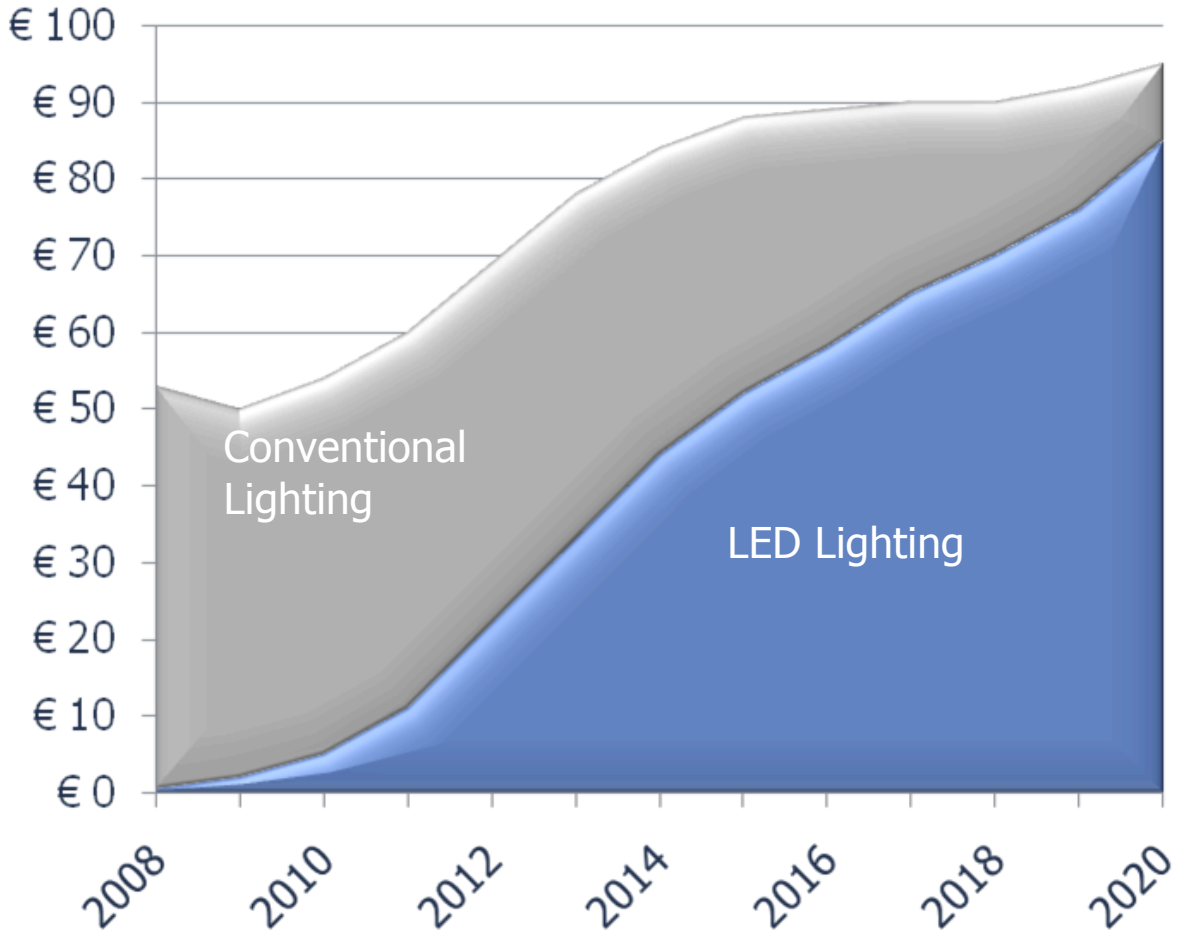


LED'Lİ IŞIK KAYNAKLARI

Giriş

Günümüzde Aydınlatma Tekniği bütün dünyada daha önce olduğundan çok daha hızlı gelişiyor. Enerji tüketimi açısından bakıldığında da, son yıllardaki en önemli gelişmeyi LED tabanlı aydınlatma temsil etmektedir. LED sistemler uzun ömürlü, yüksek verimli ve kontrol edilebilir olmaları, tesisat kolaylığı, cıva içermemeleri, çok fazla renk olanağı sunmaları, esnek çözüm olanakları sunmaları gibi nedenlerle aydınlatmanın hemen her alanında tercih edilmekte ve pazar payını sürekli olarak büyütmektedir.




Şekil 1. Led Işık Kaynaklarının pazar payı gelişimi,

Işık kaynağı olarak LED'ler verimlilik, akıllı kontrol edilebilirlik ve uygulanabilirlik açısından flüoresan ve HID sistemleriyle karşılaştırılabilir. SSL (Solid State Lighting) olarak adlandırılan bu aydınlatma bir çok açıdan avantaj sağlasa da, armatür ve kontrol sistemleri optimal etkinlik açısından henüz daha fazla gelişmeye gerek duymaktadır.

LED'li aydınlatma sistemleri, aydınlatma doluluk sensörleri, loşlaştırma ve renk değiştirme özellikleri, kablolu ve kablosuz olarak merkezi kontrol sistemine bağlanabilme özellikleri ile bu kontrol şemalarını oluşturmada avantajlıdır. LED'ler havacılık ve otomotiv aydınlatmacılığında da özellikle fren lambaları, göstergelerde ve tabii ki trafik işaretlerinde kullanılır.

LED (Işık Yayan Diyot)

Light-emitting diode	
	
TİP	Optoelektronik
Çalışma Prensibi	Elektroışınım
Mucidi	Nick Holonyak Jr. (1962)
Uç düzenlenişi	Anot ve Katot

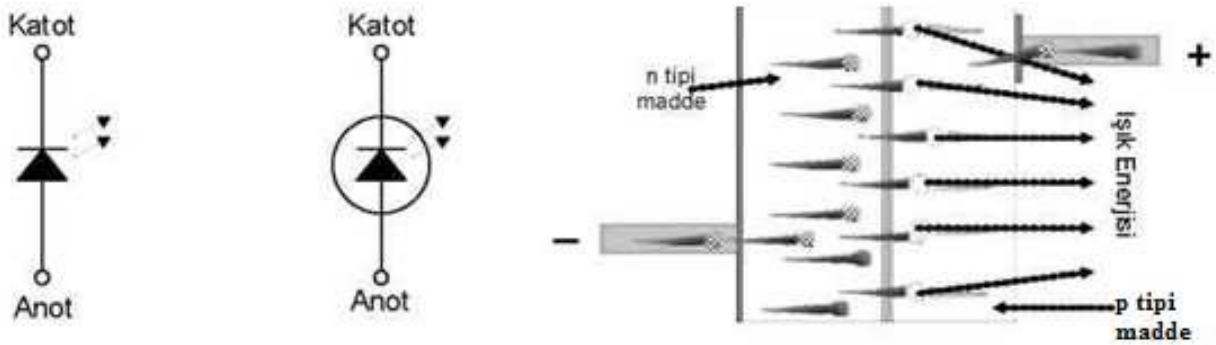
Şekil 2. Kırmızı, yeşil ve mavi 5mm standart tip LED'ler

LED Light Emitting Diode –Işık yayan diyot- yarı-iletken bir ışık kaynağıdır. Gerilim uygulanarak elektronları harekete geçirilen LED ışın yaymaya başlar. Bu etki “elektroluminans” ya da “elektroişinım” olarak adlandırılır. Elektroişinım olayı 1907 yılında İngiliz araştırmacı H.J. Round tarafından keşfedildi. Günümüz LED’lerinin atası sayılan ilk LED ise 1962 de General Electric Firmasında çalışan Nick Holonyak Jr. tarafından yapıldı.

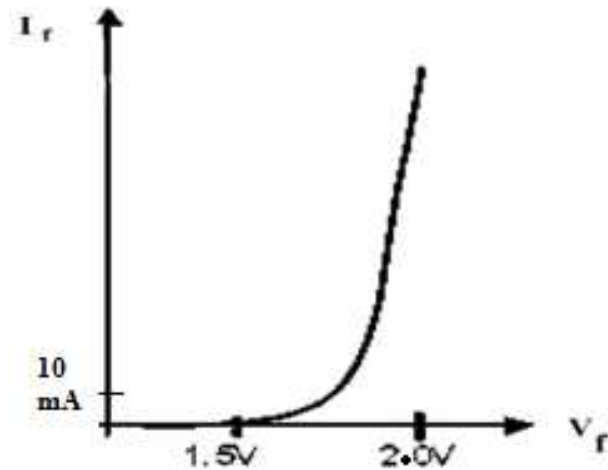
Çalışma Prensibi

LED’ler ortalama olarak 10 mA ve 1.5 V değerinden itibaren iletme geçerek ışık yaymaya başlarlar (bknz şekil 3.)

