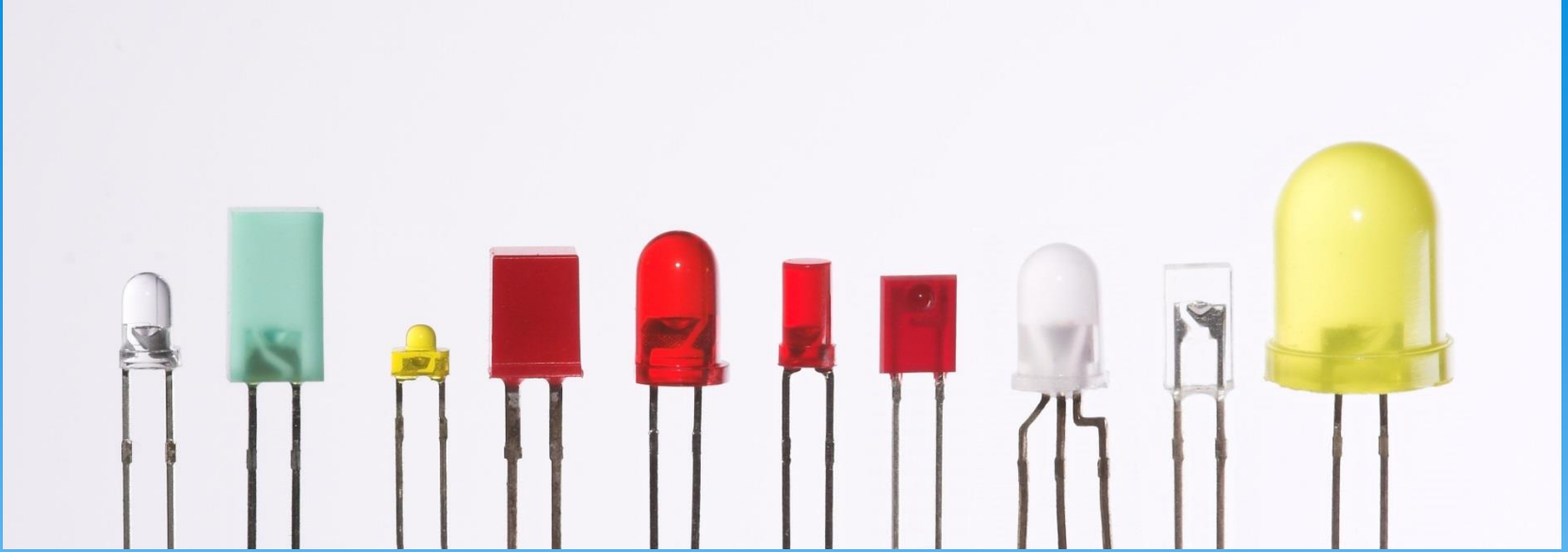


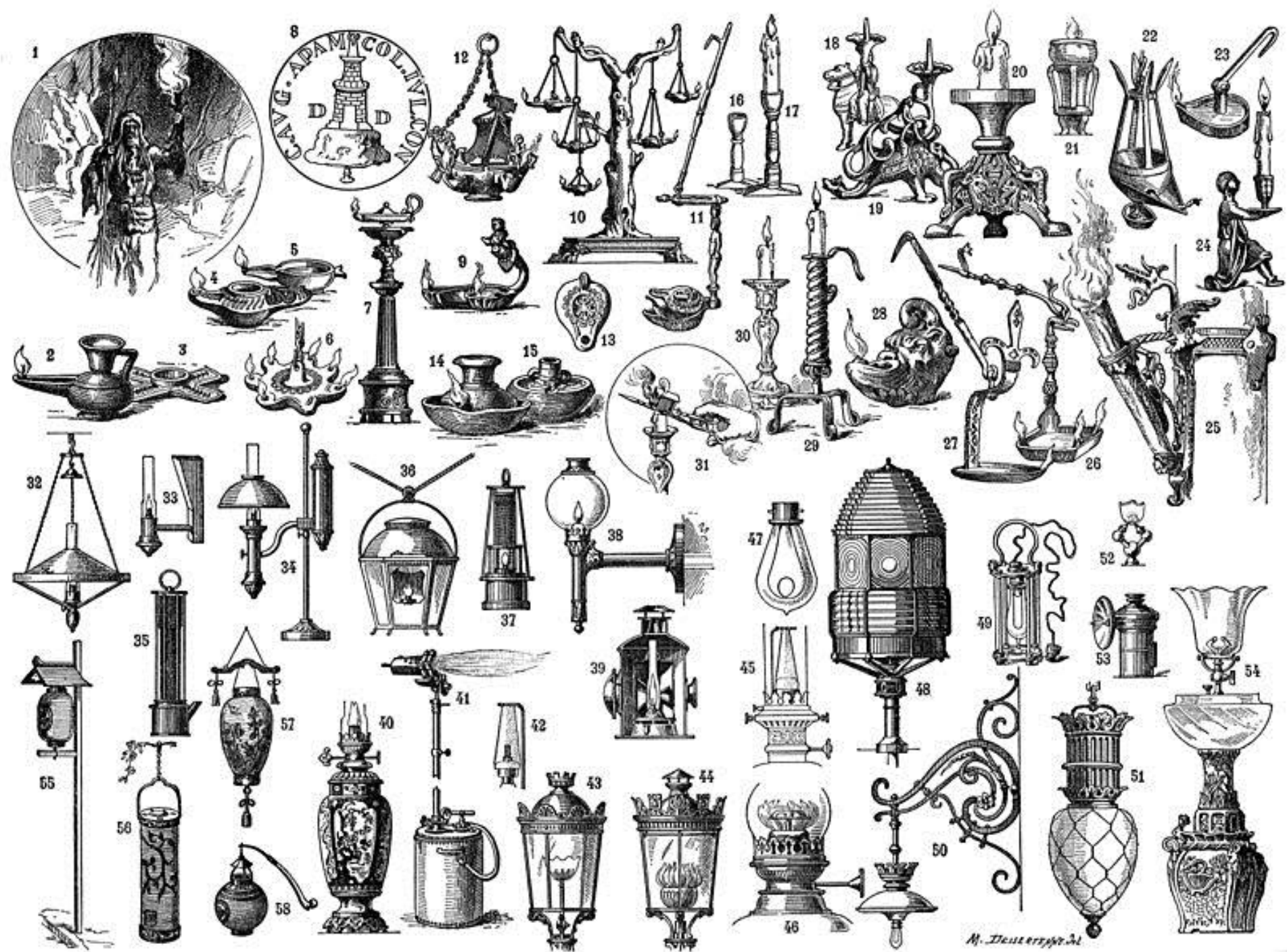


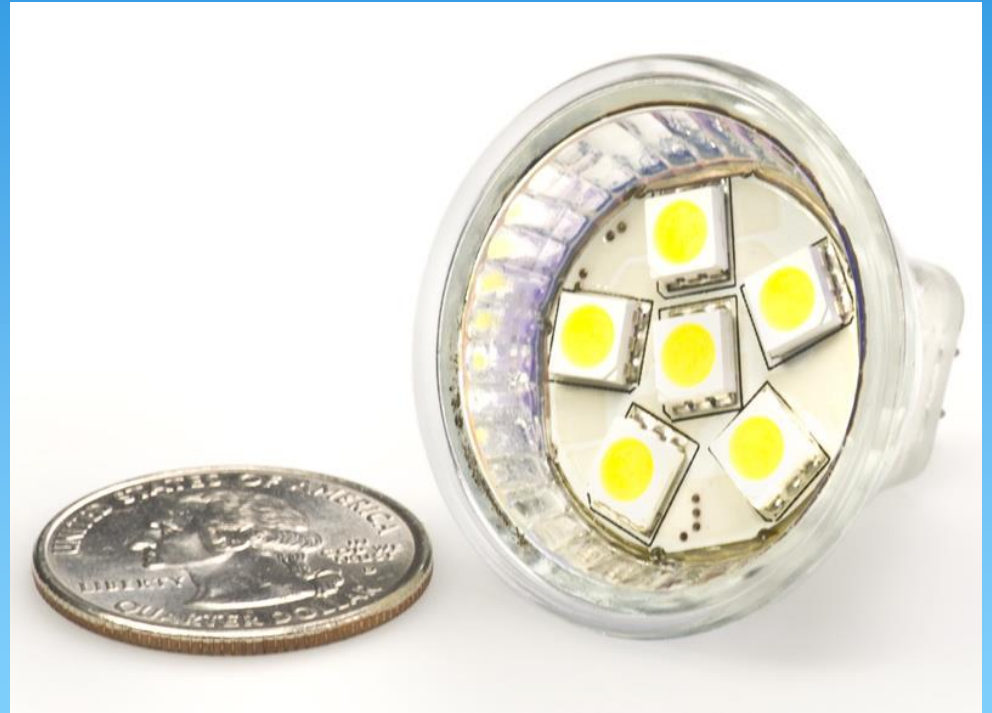
LEDler & LEDli Işıık Kaynakları

Aydınlatma ve İç Tesisat Laboratuvarı

Demo I

16.12.2013





1960

1970

1980

1990

2000

Bugün

1960 lar

- Nick Holonyak Jr. General Elektrik'te ilk ışık yayan diyot – light emitting diode – LED'i üretti. Bu ilk LEDler kırmızı renkte ışık yayıyordu ve pek çok uygulamada bildirim ışığı olarak kullanıldı. Holonyak Jr. ile çalışan George Crawford 1972'de ilk kehribar renkli LEDi üretti. Crawford 1999 senesinde Philips Lumileds'in CTOsu (Chief Technical Officer) oldu.

1960

1970

1980

1990

2000

Bugün

1970 ler

- Görünür spektrumda çalışmalar sürdürülerek yeşil, sarı ve turuncu renkte LEDler üretildi. LEDlerin pazarda geniş yer alımı ile uygulama çeşitleri artmaya başladı. LED ekranlar ve uyarı ışıkları hesap makinaları, dijital saatler ve deney ekipmanlarında yaygın olarak kullanılmaya başlandı.

1960

1970

1980

1990

2000

Bugün

1980 lerin başı

- LED ışık akısında gelişmeler devam etti. Yeni teknolojiler kullanılarak üstün özellikli LEDler üretildi. Bu yeni LEDler daha yüksek etkinlik faktörleriyle eski LEDlere göre 10 kattan fazla ışık üretebiliyorlardı. LEDler artık mesaj ve dış reklam panolarında kullanılmaya başlandı.

1960

1970

1980

1990

2000

Bugün



1980lerin sonu – 1990ların başı

- LED performansındaki artışla birlikte yeni LED paketleri tasarlanarak yüksek parlıtlı – high brightness (HB) LEDler üretilmeye başlandı. HB LEDler trafik kontrol lambalarında yaygın kullanım buldu.

1960

1970

1980

1990

2000

Bugün



1990lar

