

LED TEKNOLOJİSİ

Canan Perdahçı⁽¹⁾

Murat Durak⁽²⁾

Yusuf Kılıç⁽³⁾

1.Kocaeli Üniversitesi Umuttepe Yerleşkesi 41380 / Mühendislik Fakültesi / Kocaeli Üniversitesi

E-mail Adresleri: perdahci@kocaeli.edu.tr

2.ELİSOLAR Aydınlatma Enerji Elektronik ve AR&GE Teknolojileri San. Tic. Ltd. Şti.

E-mail Adresleri: m.durak@elisolar.com

3.ELİSOLAR Aydınlatma Enerji Elektronik ve AR&GE Teknolojileri San. Tic. Ltd. Şti.

E-mail Adresleri: y.kilic@elisolar.com

Özet

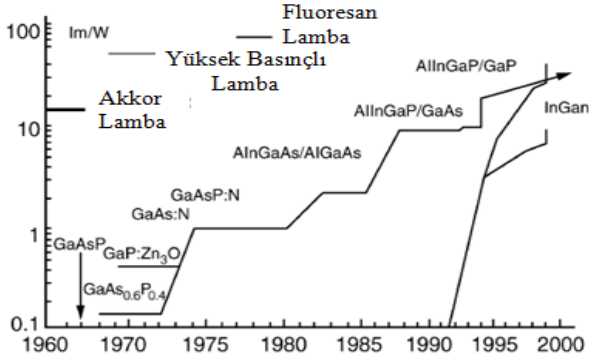
Son yıllarda aydınlatma teknolojileri LED'li armatür tasarımlarıyla yeniden şekillenir oldu. Aydınlatmada enerji verimliliğini arttırmaları, uzun süre sorunsuz çalışmalarıyla, düşük güç tüketimleriyle LED'li aydınlatma kaynakları ön plana çıkmış bulunmaktadır.

LED'ler çalışmalarını ürettikleri temel materyale göre farklı dalga boylarında sürdürürler. Genellikle sınırlı bir bölge içinde çalışmasını sürdüren bu ışık kaynağı uyarı veya aydınlatma amacıyla kullanılır. Zaman içerisinde kademeli olarak artan ışık verimleri, düşük üretim maliyetleri tercih nedenlerinin başını çeker. Bu yeni nesil ışık kaynağı LED'li tasarımlar çevreye uyum süreçleriyle göz doldurmaktadırlar.

Bu çalışmada LED ışık kaynağı özellikleri, avantajları, ve karakteristikleri ele alınmıştır .

1.GİRİŞ

1.1.LED'lerin Tarihine Kısa Bir Genel Bakış



Şekil 1 –2000'li yıllara kadar LED ışık kaynağı kullanımı. [1]

Üretilen ilk ışık yayan diyotlar GaAsP alaşımıydı. Şekil-1 yeni üretim tekniklerinin LED'lerin üretim aşamasına etkilerini göstermektedir. Ayrıca şekilde kullanılan diğer aydınlatma elemanlarının değerlerini görmek mümkündür. İlk sonuçlar spektrumun kırmızı kısmında alınmasına rağmen ilk LED üretimi 1975'te tek yeşil renkte gerçekleşti.

1985 yılında kırmızı ile yeşil renk aralığında herhangi bir renk elde etmek mümkündür, ve bu lambaların verimliliği tek renkli ışık kaynaklarının verimliliğine ulaşmıştı. LED'ler dalgaboyu 20 nm –30 nm aralığında dar bir

çalışma bandına sahipti. Kayıplar önemli hale gelmişti. Günümüzde 450-750 nm. Dalgaboyunda çalışmaktadırlar. Çalışması için birkaç volt gerekliydi ve yaklaşık 20 mA yük akımıyla çalışmaları mümkündür. Günümüzde 3000 mA akımla sürmek mümkündür. Bu değerlerde aynı aydınlık düzeyini akkor, halojen, flüoresan lambalarla elde etmek isteseydik, kayıpları çok büyük olurdu. Bu LED'ler iç sinyalizasyon için çok popüler hale geldi. Özellikle ev aletleri ve benzeri uygulamalarda rakipsizdiler. Beyaz ışığın üretiminin mümkün olduğu bu dönemde mavi ışık yayan LED'ler hala bir sırıdı.