Işık yayan diyotların yayım gücü zamanla orantılı olarak düşer. Yayım gücü normal gücün yarısına düştüğünde diyot ekonomik olarak ömrünü tamamlamış demektir. Bir LED in ortalama ömrü 100.000 saattir.

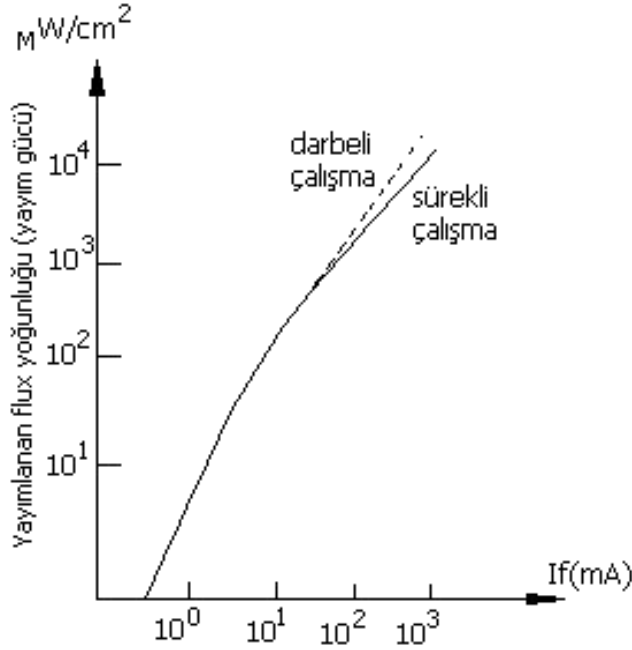


Şekil 3: LED sembolleri Işık enerjisinin oluşması



Şekil 4:Akım-gerilim karakteristiği

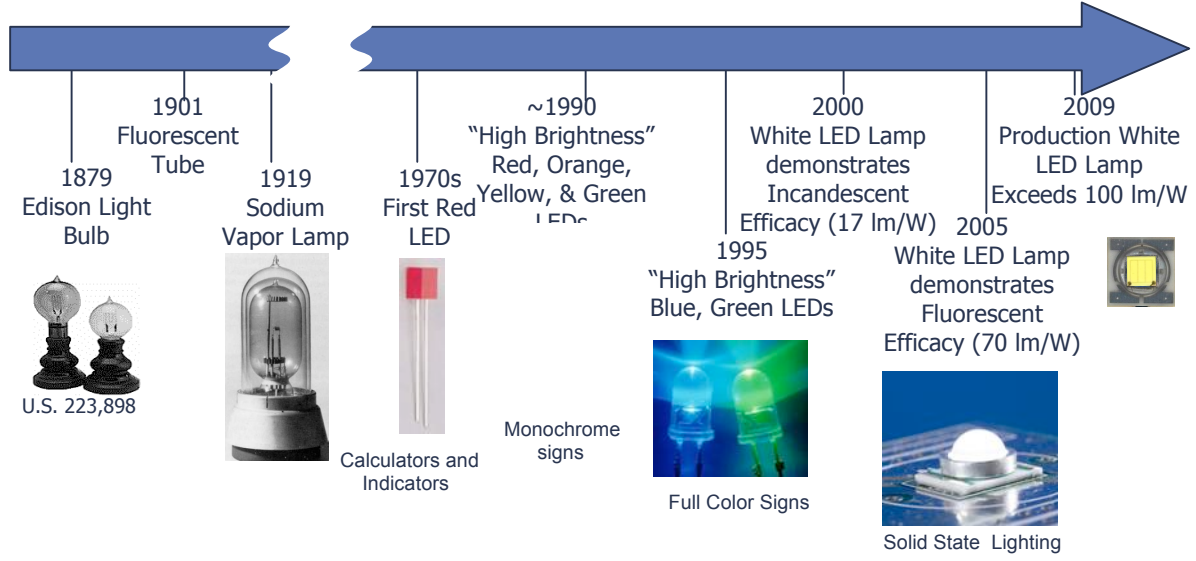
LED'in yaydığı ışık şiddeti içinden geçen akım ile doğru orantılı olarak artar. Ancak bu artış akımın belli bir değerine kadar doğrusaldır, daha sonra bükülür (bkz şekil 5). Eğer diyota verilen akım eşik değeri adı verilen doğrusallığın bozulduğu noktayı aşarsa, diyot aşırı ısınarak bozulur.



Şekil 5: Akım- ışık şiddeti karakteristiği

LED Aydınlatma Sistemlerinin Gelişimi

İlk ticari amaçlı LED'ler sadece düşük yoğunluklu kırmızı renkli bir ışık kaynağı olarak akkor ve neon gösterge lambalarının yerine kullanılmaya başlandı. Önce laboratuvar ve test ekipmanı gibi pahalı cihazlarda daha sonra TV, radyo, hesap makinesi gibi görsel alanlarda kullanıldı. LED'lerin ışık çıkış değeri malzeme teknolojisindeki gelişmeye bağlı olarak gelişti. Yüksek güçlü beyaz ışıklı LED'in araştırılması ve geliştirilmesi LED'lerin aydınlatma alanında da kullanılmasını mümkün kıldı. Günümüzdeki LED'ler morötesi ve kızılötesi dalga boyları arasında kalan görülebilir bölge boyunca uzanan yüksek parlıtlı renklerde olabilmektedir. Işığın rengini belirleyen ise kullanılan kimyasalların bileşimidir.



Şekil 6. Aydınlatma Tekniğinin tarihi.

Seçim Kriterleri

LED Aydınlatma Sistemlerinin seçiminde 6 faktör göz önünde bulundurulmalıdır.

- LED Dizini ve Kılıf (Bind)
- Renksel geriverim İndeksi
- Renk Sıcaklığı
- Soğutma Sistemi
- Işık Yayılım Açısı
- Işık Akısı çıkışı (Etkinlik Faktörü)

Günümüz pazarında çok farklı aydınlatma ihtiyaçlarına uygun çözümler sunan LED sistemler mevcuttur. Fakat hangi model LED alacağımıza bakmadan önce dikkat etmemiz gereken noktalar vardır. Örneğin LED'in ne kadar ışık akısı çıkışı olduğu bizim için yeterli bir kriter değildir. Işık akısı çıkışı kadar lenslerin özellikleri ve ısı sorununun nasıl çözüldüğüne de bakmak gerekir. Led dizilimi, renk skalasındaki geniş yelpazeden en uygun rengin seçilmesi, parlıtısı, ışık yayılım açısı aydınlatma ihtiyacınız için en uygun LED' i seçerken dikkate alınması gereken unsurlardır.

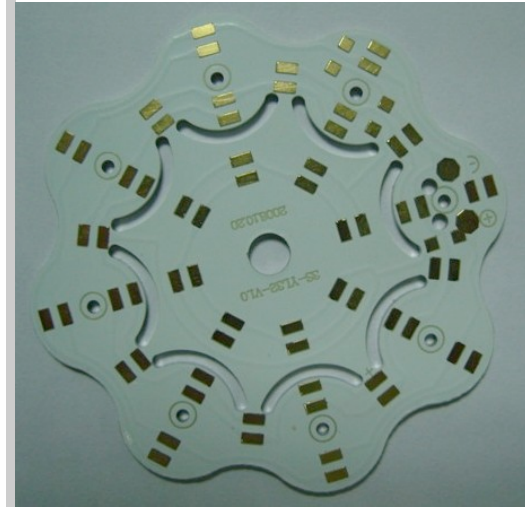
- **Led Dizini :**

Led dizini yada sunuş şekli (kılıf) LED seçiminin hayati bir parçasıdır ve optik dizilim kadar renk ve ışık çıkışını da belirleyen bir işlemdir. Bir kısım chip tekil bir devre iken bir kısmı bind adı verilen bir kılıf içindeki bir gurubun parçası olabilir. Tekil devrelerin her birinin sürümü rengi parlaklığı ayrı olabilir, bind içindeki ledler aynı sürücüden beslenir ve tamamen aynı şekilde davranır.

LED chipler silikon bir devreye yerleştirilirler ve bir devrede binlerce LED chip bulunabilir. Led chiplerinin yer aldığı silikon devrelere PCB (Printed Circuit Board- Baskılı Devre) denir. PCB lerin;

- Tek yüzlü
- Çift yüzlü
- Delikiçi kaplama

Olmak üzere farklı tipleri vardır.