- Nichia çalışanı Dr. Shuji Nakamura ilk HB mavi LED'i üretti. Bu LED daha sonra mavi ışığı beyaza çevirmek için fosforla kaplanarak ilk beyaz ışık veren LED'in üretilmesinin temelini attı.

1960

1970

1980

1990

2000

Bugün

2000ler

- LEDlerin performansı tahmin edilenden çok daha yüksek seviyelere ulaştı. Özellikle cephe aydınlatmasında LEDli aydınlatma sistemleri çok geniş yer bulmaya başladı. Beyaz LEDlerin etkinlik faktörleri laboratuvar ortamında 100 lm/W değerlerine ulaşarak, genel aydınlatma için LEDleri tercih edilebilir bir ışık kaynağı haline getirdi.

1960

1970

1980

1990

2000

Bugün

Bugün

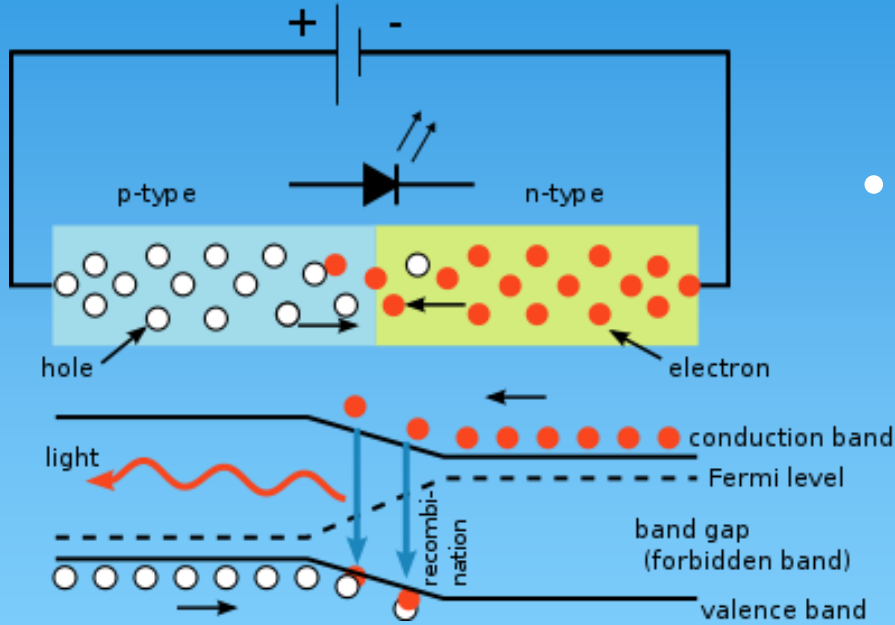
- LED çip performansı laboratuvar ortamında 200 lm/W'ın üzerine çıkarken, teknolojideki gelişmelerle LEDli ışık kaynakları aydınlatma alanlarının hemen hemen tümü için kullanılabilir bir kaynak halini almış durumda. Bu yaygın kullanım, teknolojinin sürekli geliştirilmesini ve mevcut kaynaklardaki sorunların yavaş yavaş ortadan kaldırılmasını sağlıyor.

LEDli Işıık Kaynakları

- LEDli ışıık kaynakları
 - Yüksek etkinlik faktörleri
 - Uzun ömür süreleri
 - Doğaya zarar vermemeleri
 - Rahatlıkla kontrol edilebilir olmaları

Gibi sebeplerle hem geleneksel hem de yeni aydınlatma uygulamaları için uygunluk göstermektedirler.

LEDli Işık Kaynakları



- LEDlerle ışık üretimi diyot teknolojisine dayanır.
- İletim yönünde kutuplanan ışık yayan diyotta, iletim bandındaki elektronlar, valans bandındaki deliklerle bir araya gelirken açığa çıkan enerji ışık enerjisidir.

LEDli Işık Kaynakları



LED ışık kaynağının ürettiği ışığın rengi, kullanılan yarı iletkenin özelliklerine ve LED üretim prosesine bağlıdır.