1990'dan sonra mavi ışık yayan LED'lerin üretiminde GaN'den üretilmiş p-n katmanlar bir çözüm olmuştur. Artık yarış LED üretimi için başladı.

2.LED TEKNOLOJİSİ

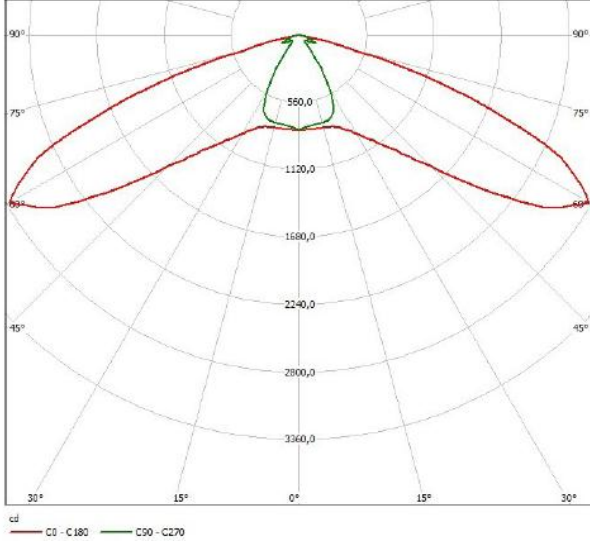
2.1.Yönlü Işık Yayma

Geleneksel ışık kaynaklarında, kaynaklar tüm yönlere ışık yaydıklarından kayıpları yüksektir. LED'ler geleneksel ışık kaynakları gibi küresel değil yönlü ışık yayarlar ve kaybı minimuma indirirler.

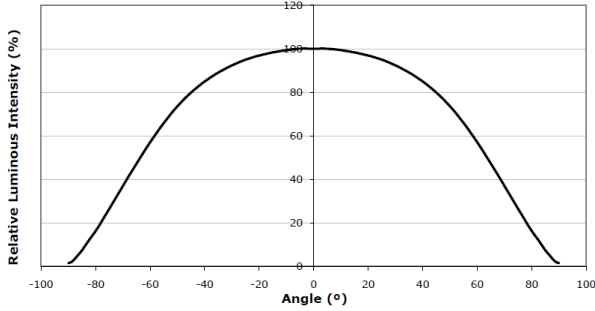
LED lambalarda ışık dağılımını, kullanılacak ortama göre istediğimiz şekilde yayılabilmesi için çeşitli lensler kullanılır. Projektörlerde lens kullanım amacı ışığın odaklanmasını sağlamaktır. Sokak armatürlerinde ise, kullanılacak direğin yüksekliğine ve yol özelliklerine göre ışığın homojen yayılımını sağlar.

Günümüzde daha çoğunlukla kullanılmakta olan Sodyum, Halojen, Cıva, Metal Halide Lambaları çalışma

prensiplerinden ötürü yüksek sıcaklıklara ulaştıklarından dolayı, lens kullanmak mümkün değildir. Bunun için bu tip lambalarda reflektör kullanılır. Reflektörler ışığın odaklanmasında kullanılabilir olacak olmasına rağmen homojen bir şekilde aydınlığı sağlayamaz.



Şekil 2 – Sokak aydınlatması için uygun bir lensin ışık dağılım eğrisi [2]



Şekil 3 – 125 dereceli LED'inin açılı lumen yoğunluğu [3]

2.2.Kırılmaya Karşı Dayanıklılık

LED'ler titreşime dayanıklı flaman ve camla kaplıdır. LED'lere anlık zarar vermek güçtür. Kırılgan ve parlak flüoresan ampulleri, Akkor lambalar ve deşarj lambaları, araç ve endüstriyel uygulamalardan kaynaklanan titreşimlerden etkilenebilir, bu tür uygulamalarda titreşime dayanıklı LED'ler çözüm olmuştur. Kendinden titreşim direnci yüksek LED'ler endüstriyel ekipmanlar, asansörler, yürüyen merdivenlerde aydınlatma uygulamaları için oldukça uygundur.