Şekil 7. PCB örnekleri

Farklı dizinler ve Bind kalıplarıyla amaca uygun LED Aydınlatma sistemleri oluşturulur. Örneğin;

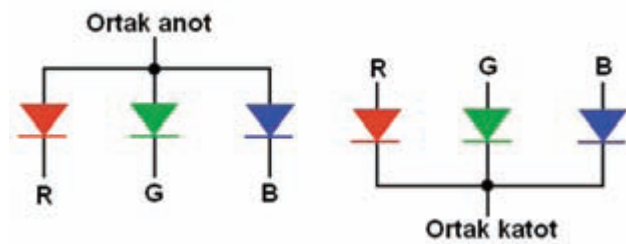
Çakan (flashing) LED'ler standart LED'lerdir. Ancak saniyede bir yanıp sönmesini sağlayan multivibratör devresi ile birlikte düzenlendiklerinden çakan LED'ler olarak adlandırılırlar. Genellikle tek renk olmalarına karşın iki renkte çakan ya da RGB renk karışımı ile düzenlenmiş tipleri de vardır.

İki renkli (Bi-color) LED'ler bir durum için iki farklı LED kullanılarak yapılır. Aynı kaynaktan beslenen iki paralel bağlantı vardır. Akım bir hattan akarken bir renk, diğer hattan akarken diğer renk yayılır. İki renk uygun bir frekansta yayılacak olursa üçüncü bir renk ortaya çıkar. Örneğin yeşil/kırmızı iki LED uygun bir frekans düzenlemesiyle sarı rengi ortaya çıkarır.

Üç renkli LED'ler yine iki LED grubundan oluşur. Ancak bu defa LED'ler aynı anda ayrı ayrı kontrol etmeyi sağlayan iki hat üzerinden beslenir.

RGB LED'ler çok farklı renklerin elde edilebildiği LED'lerdir. Işığın rengini değiştirmek için kırmızı (R), yeşil (G) ve mavi (B) renkli LED'ler birlikte kullanılır, diğer ara renkler bu 3 ana renkten elde edilir. Diğer yöntem ise tek bir kılıf içerisinde 3 adet LED çipi barındıran RGB LED kullanmaktır. 3 adet LED içeren RGB LED'lerde 4 çıkış ucu vardır. LED'lerin bağlantı şekli ortak anot ve ya ortak katotlu olabilir. Şekil 8 'de bu bağlantı şekli görülmektedir.

3 ana rengin karışımı ile ara renklerin nasıl elde edildiği prensip olarak Şekil 9 'de görülmektedir.



Şekil 8 : RGB LED'in iç yapısı



Şekil 9: 3 ana renkte LED ile ara renklerin elde edilmesi

- **Renksel Geriverim İndeksi**

Işık kaynaklarının aydınlattıkları cisimlerin renklerini gösterebilme başarısı “Renksel Geriverim indeksi CRI” ya da diğer adıyla “renk ayırım indeksi R_a ” ile belirlenir. CRI'nın teorik olarak en büyük değeri 100'dür. Işık kaynakları renk ayırım endeksleri 50-70 arasında ise orta, 70-90 arasında ise iyi, 90-100 arasında ise mükemmel renk ayırım endeksli kaynaklar olarak sınıflandırılır. CIE renk ayırım endeksini 5 ana grupta toplamaktadır. Lambaların renk ayırım endeksleriyle etkinlik faktörleri birbirleriyle ters orantılıdır.

Aşağıda renksel geriverim endeksinin renk ayırımında ne kadar önemli olduğu açıkça görülmektedir.



CRI = 90



CRI = 70



CRI = 50

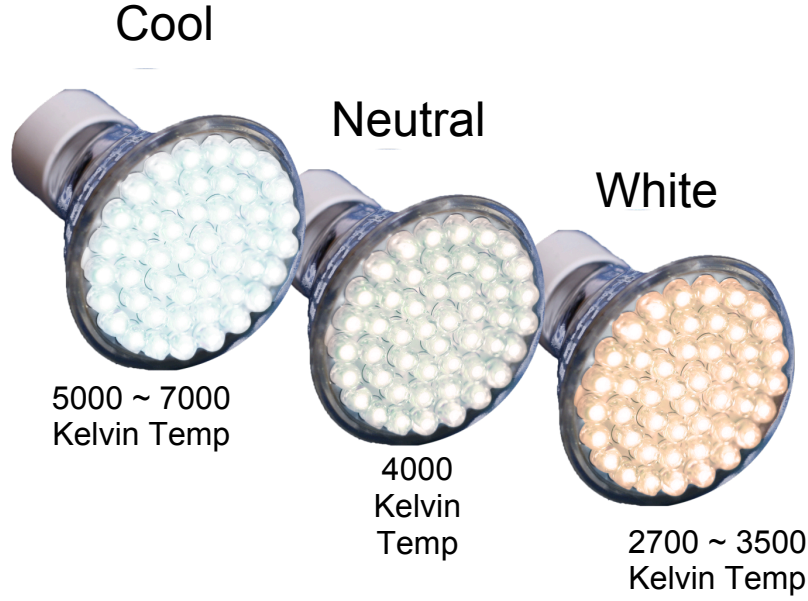
Şekil 10. Renksel Geriverim İndeksi

Tablo 1 Işık Kaynaklarının CRI değerleri

Common Light Sources Color Temperature & CRI Values		
Light Source	Color Temp	CRI Value
Candle	1.700k	100 CRI
Incandescent Bulb	2.700k	100 CRI
Halogen Lamp	3.200k	95 CRI
Natural Sunlight	5-6,000k	100 CRI
Daylight Bulb	6.400k	80 CRI
Lumex TitanBrite 3-Watt LED	3.000k	80-85 CRI
Lumex TitanBrite 5-Watt LED	6.000k	70-80 CRI

- **Renk Sıcaklığı**

Renk LED ışık kaynaklarının seçiminde önemli anahtarlardan biridir. Renk sıcaklığı ⁰K cinsinden belirtilir. En düşük sıcaklık hafifçe sarı görünümlü LED'ler ya da sıcak beyaz olarak referans edilen renklerdir. ⁰K değeri arttıkça daha beyaz daha parlak görünümlü LED'ler soğuk beyaz olarak adlandırılır. Sarı ve kırmızı renkler sıcak renklerdir, mavi ve yeşil renkler ise soğuk renklerdir. İdeal renk sıcaklığı kullanım yerine bağlıdır. Örneğin, soğuk beyaz bir LED bir mücevher vitrini veya hastane aydınlatması için idealdir. Sıcak beyaz LED'ler ise evlerin ve otel lobilerinin aydınlatılması için uygundur. Nötr (ılık beyaz) ise mağaza ve ofis aydınlatması için iyi sonuç verir.



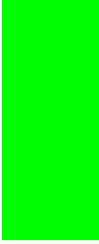





Şekil 11 Renk sıcaklığı

Renkler ve malzemeler

LED'ler çeşitli inorganik yarıiletken malzemelerden yapılırlar. Aşağıdaki tabloda piyasada bulunabilen renkler için dalga uzunluğu aralığı, gerilim düşümü değeri ve malzeme bilgileri verilmektedir.

Tablo 2. Renkler ve malzemeler

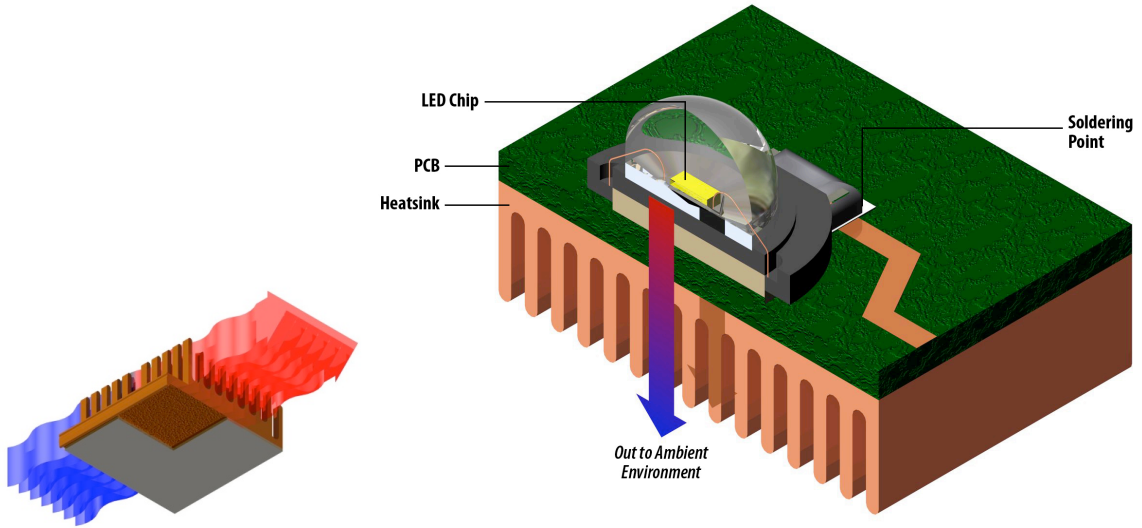
Renk	Dalgaboyu (nm)	Gerilim (V)	Yarıiletken Malzeme
Kızılötesi	$\lambda > 760$	$\Delta V < 1.9$	Gallium arsenide (GaAs) Aluminium gallium arsenide (AlGaAs)
Kırmızı	$610 < \lambda < 760$	$1.63 < \Delta V < 2.03$	Aluminium gallium arsenide (AlGaAs) Gallium arsenide phosphide (GaAsP) Aluminium gallium indium phosphide (AlGaInP) Gallium(III) phosphide (GaP)
Oranj	$590 < \lambda < 610$	$2.03 < \Delta V < 2.10$	Gallium arsenide phosphide (GaAsP) Aluminium gallium indium phosphide (AlGaInP) Gallium(III) phosphide (GaP)
Sarı	$570 < \lambda < 590$	$2.10 < \Delta V < 2.18$	Gallium arsenide phosphide (GaAsP) Aluminium gallium indium phosphide (AlGaInP) Gallium(III) phosphide (GaP)