[Gallium arsenide](#) (GaAs)
[Aluminium gallium arsenide](#) (AlGaAs)

[Aluminium gallium arsenide](#) (AlGaAs)
[Gallium arsenide phosphide](#) (GaAsP)
[Aluminium gallium indium phosphide](#) (AlGaInP)
[Gallium\(III\) phosphide](#) (GaP)

[Gallium arsenide phosphide](#) (GaAsP)
[Aluminium gallium indium phosphide](#) (AlGaInP)
[Gallium\(III\) phosphide](#) (GaP)

[Gallium arsenide phosphide](#) (GaAsP)
[Aluminium gallium indium phosphide](#) (AlGaInP)
[Gallium\(III\) phosphide](#) (GaP)

Traditional green:

[Gallium\(III\) phosphide](#) (GaP)
[Aluminium gallium indium phosphide](#) (AlGaInP)
[Aluminium gallium phosphide](#) (AlGaP)

Pure green:

[Indium gallium nitride](#) (InGaN) / [Gallium\(III\) nitride](#) (GaN)

[Zinc selenide](#) (ZnSe)
[Indium gallium nitride](#) (InGaN)
[Silicon carbide](#) (SiC) as substrate
[Silicon](#) (Si) as substrate—under development

[Indium gallium nitride](#) (InGaN)

Dual blue/red LEDs,
blue with red phosphor,
or white with purple plastic

[Diamond](#) (235 nm)^[65]
[Boron nitride](#) (215 nm)^{[66][67]}
[Aluminium nitride](#) (AlN) (210 nm)^[68]
[Aluminium gallium nitride](#) (AlGaInN)
[Aluminium gallium indium nitride](#) (AlGaInN)—down to 210 nm^[69]

Blue with one or two phosphor layers:
yellow with red, orange or pink phosphor added afterwards,
or white phosphors with pink pigment or dye over top.^[71]

Blue/UV diode with yellow phosphor

LEDli Işıık Kaynakları

Avantajlar

- Yüksek ışık çıktısı
- Yüksek etkinlik faktörü
- Düşük akım-gerilim ihtiyacı
- Düşük yayılan ısı
- Yüksek güvenilirlik – şok ve titreşime karşı dayanıklılık
- Uzun kaynak ömrü
- Kontrol ve programlama kolaylığı

Performans



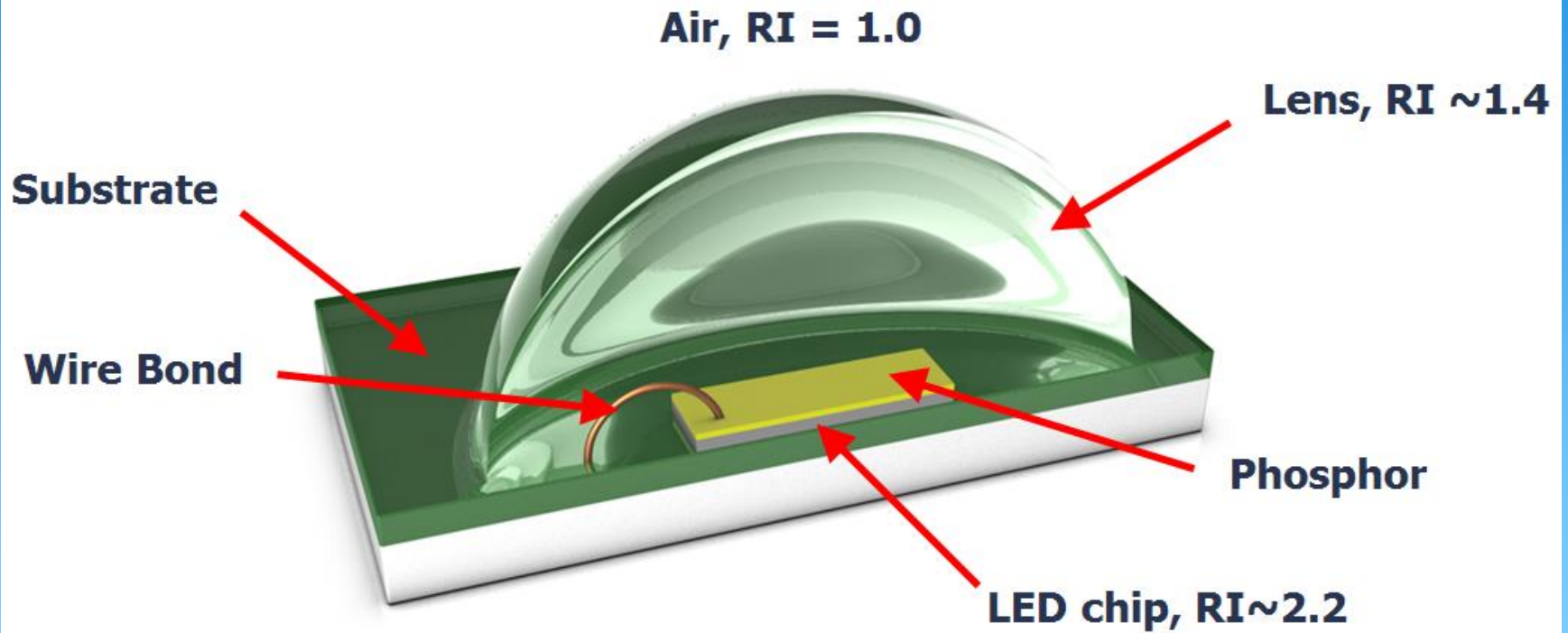
LEDli ışık kaynaklarının performansı, kaynağı oluşturan 3 grup elemanın performansına bağlıdır:

1. Optik elemanlar
2. Elektriksel elemanlar
3. Mekanik ve ısıt elemanlar

Performans

- LEDli ışık kaynakları için performans göstergeleri,
 - Işık akısı ve etkinlik faktörü
 - Renk sıcaklığı ve renk sürekliliği
 - Ömür süresi – LED çip / LED lamba
 - Işık dağılımı
 - Yönlendirilmiş ışık – Candela
 - Her yöne ışık - Lümen

LED Çipi



Kaynak Türü

Akım

Işık Akısı

Uygulamalar

T1-tip (3 – 7 mm)