2.3.Boyut Avantajı

Yönlü ışık yayan, küçük boyutlu, yenilikçi, kompakt tasarımı LED'ler yeni nesil aydınlatma için mükemmel bir çözümdür. Ancak düşük bir profil elde etmek için dikkatli bir tasarım gereklidir. Multi-LED grupları eşit parlaklık elde etmek, yüksek çıkış seviyelerine ulaşmak için geleneksel aydınlatma parçalarına ihtiyaç duyarlar.

2.4.Düşük Çalışma Sıcaklığı

LED'lerin günümüzdeki lambalara göre çok düşük sıcaklıklarda çalışmaları lens kullanılabilirlik için büyük bir avantajdır. LED'ler 150 °C junction sıcaklığına kadar sorunsuz bir şekilde çalışabilirler. Fakat LED'lerde yüksek lümen çıkışı elde edebilmek için, LED'lerin iyi bir soğutucuya gereksinimi vardır.

2.5.Kontrol Kolaylığı

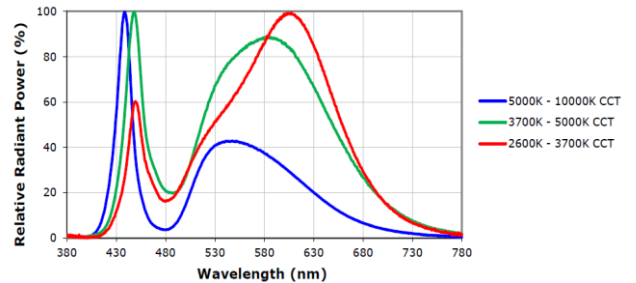
Sürücü ve kontrol teknolojilerindeki gelişmeler ile LED'lerin sürüşü kolaylaşmış ve aydınlatmada yeni bir umut oluşturmuştur. DMX kontrol sistemi ve renk değişiklikleri ile özel olarak tasarlanmış sürücü devresi 16 milyon renge kadar mümkündür. LED sürücü devresinin çıkış akımını kontrol ederek ışık seviyelerini istediğimiz gibi ayarlayabiliriz.

2.6.Kısa Sürede Çalışma

LED'ler neredeyse anında tam parlaklık sağlar ve her seferinde yeniden ateşleme gerektirmez. Standart LED'ler üzerinden akım geçmeye başladığında 170 ila 200 milisaniyede yanıt verir. Kullanılacak LED sürücünün özelliğine göre şebekenin devreye alınmasından sonra 1 ile 5 sn. sonrasına kadar çıkışında bir akım oluşturabilir. Genel aydınlatma uygulamaları, ön ısıtma nedeniyle güvenlik ve konfor eksikliğine neden olmaktadır.

2.7.Kızılötesi ve ultraviyole Işık Şartları

Akkor lambalar gücünün büyük bir çoğunluğunu kızılötesi yada ısı dönüşümüne harcarlar. Floresan lambalar gücünün yaklaşık %20 sini görünür ışık dönüşümüne harcarlar. HID lambalar önemli miktarda ultraviyole ışık yayarlar. LED'ler neredeyse hiç kızılötesi ve ultraviyole ışık yaymazlar. INGaN bileşiğinden yapılmış olan LED'in chip'i mavi ışık yayar. LED'in beyaz renge dönüştürülmesi bu chip'in üzerinin fosfor ile kaplanması ile mümkün olur. LED'ler görülebilir dalga boyunda ışımaya yapmaktadır.



