$$dX_I = \frac{1}{X_T} \quad (2)$$

olarak yazılabilir. Bu durumda aydınlık ve karanlık bölgelerin ardışık olarak sıralandığı bir dizilim kaynaklı geçiş sıklığı ise,

$$dX_g = \frac{2}{D_A + D_K} \quad (3)$$

olarak yazılabilir. Bu durumda yol aydınlatması için de döner cisimlerdeki flicker etkisine benzer bir flicker etkisi oluşumundan söz edilebilir.



Şekil 4: Çalışmada esas alınan yol modeli

IV. BULGULAR ve TARTIŞMA

A. ŞEHİR DIŞI 100 KM/H YOL İÇİN FLİCKER ETKİSİ

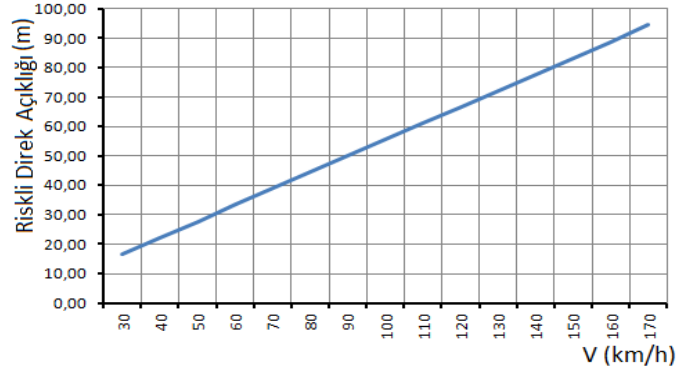
Şekil 4'de görülen kesikli aydınlatılmış yol modeli esas alındığında, 90 km/h hızla giden bir araç saniyede 25 m konum değiştirecek ve araç sürücüsü bu durumda " $dx_t=0,04$ sn/m" görme sıklığına sahip olacaktır. Direkler arası açıklık 50 m iken, D_A ve D_K ortalamasının 25 m olması durumunda dizilim kaynaklı geçiş sıklığı da " $dx_g=0,04$ sn/m" olacaktır. Bu durumda, görme sıklığı ve geçiş sıklığındaki yakınlığın oluşturduğu senkronize durum, " f_a " algılama frekansını 25 Hz'in altında oluşturarak flicker etkisi meydana getirebilecektir.

Konumsal algılama mesafesi ve karanlık boyut mesafesindeki bu uyum ile oluşan flicker etkisi; görme açısından kısmi duraklamalara neden olacaktır. Bu sebeple, şehir dışı yollarda, direk açıklığının 50 m değerinden + veya - olarak uzak olması gerekir. 150 km/h şartlarına kadar flicker etkisinin oluşmaması istenirse, direk açıklıklarının 100 m almak en uygun çözüm olacaktır.

B. ŞEHİR İÇİ 50 KM/H YOL İÇİN FLİCKER ETKİSİ

Yine, şekil 4'de görülen kesikli aydınlatılmış yol modeli esas alındığında, 45 km/h hızla giden bir araç saniyede 12,5 m konum değiştirecek ve araç sürücüsü bu durumda " $dx_t=0,04$ sn/m" görme sıklığına sahip olacaktır. Direkler arası açıklık 25 m iken, D_A ve D_K ortalamasının 12,5 m olması durumunda dizilim kaynaklı geçiş sıklığı da " $dx_g=0,04$ sn/m" olacaktır. Bu durumda, görme frekansı ve geçiş frekanslarındaki yakınlığın oluşturduğu senkronize durum, benzer şekilde " f_a " algılama frekansını 25 Hz'in altında oluşturarak flicker etkisi meydana getirebilecektir.

Konumsal algılama mesafesi ve karanlık boyut mesafesindeki bu uyum ile oluşan flicker etkisi; görme açısından kısmi duraklamalara neden olacaktır. Araç hızının çok hızlı olmaması bu durumun oluşturduğu olumsuzluğu telafi eder bir etki oluşturmaktadır. Dar açılı projektör kullanma riskine karşılık, şehir içi yollarda, direk açıklığının 25 m değerinden + veya - olarak uzak olması gerekir. Şehir içi ulaşımında, 77 km/h şartlarına kadar flicker etkisinin oluşmaması istenirse, direk açıklıklarını 50 m almak en uygun çözüm olacaktır. Şekil 5’de elde edilen araç geçiş hızı esaslı, flicker riskli direk açıklıkları verilmiştir.