	<u>Yeşil</u>	$500 < \lambda < 570$	$1.9^{[47]} < \Delta V < 4.0$	Indium gallium nitride (InGaN) / Gallium(III) nitride (GaN) Gallium(III) phosphide (GaP) Aluminium gallium indium phosphide (AlGaInP) Aluminium gallium phosphide (AlGaP)
	<u>Mavi</u>	$450 < \lambda < 500$	$2.48 < \Delta V < 3.7$	Zinc selenide (ZnSe) Indium gallium nitride (InGaN) Silicon carbide (SiC) as substrate Silicon (Si) as substrate — (under development)
	<u>Menekşe</u>	$400 < \lambda < 450$	$2.76 < \Delta V < 4.0$	Indium gallium nitride (InGaN)
	<u>Mor</u>	Çoklu tipler	$2.48 < \Delta V < 3.7$	İKİLİ mavi/kırmızı LEDler, mavi ile kırmızı fosfor, yada beyaz ile mor plastik
	<u>Mor ötesi</u>	$\lambda < 400$	$3.1 < \Delta V < 4.4$	Diamond (235 nm) ^[48] Boron nitride (215 nm) ^{[49][50]} Aluminium nitride (AlN) (210 nm) ^[51] Aluminium gallium nitride (AlGaN) Aluminium gallium indium nitride (AlGaInN) — (down to 210 nm) ^[52]
	Beyaz	Broad spectrum	$\Delta V = 3.5$	Mavi/UV diyot ile sarı fosfor

- **Soğutma sistemi**

Optimal ısı dağılımı power LED performansının kalitesinin anahtarıdır. Isı dağılımının kötü olması verim kaybına, ömrün kısalmasına ve renk geçişinin bozulmasına neden 125 °C' de arızaya geçer, bu nedenle bağlantı noktasının sıcaklığının olabildiğince 125 °C'yi geçmemesine çalışılır. Sıcaklık için 4 temel elemanın göz önünde bulundurulması gerekir; ortam sıcaklığı, soğutucu malzemesi, sürücü akımı, bind yada LED'lerin diziliş şekli.

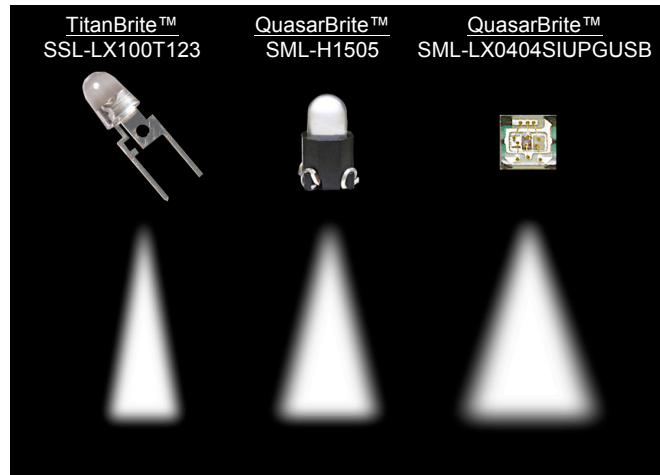
Isının uzaklaştırılması için aktif soğutma ve pasif soğutma olmak üzere iki tip soğutma sistemi vardır. Aktif soğutmada bir fan sistemi vardır ve ekstra bir güç harcanır. Pasif soğutma genelde bir metal çekirdek ile yapılır.



Şekil 12. Soğutma sistemi

- Işık yayılım açısı

Işık akısı 180° civarında yayılır, merceklerle bu ışık istenen aralıkta sınırlanır. Işık yayılım açısı LED'den çıkan ışığın %50 sinin bulunduğu açı olarak tarif edilir. Aydınlatacağımız yerin özelliğine göre uygun açığı seçmeliyiz.

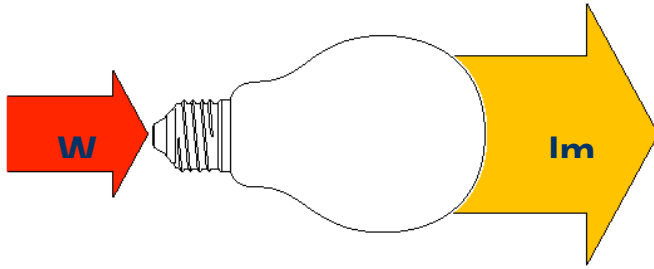


Şekil 13. Yayılım açıları.

- **Işık akısı çıkışı (Etkinlik Faktörü)**

Etkinlik Faktörü watt başına lümen olarak lamba verimliliğini ifade eder. LED'lerin üzerinden akan akım sabit olmasına rağmen diyotların karakteristik özelliklerinden dolayı artan ortam sıcaklığı ile etkinlik faktörleri düşer. Bu düşüş LED'lerin yapıldığı malzeme türüne göre her bir derece için %0.3 ila %0.7 arasında değişiklik gösterebilmektedir.

LED'ler akkor telli lambalara göre düşük enerji tüketimi, daha uzun ömür, sağlamlık, daha küçük boyutlar, hızlı anahtarlama, daha yüksek dayanıklılık ve güvenilirlik gibi avantajlara sahiptir. Aynı ışık çıkışını veren kompakt flüoresan lambaya göre ise daha kararlı akım ve ısı yönetimine ihtiyaç duyar.



Etkinlik Faktörü = Lumen (lm) / Watt (W)

Akkor telli Lamba	10 - 15
Halojen Lamba	15 - 30
Kompakt Fluo.	60 - 80
Fluoresan	60 - 105
İndüksiyon	70 - 95
HQL (Civa)	30 - 60
HQI(Quartz m)	60 - 90
HCI (Seramik m)	70 - 105
NAV (Sodyum)	70 - 150
LED	25 - 95

Şekil 14. Etkinlik Faktörü değerleri.

Uygulama ve Seçenekler

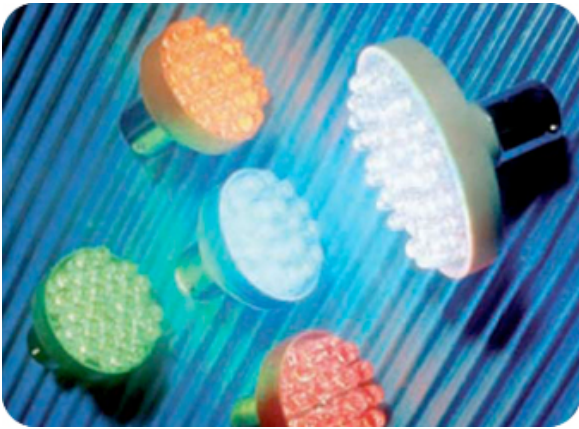
LED teknolojisindeki hızlı gelişmelerle birlikte Flux LED, süper Flux LED, Power LED gibi adlarda satılan onlarca lümen ışık akısı üretebilen LED'ler ile homojen bir aydınlatma mümkün olmaktadır. 5mm çaplı standart LED'ler de dekoratif amaçlı olarak kullanılmaktadır.



Şekil 15: Flux LED

Şekil 16: Power LED

Çok sayıda LED'in belirli bir düzende yerleştirilmesiyle elde edilen yüksek çıkış akısı sayesinde LED lambalar sokak aydınlatmasında içi ve dış aydınlatmada, farklı renk seçenekleri nedeniyle de dekoratif ve dikkati çeken aydınlatma alanlarında giderek artan bir yaygınlıkta kullanılmaktadır.