Şekil 4 – LED dalgaboyu [3]

2.8.Açma/Kapama Süresi Düşüklüğü

LED'ler çok hızlı bir şekilde ışık yayarlar. Açma/kapama süresi çok düşüktür. Örneğin, tipik bir kırmızı gösterge mikrosaniye mertebesinde gereken parlaklığa ulaşır. Daha hızlı bir tepki süresi, LED'leri iletişim alanında ön plana

çıkartır. LED'ler açma/kapamadan (anahtarlamadan) etkilenmezler. Bu özellikleriyle LED'ler yanıp sönen görüntü uygulamaları, sensör ve gün ışığı sensörleri gibi uygulamalarda avantajlıdır.

2.9.Yüksek Optik Kalite

LED'ler son yıllarda daha verimli hale gelmişlerdir. Aynı seviyede parlaklık elde etmek üzere 250W metal halide aydınlatma cihazı kullanmak yerine 70 W'lık yüksek verimli LED'li aydınlatma sistemlerini kullanılabilir. İyi bir LED'li tasarım, ısının olabildiğince kısa sürede uzaklaştırılmasıyla mümkündür. Isı alıcı ve pasif soğutma teknolojisinin birarada kullanılmasıyla optimum performansa ulaşılabilir. Işık miktarı ve kullanım süresi aydınlatma malzemelerinin tasarımına bağlıdır. Günümüzde termal etkiler aydınlatma teknolojisinde oldukça etkilidir. Üretilen ışıkta şeffaflık aranan bir özelliktir. Sadece belirlenen (dalga boyunda) renkleri oluşturmak için herhangi bir filtre gerekmez. Bu özellikler gözönüne alındığında verimli ışık üretmek mümkündür.

Rakamlarla bahsedecek olursak;

Akkor Lambalarda Etkinlik Faktörü	12 – 15 lm/W
Halojen Lambalarda Etkinlik Faktörü	18 - 22 lm/W
Kompakt Flouresan Lambalarda Etkinlik Faktörü	60 - 65 lm/W
Flouresan Lambalarda Etkinlik Faktörü	55 – 104 lm/W

Tablo 1- Lambaların Optik Verimi

LED Renkleri ve Etkinlik Faktörleri	Lm/W
Kırmızı	73.9 Lm/ W
Yeşil	107 Lm/ W
Mavi	39.8 Lm/ W
Sarı	93.9 Lm/ W
Beyaz	100- 160 Lm/W

Tablo 2– LED Optik Verimi [4]

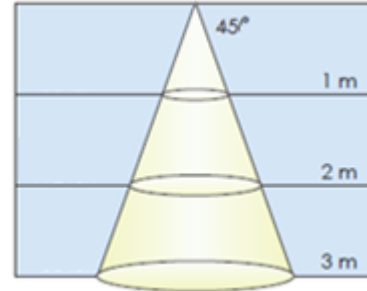
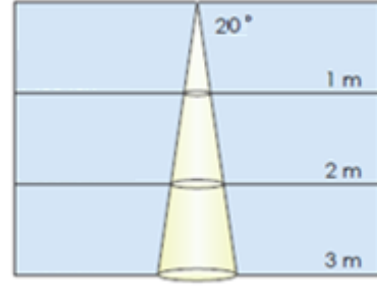
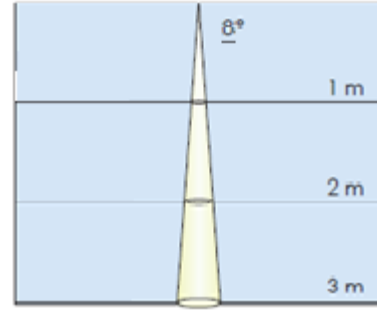
LED'lerde durum oldukça farklıdır. LED aydınlatmanın verimi renge göre değişmektedir. LED'lerin verimliliği üreticisine bağlı olarak değişmekle birlikte tabloda verilen aralıktadır.

2.11.Düşük Bakım Maliyeti

Sık bakıma ihtiyaç duymamaları, LED aydınlatma sistemlerinin temel özellikleri arasındadır. Enerji tasarrufunun yanı sıra iyi tasarlanmış sistemler uzun bir ömür sayesinde işçilik ve bakım maliyetlerinin azlığı ile birlikte LED'ler önemli tasarruf yaratacaklardır.