Yüzeye monte

P4

Yüksek güç

Çoklu küçük çip

Çoklu yüksek güç çipi

5 – 20 mA

5 – 20 mA

20 – 100 mA

200-1500 mA

200-700 mA

200-1000 mA

<1 – 4 lm

1 – 10 lm

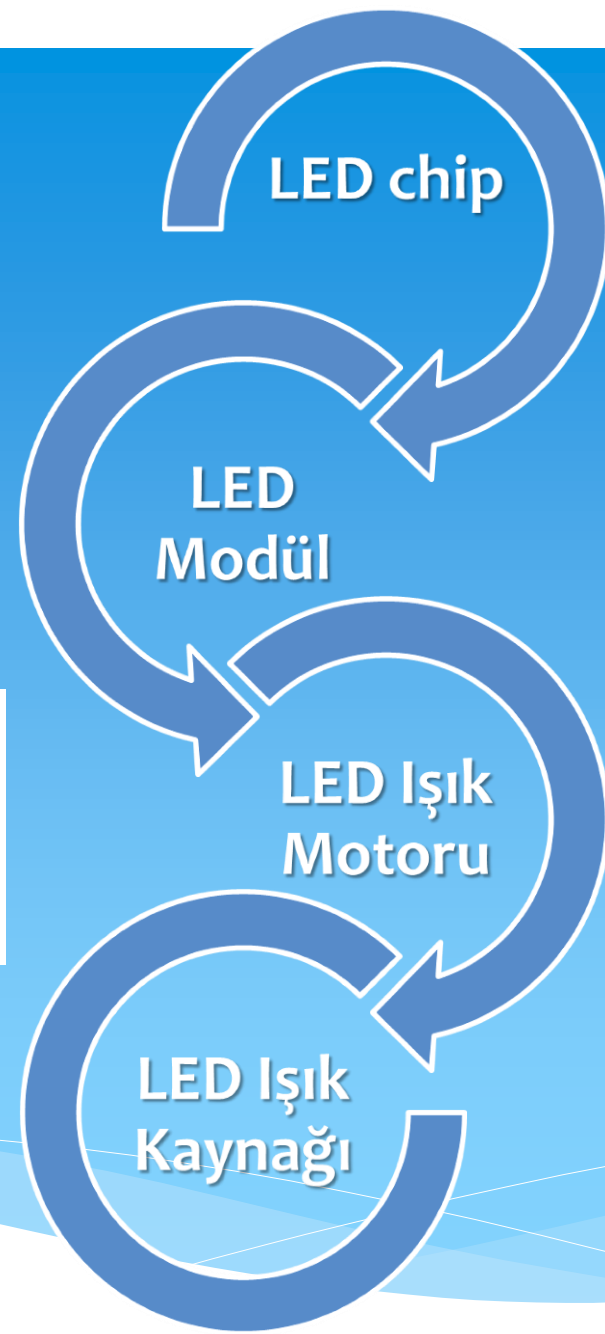
1 – 20 lm

50-400 lm

150-500 lm

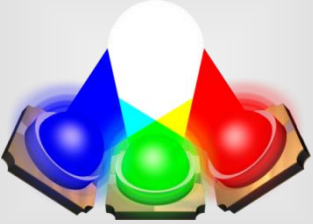
300-3000 lm

- Uyarı ışığı
- Trafik ışığı
- Elektronik tabelalar
- Otomotiv
- LCD arka aydınlatma
- Elektronik tabelalar
- Otomotiv
- Reklam harfleri
- Genel aydınlatma
- Taşınabilir
- Mimari
- Genel aydınlatma

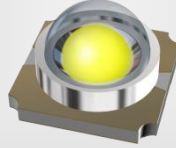


LEDlerle Beyaz Işık Üretimi

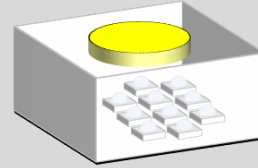
RGB



**Mavi LED +
Fosfor**



**Mavi LED +
"Uzaktan" Fosfor**



"BSY" + Red



Avantajlar:

- Ayarlanabilir renk sıcaklığı, renkler
- Her renkte ışık mümkün

Dezavantajlar:

- Kontrolü zor
- Renksel geriverim endeksi düşük
- Etkinlik faktörü düşük

Avantajlar:

- Tek LED
- Kontrol etmesi kolay
- Optik elemanlar kolay
- Renksel geriverimi yüksek (~82)

Dezavantajlar:

- Etkinlik faktörü ortalama seviyede

Avantajlar:

- Mavi LED ve Fosfora göre +5-10% daha yüksek etkinlik faktörü
- Yüksek renksel geriverim
- Kontrol kolaylığı
- Dezavantajlar:

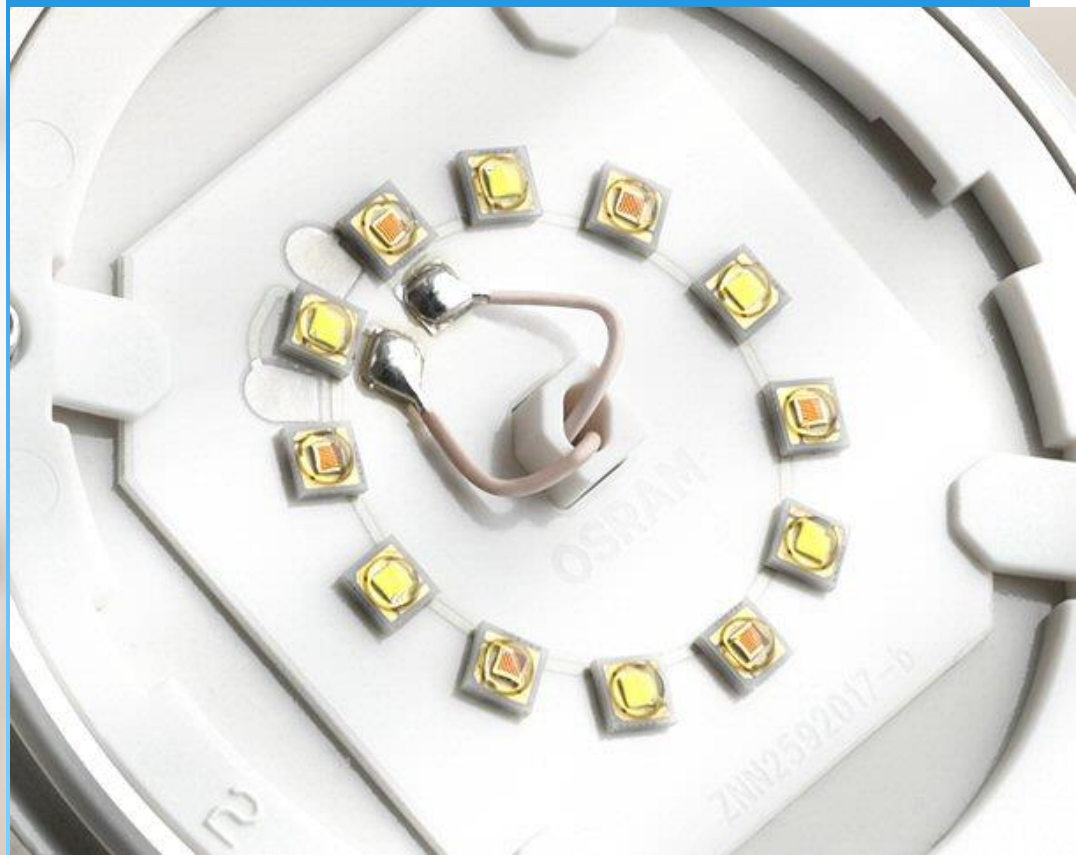
- Pahalı
- Katı form faktörleri

Avantajlar:

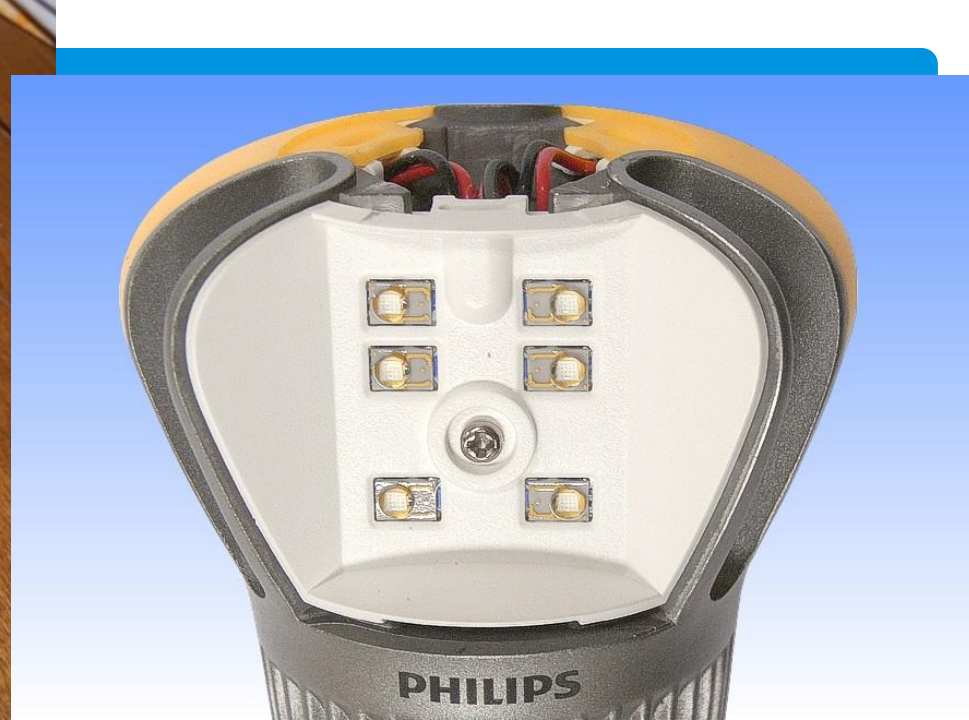
- En yüksek etkinlik faktörü
- En yüksek renksel geriverim