Şekil 17: LED lambalar



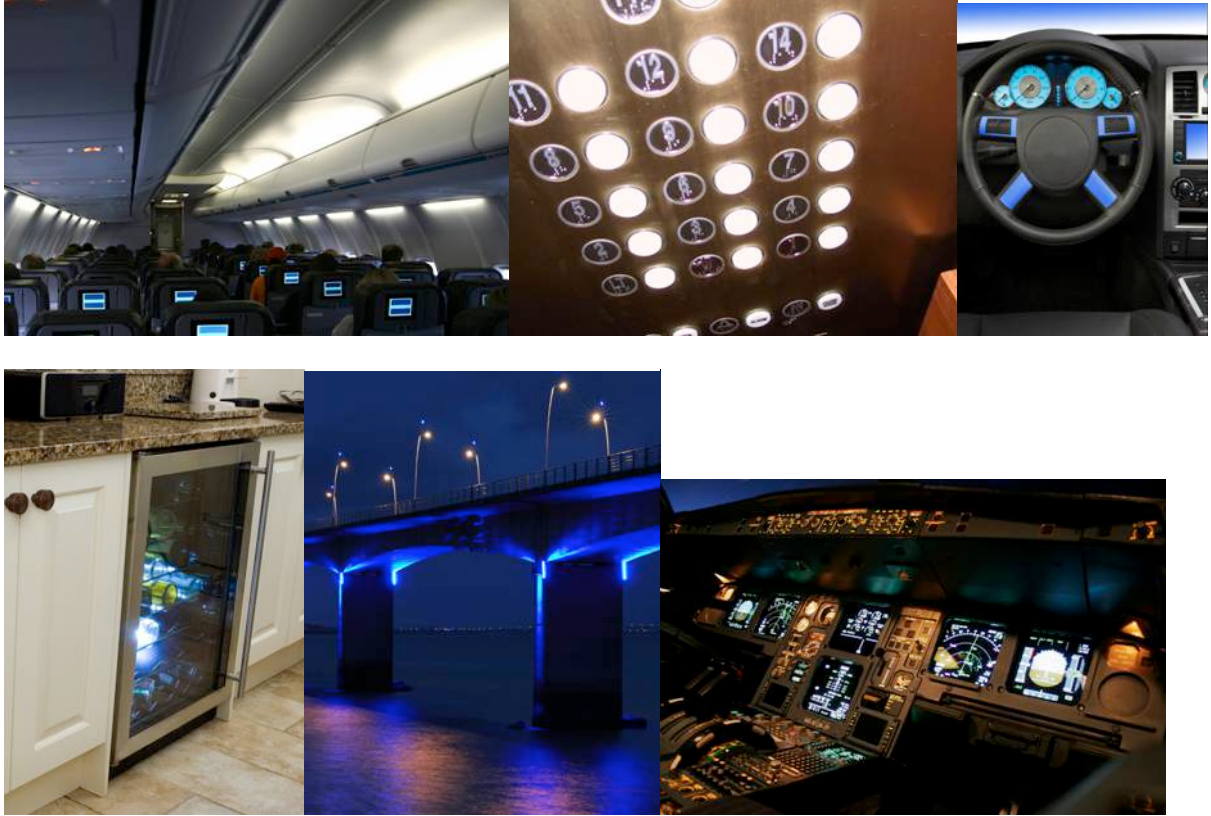
Şekil 18: Şerit LED'ler



Şekil 19: Sokak aydınlatmasında ve çizgisel armatürlerde kullanılan LED lambalar

LED sokak lambaları daha çok park alanlarında ve direklerde kullanılmaya uygundur. Bunun yanında LED'ler havaalanlarında helikopter pistlerinin aydınlatılmasında kullanılır. Havaalanlarında yer bulan uygulamalar orta yoğunluklu yürüyüş yollarının, ana hat ve taksi parkı alanlarının aydınlatılması ve kılavuz aydınlatılması ile bekleme salonlarının aydınlatılmasıdır.

LED'ler ısı çıkışının az olması nedeniyle su sıcaklığının aynı tutulması zorunluluğu olan büyük akvaryum aydınlatmalarında da başarıyla kullanılmaktadır. LED tabanlı akvaryum tesisatı bakım kolaylığı ve akvaryumdaki balık ve bitki örtüsü için gerekli renk spektrumunun sağlanması açısından da avantajlıdır. Bu tesisat elektronik olarak simule edilerek gündüz ve ay ışığı benzeri durumlar gerçekleştirilebilir. LED tesisatı benzer etkiler için kurulacak loşlaştırılabilir flüoresan ya da yüksek basınçlı deşarj lambalı tesisata göre 5 kez daha pahalı olacaktır.



Şekil. 20 Led aydınlatma uygulamaları

IR ısı çıkışındaki azalma LED'leri sahne aydınlatması için ideal hale getirir. RGB LED'lerde renk kolaylıkla değiştirilebilir. LED'ler düşük güçlere ihtiyaç duyduklarından flaş ışıkları gibi kullanımlar için çok uygundur. Dekoratif aydınlatma için de kullanışlıdırlar. İç ve dış dekor aydınlatma işlerinde, tiyatro ve oditoryum aydınlatmasında kargo hatları, gemiler ve otomobillerde kullanılırlar.

Mimarinin sürekliliği için aydınlatmanın verimli olması gerekir. Bir adet 13 W LED lamba 450-600 lm arası ışık yayar. Standart bir akkor telli lamba da bu değeri verir. Aynı akkor telli lamba 1000 saat ömre sahipken bir LED, akkor telli lambadan 50 kez daha uzun bir zaman 50.000 saat çalışabilir.

Konuya çevrenin korunumu açısından bakarsak;1 kW/h elektrik üretimi için atmosfere salınan CO₂ miktarı 610 gr dır. Gün içinde 40 W lık bir lambanın 10 saat çalıştığını varsayarsak yıllık CO₂ salınımı 89 kg olur. Aynı sürede çalışmaya karşılık düşecek

şekilde çalışan 13 W bir LED'in atmosfere salınımı 29 kg dır. Bir binada akkor teli lambanın LED'lerle değiştirilmesiyle aydınlatmadan kazanılan karbon salınımındaki azalma miktarı %68'dir. Bunun yanında klimaların ışık kaynaklarından kaynaklanan ısı yükünü atmak amacıyla yapacakları çalışmadan sağlanan tasarrufta vardır.

LED Aydınlatma Sistemlerinin Kontrolü



Şekil 21. Sürücü tipleri

LED'lerin kullanımı yaygınlaştıkça LED sisteminin bir bileşeni olan sürücüler de daha fazla önem kazanmaya başladı.

LED'ler optimal çalışma akımı veya sabit bir DC gerilim gerektiren düşük voltajlı ışık kaynaklarıdır. Aydınlatma için kullanılan LED'lerin her biri 2-4 V, DC gerilim ve birkaç yüz mA akım gerektirir, ancak seri bağlandıklarından yüksek gerilim ihtiyacı doğar.

Buna ek olarak çalışma sırasında ışık kaynağı hat gerilim dalgalanmalarına karşı korunmalıdır. Gerilimdeki değişimler akımda orantısız bir değişime yol açabilir ki, bu durum ışık çıkışını değiştirir. LED'in ışık çıkışı akım ile orantılıdır ve belirli

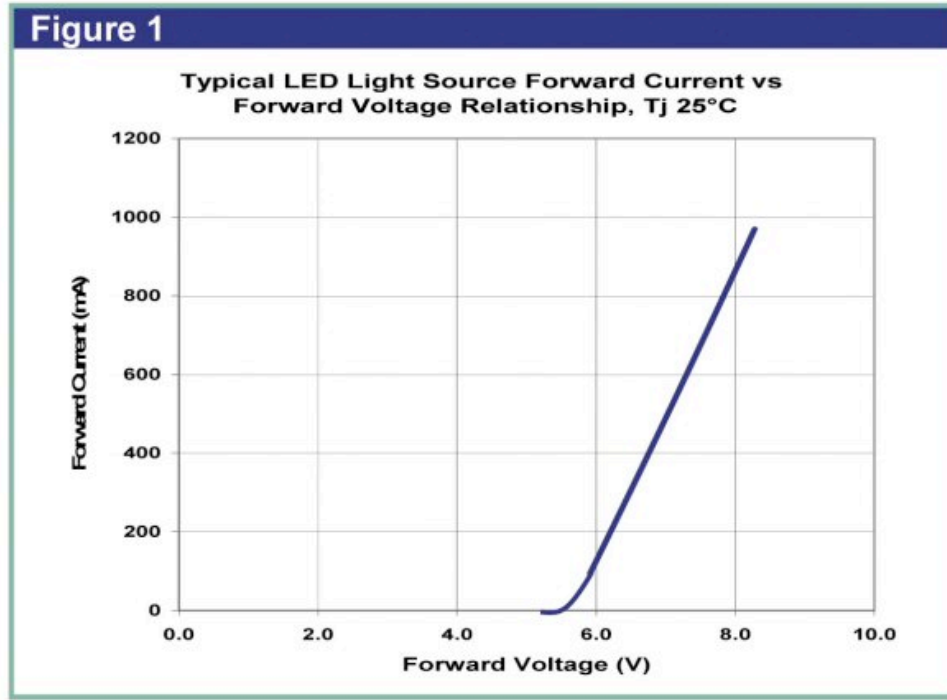
bir akım aralığı için tanımlanmıştır. Eğer akım üreticinin tavsiye ettiği aralığı aşarsa, LED'lerin parlıtısı artabilir ancak ışık çıkışları cihaz içindeki ısı yükselmeleri nedeniyle hızla düşebilir ve LED'lerin daha kısa ömürlü olmalarına neden olur.