2.13.Dış Aydınlatma

Türkiye için ortalama ortam sıcaklığı gece 9C°'dir. Dış mekan aydınlatmasında LED lerin çalışma sıcaklıkları iç aydınlatmaya göre daha düşük olacağından verimliliği daha yüksektir.



Şekil 5-Fotometrik Bilgileri [4]

	Cree XB-D(1m)	OSRAM SSL(1m)
8°(1m)	200,8	230,3
8°(2m)	80	90,1
8°(3m)	60	65,4
20°(1m)	100,8	105,1
20°(2m)	50,3	69
20°(3m)	35	49,9
45°(1m)	130,4	201
45°(2m)	53,3	95,4
45°(3m)	40,8	49,7
Lenssiz	31,1	70
Lenssiz	18	30,9
Lenssiz	14,5	20,3

Tablo 3– LED Optik Verimi [4]

2.10.Çalışma Ömrü

Ortalama ömrü 50.000 saat olan LED'lerin ömrü tasarımında ayrıntılara verilen öneme göre 60.000 saate kadar çıkartılabilir. Bir LED'in ömrü aşağıdaki faktörlere bağlıdır.

2.10.1. Junction Sıcaklığı

Işığın oluştuğu noktada yükselen sıcaklıktır. LED'in elektronik kart üzerinde en yakın değme noktasında oluşturmuş olduğu sıcaklık ve üretici firma tarafından belirtilen ısıl direnç sıcaklığı ile LED üzerinde oluşan güç değerinin çarpımıyla elde edilir.

$$T_j = \text{°C} + W * (\text{°C/W})$$

1.10.2. Çevre Çalışma Sıcaklığı

Armatürün çalışma ortamının sıcaklığıdır. Belirli bir tavan penceresi için, yüksek sıcaklıkta aygıtının çalışması kullanım ömrünü azaltır. Düşük sıcaklıklarda kullanım süresi önemli ölçüde artar.

2.10.3. Armatür Tasarım Malzemeleri

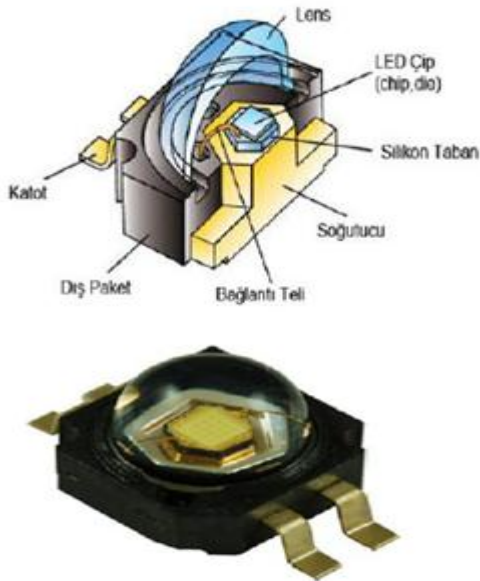
Aynı LED uygulamalarında kullanılan malzemelerin farklı olması, tasarım malzemelerinin verim üzerindeki etkisini gösterir. Ledin veriminin yüksek olması için ısıl iletimi yüksek malzeme kullanılmalı, yüzey alanı geniş olmalıdır.

2.12. Güneş ve Rüzgar Enerjisi Aydınlatma Sistemleri

Güneş ve rüzgar enerjisi aydınlatma sistemleri, LED'ler için mükemmel adaylardır. LED'ler, düşük voltaj ve yüksek verimlilikle çalışmalarıyla bu uygulamalar için mükemmel bir ışık kaynağıdır.