Dezavantajlar:

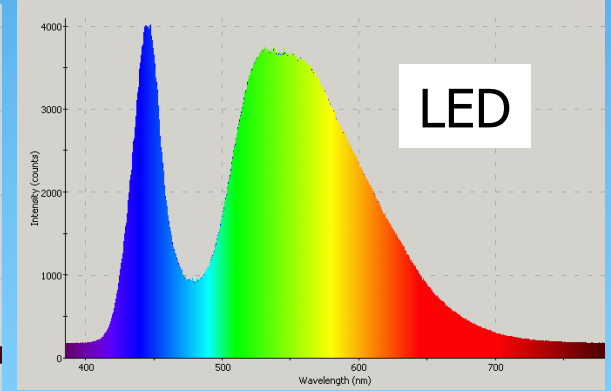
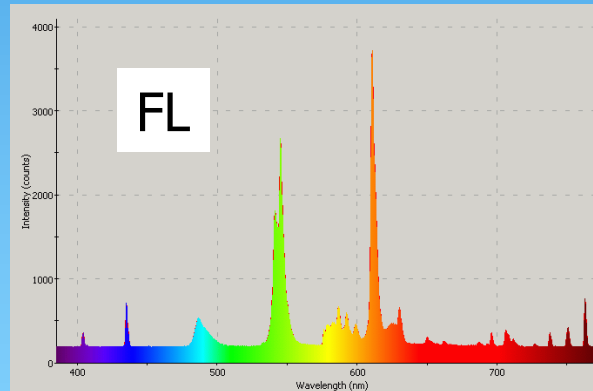
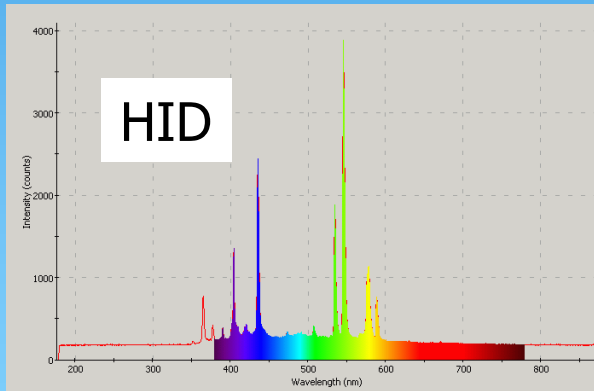
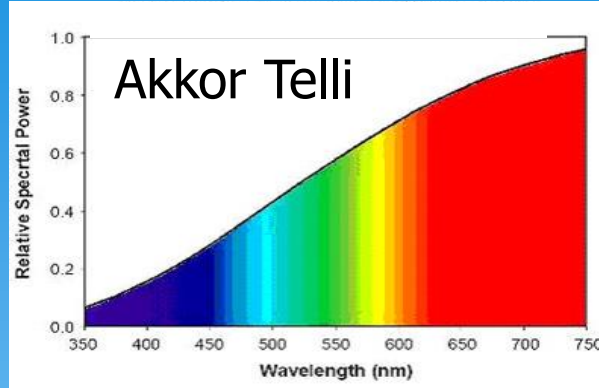
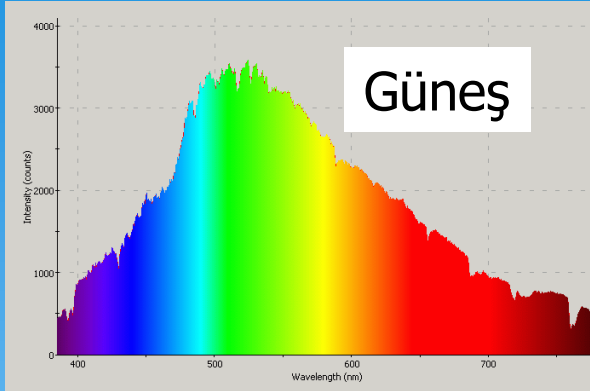
- Kontrolü zor