LED'lerin ömrü ışık çıkışının %30 oranında azaldığı nokta olarak tanımlanır. LED sürücüsü flüoresan ve HID sistemlerindeki balast gibidir. LED'ler AC gerilimi DC gerilime çevirecek ve çalışma boyunca LED üzerinden akacak akımı regüle edecek bir cihaza gerek duyar. Sürücü 220 V 50 Hz AC gerilimi düşük voltajlı DC gerilime dönüştürürken, LED'leri de hat dalgalanmalarından korur.

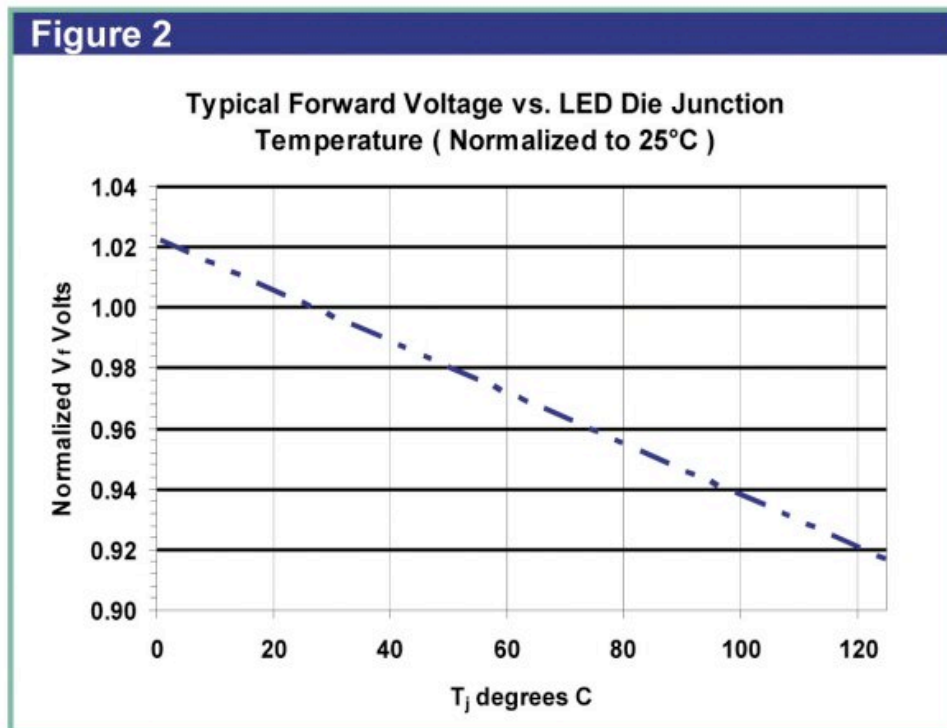
LED sürücüleri genellikle 10 V, 12V ve 24 V gibi sabit gerilim tiplerindedir. Bazı sürücüler özel olarak tasarlanır ve sadece belirli bir grup LED dizisini çalıştırır. Sürücüler genellikle kompaktırlar ve yüksek verimle çalışırlar. Güç kaynağının uzaktan kumanda edilmesi özelliğine sahiptir ve güvenli bir çalışma için Sınıf 2 yalıtımındadır.

Şekil 22. de belirli bir sıcaklıkta tipik bir LED akım gerilim değişimi verilmiştir. Gerilimdeki çok az bir değişiklik akımda orantısız büyük bir değişikliğe neden olur. Ek olarak istenen ışık çıkışını elde etmek uygulama gerilimi LED boyutuna, malzemesine ve sıcaklığa bağlı olarak değişir. LED sıcaklığı arttığında gerilim düşer ve akım artar (Şekil 23) Akımın artması jonksiyonda ek ısınmaya neden olur. Eğer akım sınırlanmazsa jonksiyon ısı nedeniyle bozulur. Bu olaya termal kaçak denir.

LED ışık kaynaklarının regüle edilmiş bir sabit akımlı güç kaynağı ile sürülmesi ile gerilim değişimleri ve bu değişimlerden kaynaklanan ışık çıkışı varyasyonu ve ömrün kısılması gibi sorunlar ortadan kaldırılabilir. Bu nedenle sabit akımlı sürücüler LED aydınlatma sistemlerinin güç kaynağı olarak tavsiye edilir.



Şekil 22. Tipik bir LED aydınlatma sisteminin akım-gerilim karakteristiği.



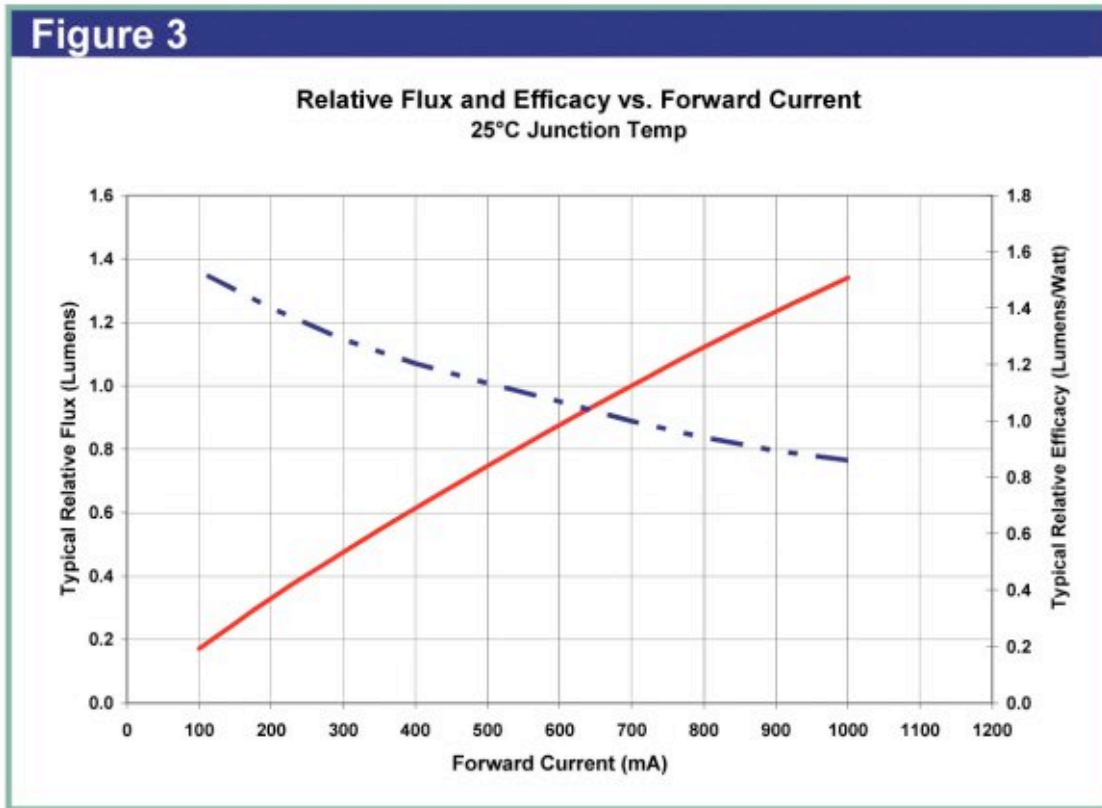
Şekil 23. Gerilimin sıcaklıkla değişimi.