3. LED ve LED AYDINLATMA ÇEŞİTLERİ

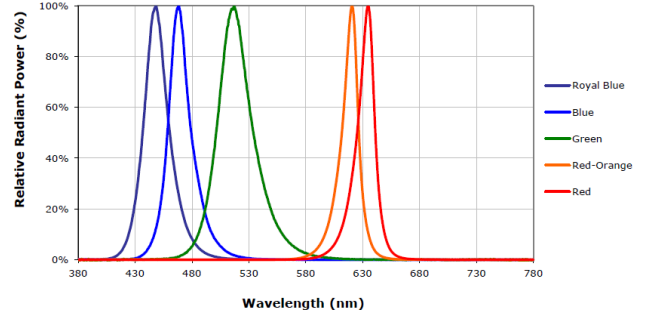
LED'ler metal ve plastik kılıflı olmak üzere 2'ye ayrılırlar. Plastik kılıflı LED'ler metal kılıflılarına göre daha sık kullanılırlar.



Şekil 6- Power Led ve Bölümleri

Dalga ultraviyole ışık (UV LED), görünür ışık ve kızılötesi LED (IR LED) olmak üzere ışının yayılma açısına göre üçe ayrılabilir.

Bazı LED'lerin Karakteristikleri Şekil4'te gösterilmiştir.



Şekil 7 – LED'lerin Spektral Özellikleri[3]

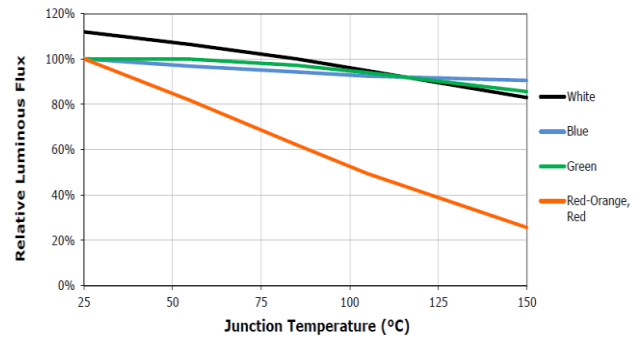
λ_p (nm)	Renk	Yarı iletken Malzeme
940	Kızılötesi	GaAlAs/GaAs
880	Kızılötesi	GaAlAs
700	Parlak Kırmızı	GaP
660	Ultra Kırmızı	GaAlAs/GaAs
655	Kırmızı	GaAsP/GaAs
635	Hi-Eff. Kırmızı	GaAsP/GaP
610	Turuncu	GaAsP/GaP
585	Sarı	GaAsP/GaP
568	Hi-Eff. Yeşil	GaP
523	Ultra Yeşil	InGaAl/SiC
502	Ultra Yeşil	InGaN/SiC
470	Saf Mavi	InGaN/SiC
430	Ultra Mavi	GaN/SiC
385	UV	GaN

Tablo 4– Karakteristik Spektrum Parametreleri[3]

4. LED KARAKTERİSTİKLERİ

4.1. Sıcaklık-Işık Akısı Karakteristiği

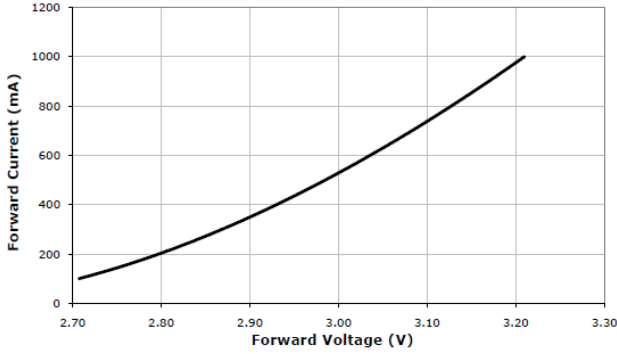
Işık yayan diyotun ışık akısı çıkışı sıcaklık arttıkça azalır.



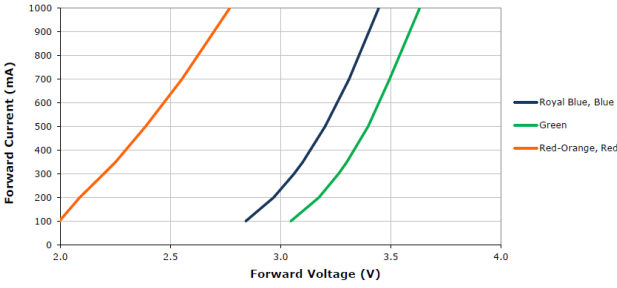
Şekil 8- Sıcaklık-Işık Akısı Karakteristiği[3]

4.2. Gerilim-Akım Karakteristiği

LED'lerden geçen akım ile orantılı bir şekilde gerilim değeri artar.