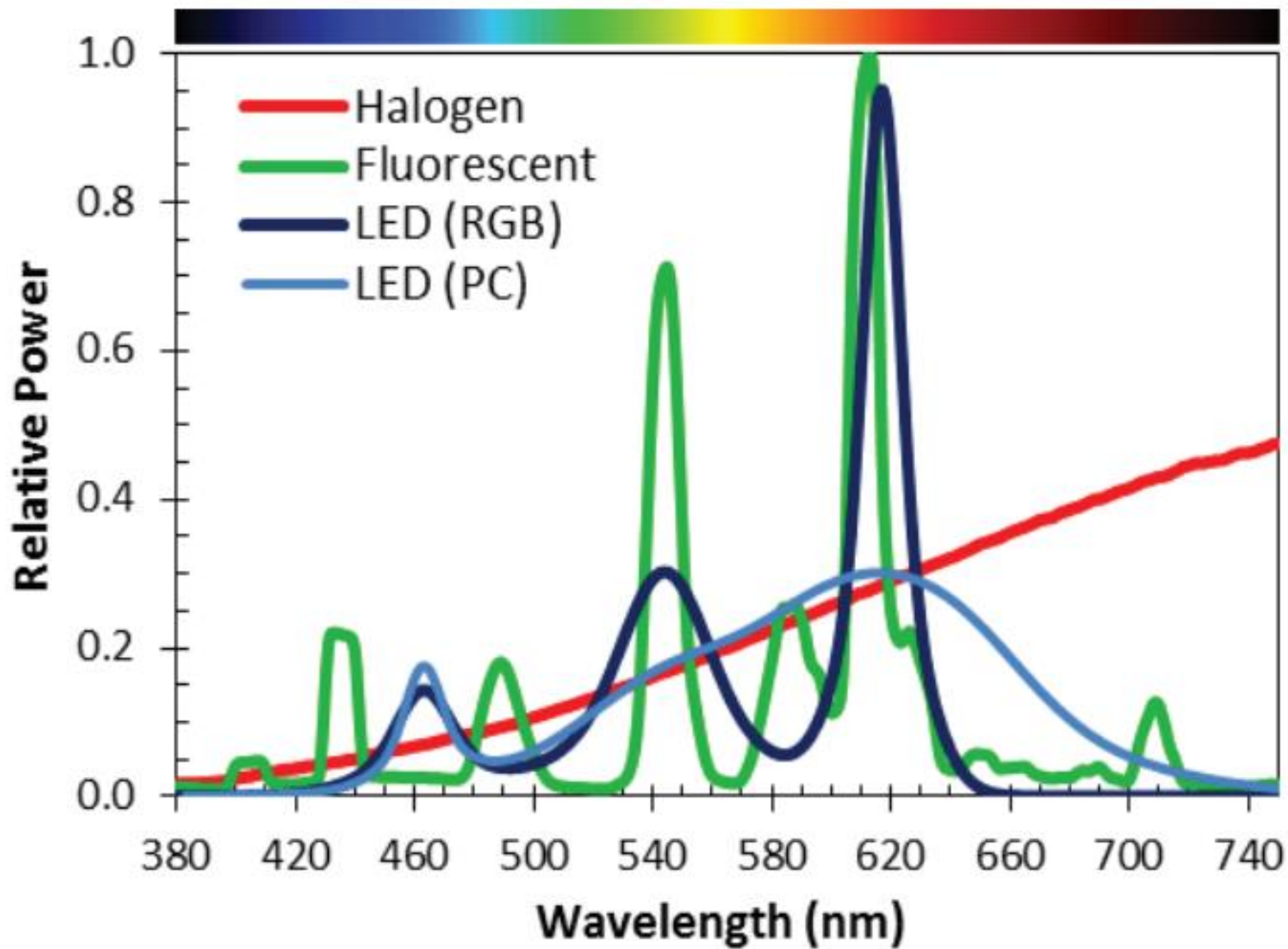






Çeşitli Işık Kaynakları için Spektral Dağılım





Renksel Geriverim / Renk Sıcaklığı



CRI = 62



CRI = 93



CRI = 80



CRI = 92

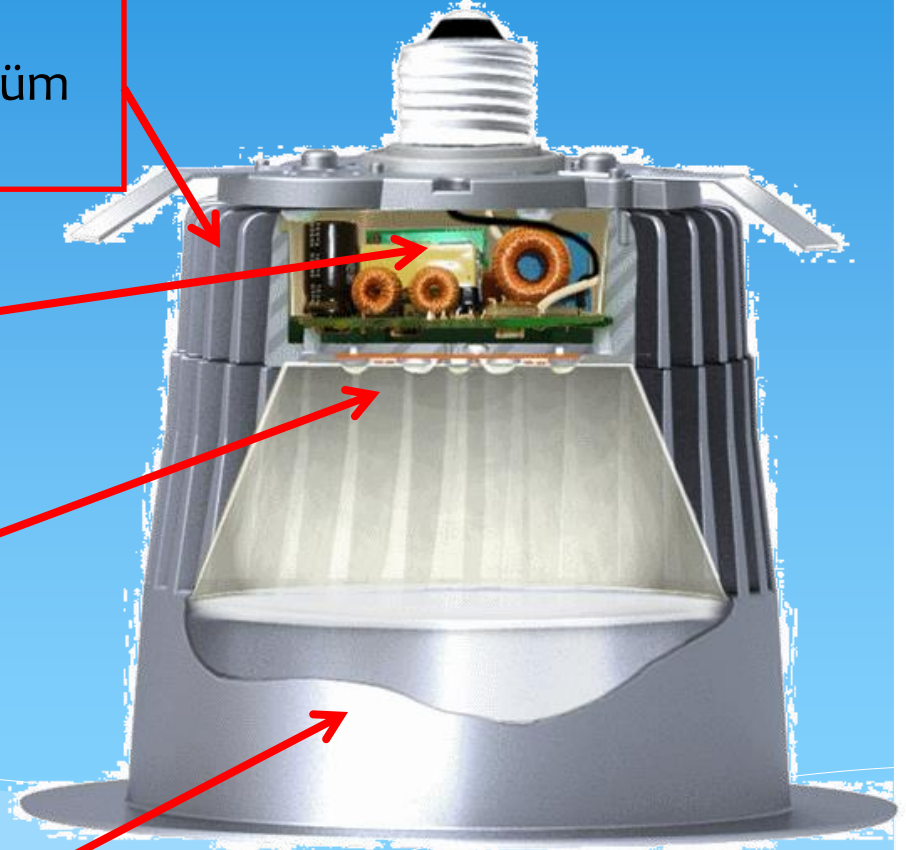
Değer Yaratan LED ömrü değil, sistem ömrüdür

Soğutucu: Tüm sistemin en önemli noktasıdır. Eğer kötü tasarlanırsa, diğer tüm bileşenleri tehlikeye atabilir.

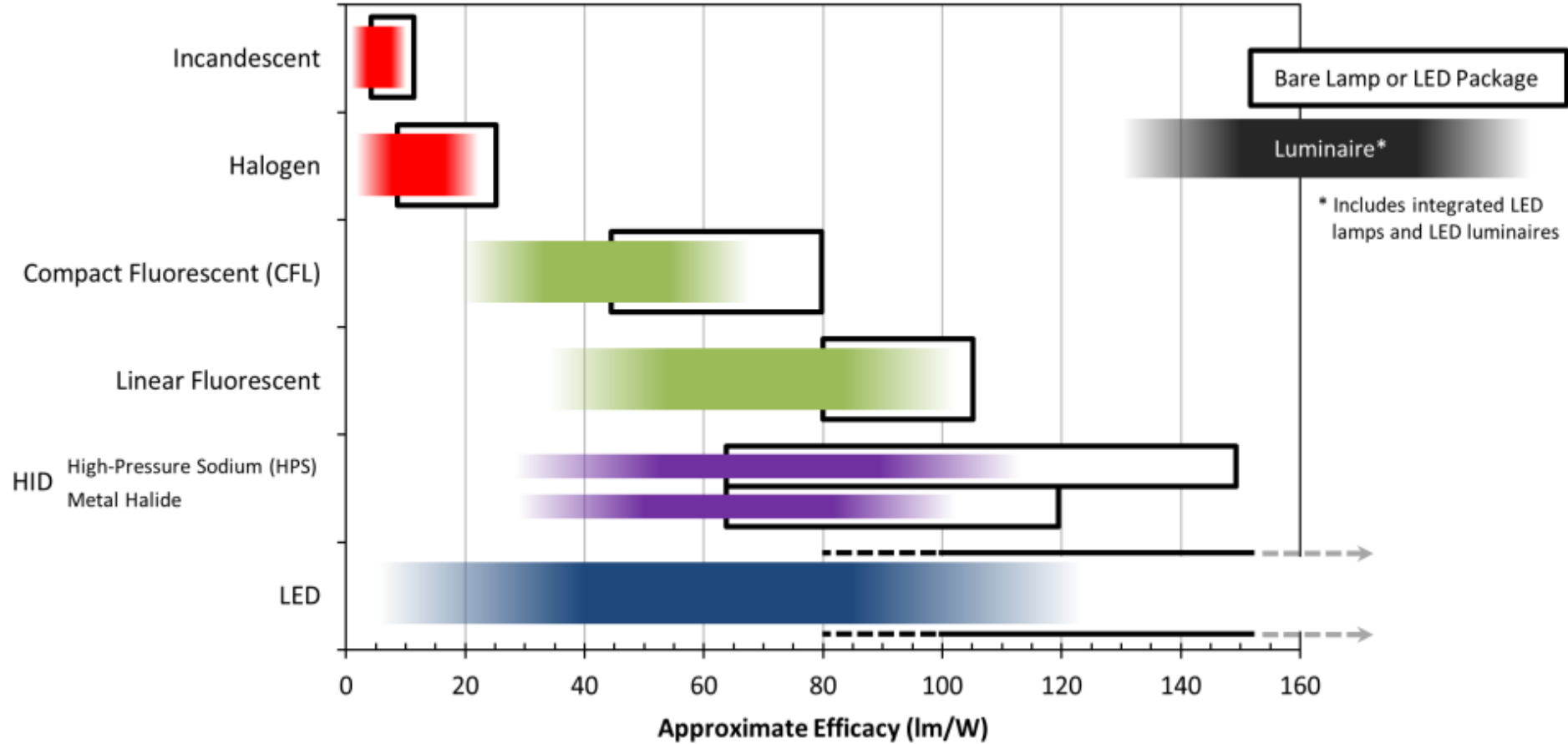
Sürücü: Sistemin güncel olarak en zayıf halkası.