Bazı uygulamalarda akım-sınırlayıcı devreler örneğin dirençler sabit-akımlı devrelere göre daha ucuz alternatifler olarak

sunulabilir. Ancak bunun bir çok sakıncası vardır. Öncelikle dirençler ısı dolayısıyla kaçak enerji üretir. Dirençler tarafından üretilen ısının dağıtılması gerekir. Buna ek olarak yalnız dirençlerle yapılan korumalarda besleme gerilimindeki ışık çıkışını dengeleyecek ve LED'lerin yüksek gerilimden zarar görmesine engel olacak bir koruma yoktur. Bu nedenle kalıcı uygulamalarda tavsiye edilmez.

Işık Çıkışı

LED ışık kaynaklarının ışık çıkışı sürücü akımının artması ile artar. Fakat verim bundan etkilenir. Şekil 24 bu ilişkiyi göstermektedir. Normal olarak LED lambaların veri yapraklarında belirtilen bir akım değeri vardır. Bu akım değeri diğer teknik bilgiler için bir referans noktasıdır. Önerilenden daha yüksek sürücü akımı aşırı akıma ve düşük lümene neden olur.

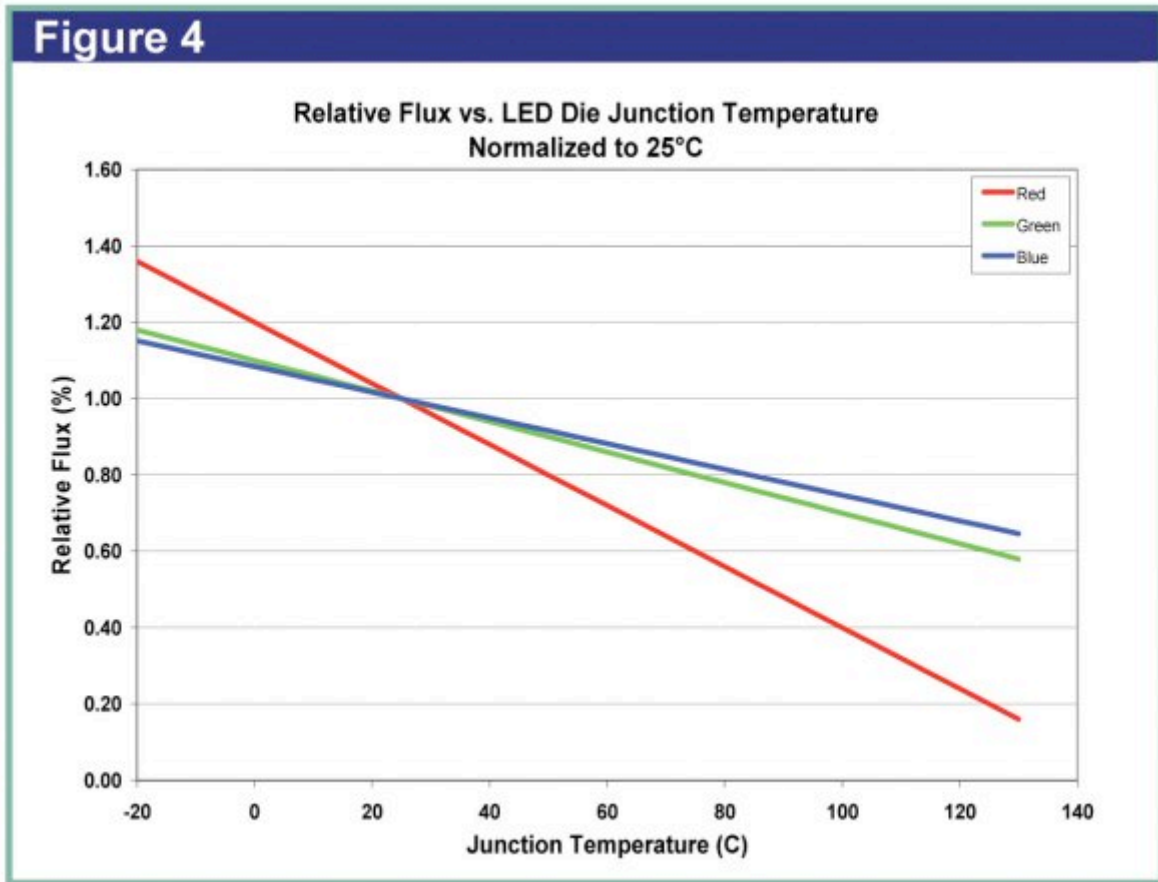


Şekil 24 Akım gerilim verim ilişkisi

Sıcaklık artışı etkisi

Bir LED'in performans karakteristikleri 25 °C çalışma sıcaklığında verilir. Ancak LED'ler genellikle 25 °C nin üzerinde çalıştığından bu değer yalnızca bir referans değer olarak alınır. LED kaynağın ışık çıkışı LED jonksiyonunun sıcaklığının artmasına bağlı olarak azalır. Ortam sıcaklığı da LED'lerin ışık çıkışı üzerinde etkilidir.

AlGaInP malzemeden oluşan Kırmızı ve Amber sistemler sıcağa karşı InGaN malzemeli Mavi ve Yeşil LED'lerden daha hassastır. Bu nedenle özellikle ışık çıkışı veya verimlilik seviyesinin tasarlanmasında sistemin sıcaklığının göz önünde bulundurulması gerekir. Şekil25 LED jonksiyon sıcaklığına bağlı olarak ışık çıkışını göstermektedir.



Şekil 25. Jonksiyon sıcaklığına bağlı olarak ışık çıkışı

Sıcaklık değişimi beyaz LED ışık kaynaklarında hafif renk değişimlerine neden olabilir.

Loşlaştırma ve Renk Değiştirme Özelliği

Sürücüler ışığı loşlaştırma rengini değiştirme ve sırayla yakma gibi özelliklere sahiptir. LED'ler kontrol devrelerine kolaylıkla eklenebilir. Pek çok sürücü 0-10 V arası kontrol devreleri, doluluk sensörleri, mimari ve dramatik aydınlatma kontrolleri, yapı ve aydınlatma otomasyonu gibi sistemlerle donatılmışlardır.

LED'ler DMX ve DALI (Dijital Adreslenebilir Aydınlatma Arayüzü) Protokolleri ve gelecekte RF gibi kablosuz kontrol seçeneği gibi cihazlarla yönetilebilir Sürücüler %100'de %0'a tüm aralıkta loşlaştırma, dijital kontrol sistemleri, darbe genişlik modülasyonu (PWM) ya da daha sofistike yöntemleri sunmaktadır. Darbe genişlik modülasyonu ile frekans aralığı saniyede yüzlerce modülasyondan saniyede yüz binlerce modülasyona dönüştürülerek titreme olmaksızın sürekli bir ışık elde edilir.

PWM yönteminin bir yararı minimum renk kayması ile loşlaştırma yapmasıdır. Beyaz renk elde etmek için bir dizi üzerine yerleştirilen LED'lerden özellikle sarı ve kırmızı renklerdeki değişim beyaz ışığın efektini kötü yönde etkiler. Loşlaştırmada bir verim kaybı olmaz. Loşlaştırma boyunca LED'ler tam çalışma halindeki akım ve gerilimde çalışır. Ek olarak loşlaştırma floresan lambalarda olduğu gibi lamba ömrünü kısaltmaz. Aksine loşlaştırma ışık kaynağının içindeki sıcaklığı düşürdüğünden LED'lerin ömrü uzayabilir.

Sürücüler renk değiştirmek ve ya sekans sağlamak için de kullanılır..Bu bir dizi renkli LED düzeneğindeki bazı renklerin loşlaştırılmasıyla olur. Bir diğer yöntemde sürücü bir renk sekanslayıcı ile birlikte çalışır, 10 V veya 24 V çıkışlı LED çıkışı alır, üç kaynaklı çıkışa genellikle kırmızı mavi ve yeşil ki çok geniş bir renk aralığında karıştırılabilir.

Bir düzenleyici kullanıldığı zaman renk değişimi önceden belirlenen bir hız ve düzende olur. nc bir seçenek binlerce LED'in her birinin ayrı ayrı dinamik bir şekilde kontrol edilerek sonsuz gibi görünen bir renk spektrumu elde etmenin mümkün olduğu dijital DMX kontrolör ve kontrol arabirimlerinin kullanılmasıdır.

TEKNİK İPUÇLARI

LED Aydınlatma Sistemlerinde karşılaşılan en büyük sorunlardan biri sürücünün aşırı yüklenmesidir. Sürücünün tasarlandığı değerlerden çok daha fazla sayıda LED grubunun seri bağlanması halinde, zincirin son gruplarında önemli ölçüde gerilim düşmesi olmasídır.