Şekil 5. Araç geçiş hızı esaslı, riskli direk açıklıkları

C. PROJEKTÖR AÇISININ ETKİSİ

Yukarıda, dar açılı projektör kullanımı ile karanlık bölge oluşumunun mevcut olabileceği kabul edilerek, farklı direk açıklıklarında araçlar için riskli durumlar olabileceği tespit edilmiş olup, bu riskler üzerinde durulmuştur. Yol aydınlatmasında kullanılan projektörlerin açısı, oluşan karanlık bölgenin büyüklüğü açısından önem arz eder. Geniş açılı projektör kullanımı, yukarıdaki riskleri azaltmaya yönelik olarak karanlık bölgeyi azaltmakla beraber, daha büyük güçte lamba kullanımını gerektirir [7-10].

IV. SONUÇ

Flicker etkisi, diğer aydınlatma uygulamalarında etkili olduğu kadar yol aydınlatmasında da önem arz eder. Flicker etkisinin, yaygın olarak alternatif akımın periyodik değişimi ya da sürücü devrelerin anahtarlama özelliklerinden kaynaklandığı bilinmekle beraber, bu etki lamba ışıklarının aydınlatmadaki yenilenme sıklığı veya dijital ekranlarda ekran yenilenme sıklığı olarak karşımıza çıkar. Bu çalışmada ise, yol aydınlatmasında karşılaşılan flicker etkisi; dar açılı projektörler kullanıldığı kabul edilerek, araç geçiş hızı, direk açıklıkları ve aydınlık-karanlık bölge dizilimi esas alınarak incelenmiştir. Flicker esaslı direk ve armatür açıklıklarının belirlenmesinde yolun şehir içi ve dışı olmasının gerektirdiği hız ölçütlerine göre olması gerekli, direk açıklıkları verilmiştir. Geniş açılı projektör kullanımı ise, bu risklerin büyük ölçüde azaltmakla beraber, daha büyük güçte lamba kullanımını gerektirmesi sebebiyle her yerde tercih edilememektedir.

Yukarıda belirtilen hızlara göre, flicker etkisi açısından güvenli direk açıklıklarının yanı sıra, yine flicker esaslı direk açıklıklarının referans alındığı riskli hızlardan bahsedilebilir. Örneğin, şehir içi 50 m direk açıklığının bulunduğu bir yolda, bir araç sürücüsü kuralları çiğneyerek 90 km/h hızla giderken, dar açılı projektörlerin de etkisiyle aydınlık ve karanlık bölgelerin ardışık olarak sıralandığı bir dizilime maruz kalabilecektir. Bu sebeple oluşabilecek flicker etkisi, görüş bakımından sürücüyü riskli durumda bırakacaktır.

V. KAYNAKLAR

- [1] H. Sharma, F. Sharp, M.M. Granaghan, *Flicker/voltage fluctuation response of modern lamps including those with dimmable capability and other low voltage sensitive equipment*, **22nd International Conference on Electricity Distribution**, Stockholm, (2013).
- [2] C. Wencheng, H. Zheng, G. Liping, L. Yandan, C. Dahuan *Tunneling and Underground Space Technology* **23(2)** (2008) 139-144.
- [3] G. Dondi, V. Vignali, C. Lantieri, G. Manganelli *Procedia – Social and Behavioral Sciences* **53(3)** (2012) 711-720.
- [4] K. Rozanowski, J. Lewandowski, T. Sondej (2014) **DOI:10.1016/j.bbe.2014.11.002**.
- [5] A. İnan, N. Ermiş, *Ara harmoniklerden kaynaklanan gerilim kırışmasının aydınlatma üzerindeki etkileri*, **II. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu ve Sergisi Bildirileri**, Diyarbakır-Türkiye, (2003).
- [6] B. Lehman, A. Wilkins, S. Berman, M. Poplawski, N.J. Miller (2011) **DOI:0.1109/ECCE.2011.6064154**.
- [7] K. Chmielowiec *Flicker effect of different types of light sources* (2011) **DOI:10.1109/EPQU.2011.6128852**.
- [8] I. Lackovic, D. Vasic, *Overview of the physiological light flicker effects and estimation of the light flicker in the electrical power networks*, **6th European Conference of the International-Federation-for-Medical-and-Biological-Engineering (MBEC)**, Croatia, (2015) 521-524.
- [9] I. Azcarate, J.J. Gutierrez, P. Saiz, A. Lazkano, L. A. Leturiondo, K. Redondo (2015) **DOI:10.1016/j.epsr.2013.09.005**.
- [10] N. Kose, O. Salor, I. Çadırcı, *Gerilim dalgalarının frekans spektrumunu kullanarak güç sistemlerindeki ışık kırışmasının hesaplanması*, **Signal Processing and Communications Applications Conference, SIU 2009**, Kocaeli-Türkiye (2009).