LED Işık kaynakları: Pratikte hiç sönmeyen, iyi tasarlanmış bir sistemde ışık akısı çok yavaş azalan kaynaklar

Optik Bileşenler: Zaman içinde sararıp ışığın azalmasına neden olabilir, tasarımsal seçim



Etkinlik Faktörü



Çeşitli ışık kaynakları için, Ocak 2013 yaklaşık etkinlik faktörü değerleri. Siyah kutular çıplak konvansiyonel kaynakların veya LED paketlerinin etkinlik faktörünü göstermekte, bu değerler üretim, kullanılan malzeme, güç ve diğer faktörlerle değişmektedir. Gölge bölgeler bu kaynakları içeren armatürlerin etkinlik faktörlerini göstermekte ve sürücü, ısı ve optik kayıpları da hesaba katarak tüm sistemi dikkate almaktadır.

Etkinlik Faktörü

LED Efficacy Compared to Conventional Lighting Technologies

Product Type	Luminous Efficacy (in lm/W)
LED A19 lamp (warm white)	94
LED PAR38 lamp (warm white)	78
LED troffer 1'x4' (warm white)	118
LED high/low-bay fixture (warm white)	119
High intensity discharge system (high watt)	115
Linear fluorescent system	108
High intensity discharge system (low watt)	104
Compact fluorescent lamp	73
Halogen	20
Incandescent	15

*[2013 DOE SSL Multi-Year Program Plan](#)



Ömür süresiyle
ilgili endişeler yeni
endişeler değil.

Ömür

Average Lifetimes of Light Sources

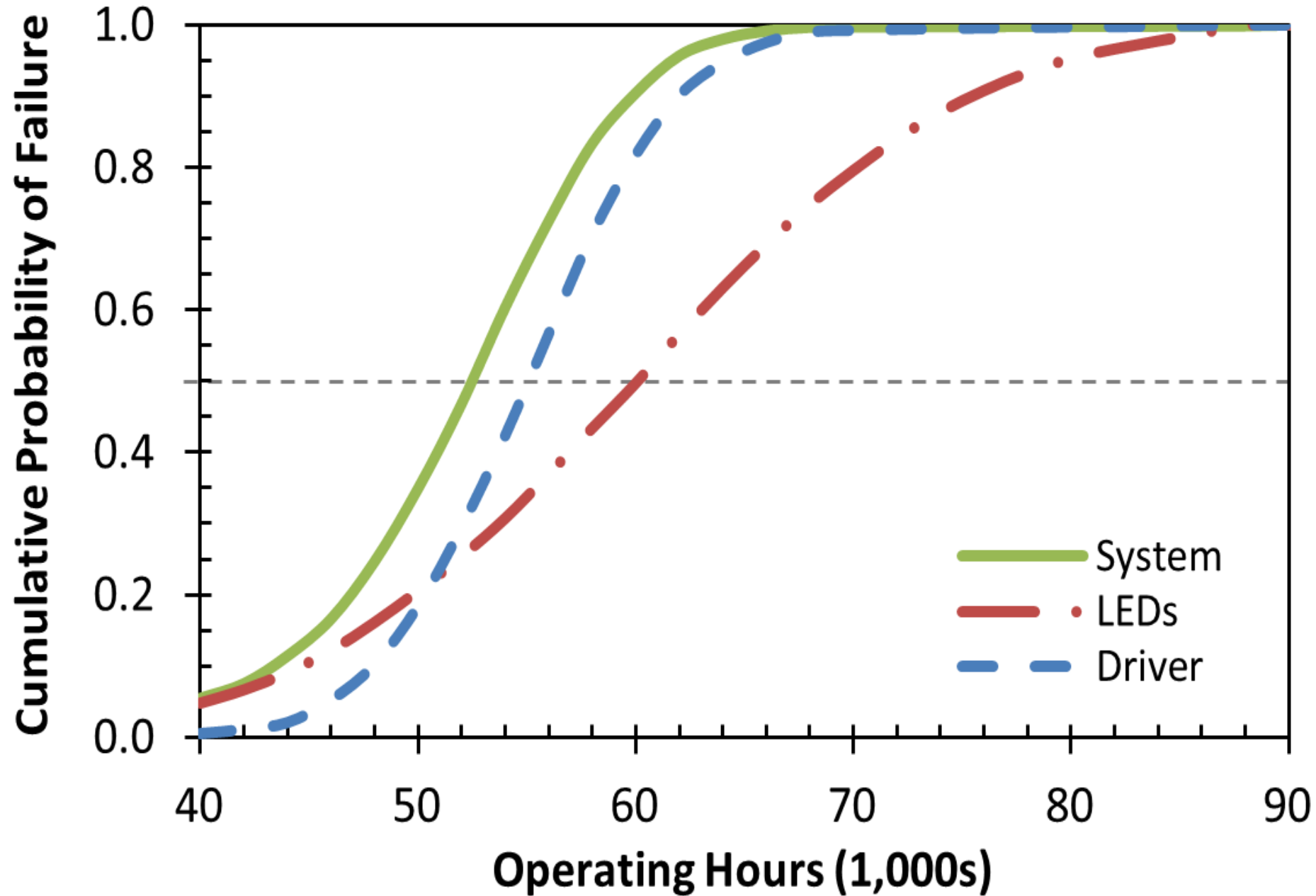
Light Source	Average Lifetime (hours)	Predicted Useful Lifetime (L₇₀)
Incandescent	750-2,000	
Halogen	3,000-4,000	
Compact Fluorescent	8,000-10,000	
Metal halide	7,500-20,000	
Fluorescent	20,000-30,000	
High Power White LED		35,000-50,000

L₇₀ – Faydalı Ömür Süresi

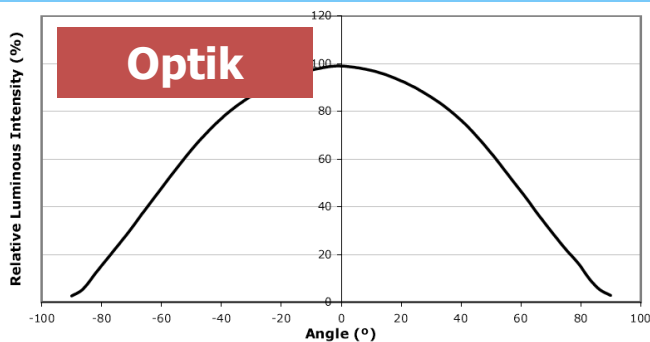
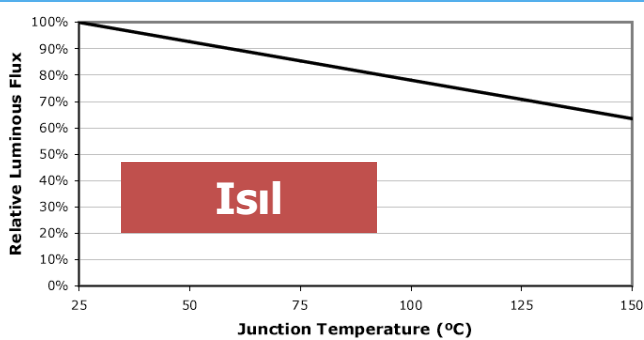
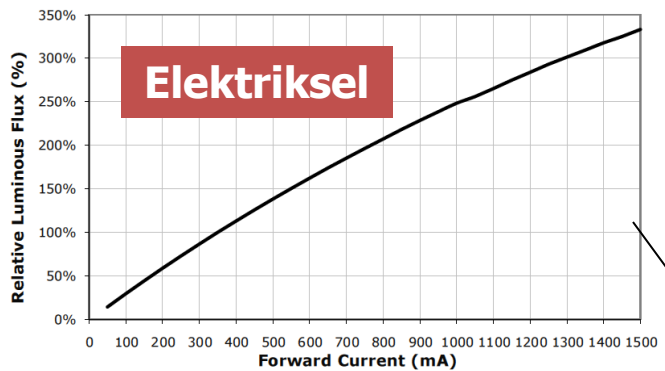
- Işık akısı arızası için temel kriter, ışık çıktısının genellikle ilk değerinin %70'ine düşmesi olarak değerlendirilmektedir.
- Bu ömür süresi L₇₀ olarak belirtilmektedir.
- Işık akısı bakım anma değerleri bir ürün örnekleminin %50sinin L₇₀ seviyesine ulaştıkları süre olarak kabul edilir ve bu değer de L₇₀-B₅₀ olarak gösterilir.
- Işık akısı sabitliği performansını ölçmek için kullanılan başka bir yöntem ise sabit bir zaman aralığında, örneğin 25000 saat, beklenen ışık akısını belirlemektir.
- Bu yöntem ürünler arasında karşılaştırma yaparken daha etkili sonuçlar sağlamakta ve özellikle L₇₀ süresi ürünün hedeflenen kullanım ömrünü veya sistemde yer alan başka bir komponentin ömür süresini aştığında faydalı olmaktadır.