Bir diğer önemli sorun da yanlış sürücü gerilimi nedeniyle olan problemdir. Yanlış sürücü gerilimi uygulandığında LED ya hiç çalışmaz ya da tasarlandığından daha yüksek akım düzeylerinde çalışır. Uygulamacının sürücü gerilimi ile yk gerilimini karşılaştırması gerekir. Örneğin 10 V yük değerindeki bir LED devrenin 12 V sürücü ile beslenmesi halinde LED mr fark edilir oranda azalacaktır.

LED sürücülerin özelliklerinden biri DC ıkış geriliminin kalitesidir. Sürücüler aşırı gerilme olmadan LED'lerin en yüksek ışık çıkışını sağlayacak sabit bir DC akımını muhafaza edecek şekilde çalışabilmelidir. Ek olarak bağlantıdaki güç kayıpları ve gerilim düşmeleri de önemlidir.

Son olarak da ortam sıcaklığına dikkat edilmelidir. Sürücülerin çoğu zaten kapalı ve kuru bir yerde bulunurken açık havada yer alan sürücülerin koruyucu bir kutu içinde olması gerekir. Yanlış olarak LED'lerin az ya da hiç ısı retmediğine inanılır. Isı yükünün dışarı atılmasına izin veren montaj elemanları ve havalandırma şartlarına dikkat edilmelidir.

Sonuç

Avantajları

Uzun ömür: LED'lerin ömrü göreceli olarak daha uzundur. Faydalı ömür saati 35.000 ila 50.000 saat arasındadır. Bir akkor telli lambanın ortalama ömrü 1000 - 2000 saat, bir flüoresan lambanın ömrü ise çalışma şartlarına bağlı olarak 10.000 ila 15.000 saat arasındadır. Bu uzun ömür bakım maliyetini düşürür ve yine yüksek verimlilikle birlikte düşünüldüğünde enerji tasarrufu önemli boyutlara ulaşır. Endüstride vardiyalı çalışma siteminde bakım ve işletme maliyetindeki azalma ve verimlilik üretim giderlerinde önemli bir düşüş demektir.

Verimlilik: LED'ler akkor telli lambalar göre watt başına daha fazla ışık çıkışı sağlar. Bu verimlilik floresan lambalarda olduğu gibi lamba balonunun şekline ve boyutuna bağlı değildir.

Tablo3. Lambaların ömür ve verimlilik karşılaştırması

Light Type	Data Sheet lm/W	Usable* lm/W	Lifetime (hrs)
Incandescent	17	10-17	3k
Halogen	20	12-20	10k
T12 fluorescent	60	45-50	20k
Metal halide	70	<40	5k-15k
T8 fluorescent	74	55-60	20k
Power LED	120	55-75	> 60k
High-pressure sodium	91	<50	20-24k
T5 fluorescent	107	96	20k
Low-pressure sodium	120	65-70	18k

Renk: LED'ler geleneksel sistemlerde olduğu gibi ışık rengini değiştirmek için renk filtresine gerek duymazlar. Bu da kurulum maliyetini biraz aşağı çeker. Kent aydınlatmasında hava

durumuna veya mevsime göre renklendirilebilen esnek, ambiyanslar oluşturmaya yatkın aydınlatmayı mümkün kılar

Boyut: LED'ler çok küçük olabilirler (2 mm² den küçük) ve kolaylıkla bir devre üzerine monte edilebilirler. Bu özellikleriyle LED'ler kompakt armatür tasarımına olanak sağlamaktadır.

Açma/Kapama zamanı: LED'ler çok çabuk ışık verir. Bir LED gösterge lambası tam parlaklığa bir mikrosaniyenin altında ulaşır. LED ömrü ve bakımı açma/kapama hızından etkilenmemektedir. LED'lerin hızlı açma/kapama özelliği yanıp sönen görüntülerde meşgul sensörü ve günüşığı sensörü kullanımı için de uygundur.

Döngü: LED'ler sıklıkla açma kapama döngüsü olan uygulamalar için idealdir. Örneğin flüoresan lambalar bu döngüye uyabilmede hız açısından başarısız iken, HID lambalar tekrar çalışabilmek için uzun bir zamana gerek duyar.

Loşlaştırma: LED'ler bir darbe-genlik modülatörü ya da akımın düşürülmesi ile kolaylıkla loşlaştırılabilir. Akkor telli lambalar kolaylıkla loşlaştırılabilirken, flüoresan lambalar genelde tam ışık çıkışının %30 una kadar düşürülerek loşlaştırılabilir.

Soğuk ışık: Birçok ışık kaynağının aksine LED'ler hassas obje ve ürünlere zarar veren ısı üretmezler. Ayrıca LED'lerin performansı düşük sıcaklıklarda artmaktadır. Bu durum LED'lerin marketlerde buzdolabı derin dondurucu vb soğuk tutulması gereken yerlerin aydınlatılmasında olanak sağlar. Yiyecek stantlarında LED armatürlerin kullanılması iç ısının artmasına ve yiyeceklerin kurummasına engel olur.

Şok dayanımı: LED'ler akkor ve flüoresan lamba balonlarının aksine dış etkilerle oluşacak şoklara dayanıklı katı hal cihazlarıdır. Cıva içermediğinden özellikle yiyecek reyonlarında flüoresan lambalı aydınlatmada olduğu gibi lamba camının kırılmasıyla ortaya çıkabilecek gıdaların kirlenmesi tehlikesi yoktur. Cıva içermemesi nedeniyle "Çevreyle Dost" tur.

Fokuslama: LED'in kılıfı ışığı yönlendirecek şekilde tasarlanabilir. Akkor telli ve flüoresan lambalar ışığı toplayıp istenen tarzda yönlendirecek dış yansıtıcılara ihtiyaç duyar. LED'ler ise yassı bir yüzeye monte edilerek küresel olarak değil de yarı küresel olarak da ışık yayarlar. Böylece kayıp olan ışık miktarı azalır.

Dezavantajları

- Aynı renksel geriverim değerine sahip T5 flüoresan lambalar daha verimlidir.
- **Yüksek kurulum maliyeti:** LED'lerin lümen başına fiyatları geleneksel kaynaklardan daha pahalıdır. Ek olarak sürücü devresi, güç kaynakları gibi destek sistemleri yine geleneksel sistemlerde kullanılanlardan daha pahalı olduğundan ilk maliyet olarak daha yüksektir.
- **Sıcaklığa bağımlılık:** LED performansı işletme yerindeki ortam sıcaklığına büyük oranda bağımlıdır. Ortam sıcaklığının yüksek olması LED grubunun ısısının artmasına dolayısıyla LED'in arızalanmasına yol açmaktadır.
- **Gerilim hassasiyeti:** LED'ler eşik değeri denilen bir gerilim ve akım değerinde beslenmelidir. Bu değer seri dirençler ve akım regülatörlü güç kaynakları ile sağlanabilir.
- **Işık kalitesi:** Soğuk beyaz LED'lerin çoğu güneş ya da akkor telli lambada olduğundan oldukça farklı bir siyah cisim radyasyonundadır. 460 nm ve 500 nm dalga boylarında nesnelere güneş altında ya da akkor telli lamba ışığı altında görüldüğünden farklı görünürler. Kırmızı renkli yüzeyler fosfor esaslı soğuk-beyaz LED lamba ışığı altında kötü bir renksel geriverim gösterirler.
- **Elektriksel polarity:** Akkor telli lambalardan farklı olarak LED'ler yalnızca doğru elektriksel polarity de çalışırlar.

Nerelerde kullanılabilir

- Bakım işlerinin zor ve maliyetli olduğu yerlerde
- Daha iyi bir vizyon gerektiren yerlerde
- Anında aydınlatma ihtiyacı olan yerlerde
- LEED şartlarının önemli olduğu yerlerde
- Deniz yapıları ve rafinerilerde.

LED kaynakların yol aydınlatması ve 12 m den daha yüksek direklerin kullanıldığı aydınlatma tesislerinde kullanılması henüz uygun optik özelliklere sahip olmamaları nedeniyle tavsiye edilmemektedir.

Kaynaklar

1. Wikipedia The Free Encyclopedia
2. Bilim ve Teknik Ocak 2007 (85)
3. V. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu Bildiriler Kitabı
LED'li Işık Kaynaklarının Karakteristiklerini Belirlemeye
Yönelik Ölçmeler
Mükail Bulut, Ömer Gül
4. Bilgiustam.com
5. CooperCrouse-Hinds-LED Family Presentation
6. Cree-Presentation Part1
7. Daniel Kase Presentation
8. Lumex Designed With LEDs
9. ledsmagazine.com