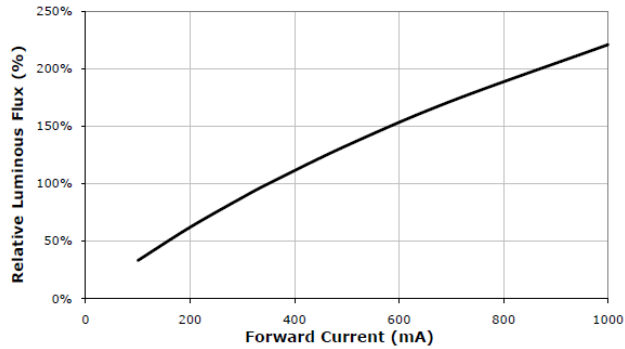
Şekil 9- Gerilim-Akım Karakteristiği[3]



Şekil 10-Renkli LED'lerin Gerilim-Akım Karakteristiği[3]

4.3. Akım-Işık Akısı Karakteristiği

LED'lerin üzerinden geçen akım artışı ile toplam çıkış ışık akısı artar. Watt başına düşen lumen miktarı (lm/W) azalır.



Şekil 11- Akım-Işık Akısı Karakteristiği[3]

5.SONUÇ

Daha iyi enerji verimliliği sağlama fırsatı veren LED'lerin geliştirilerek günlük yaşantımıza daha entegre hale getirilmesi gerekir çünkü hem tekil ışık kaynağı ve donatı olarak kullanılan LED'ler geleneksel ışık kaynaklarından farklıdır. Bu farklılıktan kaynaklı olarak, LED ışık kaynaklarının özelliklerinin belirlenmesi, yeni yöntemler

geliştirilmesi ve LED ışık kaynaklarına özgü çeşitli ölçüm standartlarının oluşturulması gereklidir.

Bu çalışmada, LED ışık kaynaklarının üstünlükleri ve özellikleri hakkında genel bilgi ile LED ışık kaynaklarının özelliklerini belirlemek amacıyla verilen mevcut yöntemler ele alınmıştır.

Summary

In recent years, developments in LED technology with many of the lighting device could be seen has been redesigned. To have low power consumption and long, trouble-free operation for years in the LED illumination light sources because they can use to improve energy efficiency in lighting provides the opportunity.

LEDs and light sources as well as individual fixtures, as well as tab a, LED light at an angle because of the specific lighting in a different way than traditional light sources are evaluated. Produced in different types of mounting LED lamps can be combined or used individually with a very vibrant and bright colors lighting components are produced. Various sizes in shape, mainly in form of radial structure, the case will still be very different.

Light-emitting diodes (LED) according to the base material of different wavelength radiation do. Usually within a limited region, this light source is used for the purpose of warning or illumination. Preferred to be cheaper costs and recent technological developments in this light source with LED light output levels gradually increased over time. LED lighting products for next-generation light source based environment has prepared to assume the task.

In this study, the LED light source characteristics, advantages and some characteristics of the LED light source has been taken.

Keywords: Light Emitting Diode (LED), Led Technology, and Led Zeppelin Advantages Lighting, Led Characteristics and Photometric Information

KAYNAKLAR VE DİPNOTLAR

- [1] J Schanda, University of Veszpre' m, Veszpre' m, Hungary, 2005, Elsevier Ltd. All Rights Reserved.
- [2] Turlens katalog
- [3] Cree XB-D datasheet
- [4] ELİSOLAR 1501-Yüksek Güvenlikli ve Akıllı Tünel Aydınlatma Armatürü Tasarımı ve Geliştirilmesi (TÜBİTAK)