50,000 saat

- 137 yıl @ 1 saat/gün
- 68.5 yıl @ 2 saat/gün
- 34.2 yıl @ 4 saat/gün
- 22.8 yıl @ 6 saat/gün
- 17.1 yıl @ 8 saat/gün
- 11.4 yıl @ 12 saat/gün
- 5.7 yıl @ 24 saat/gün



LED Armatür: Çok-Disiplinli Bir Yaklaşım



- Hesaplar için entegre sistem yaklaşımı gereklidir
- LED ışığı, konvansiyonel ışık kaynaklarına göre çok farklı prosesler içerir

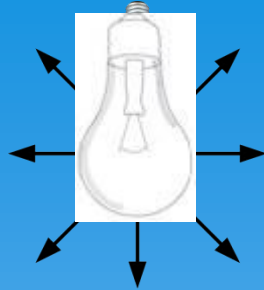
Işık Akısı

Etkinlik faktörü

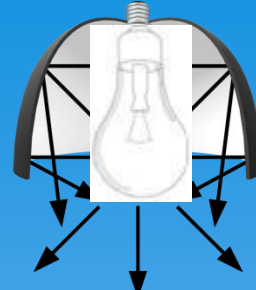
- Gösterilen tüm grafikler kaliteli LED ürünlerinin verileri arasında bulunmaktadır

Geleneksel kaynaklarla karşılaştırma

Akkor Telli



"17 lm/W" X



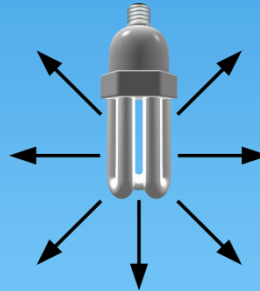
Armatür Verimi
58%

=

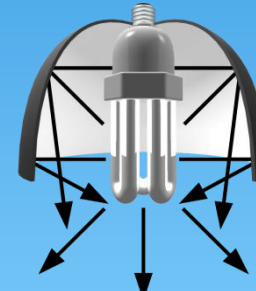
SICAK BEYAZ

Etkinlik Faktörü
10 lm/W

Kompakt
Fluoresan



"60 lm/W" X

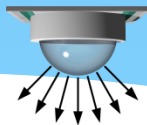


Armatür Verimi
58%

=

Etkinlik Faktörü
35 lm/W

LED



"80 lm/W"

X
X
X



Optik Verim
Sürücü Verimi
Isıl Verim

85%
85%
88%*

=



Etkinlik Faktörü
70 lm/W

Retrofitler



A19 Incandescent Lamp and
A19 LED Retrofit Lamp

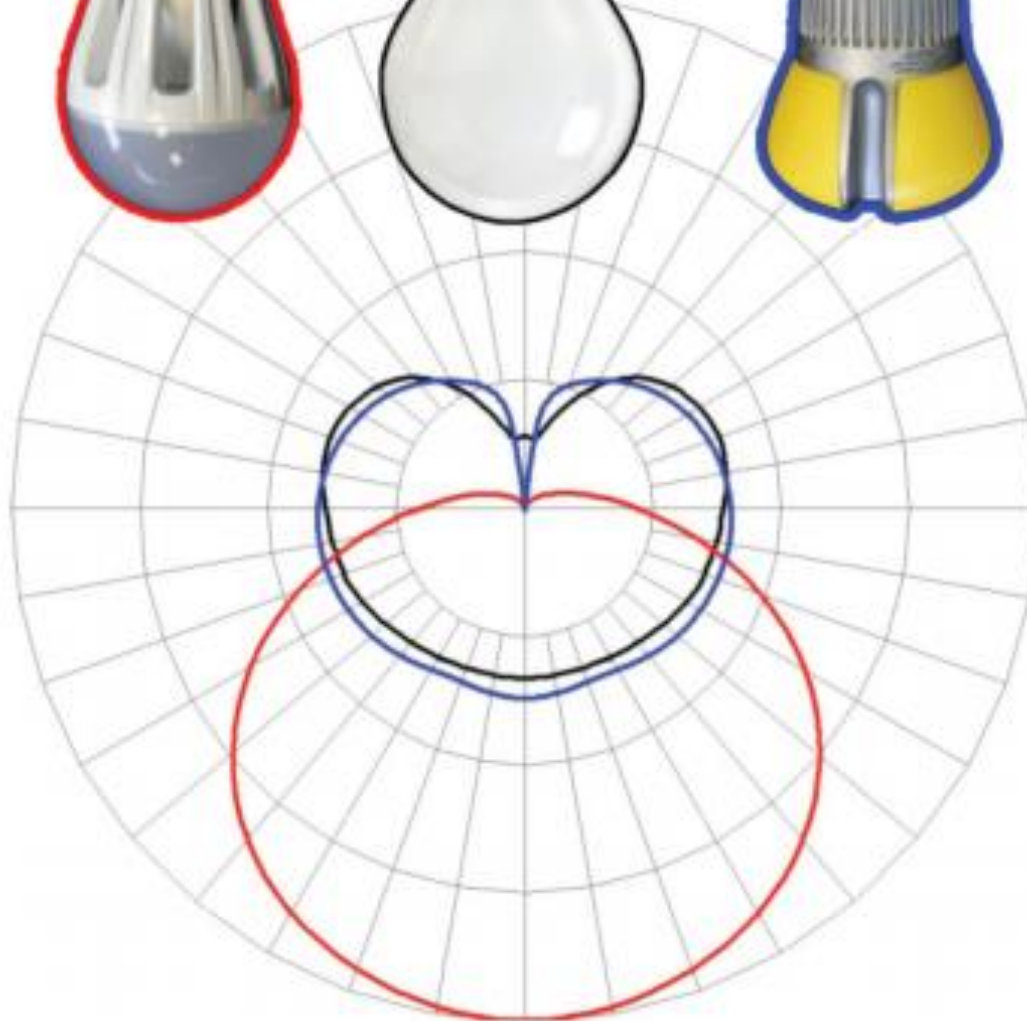


PAR38 Halogen Lamp and PAR38
LED Retrofit Lamp

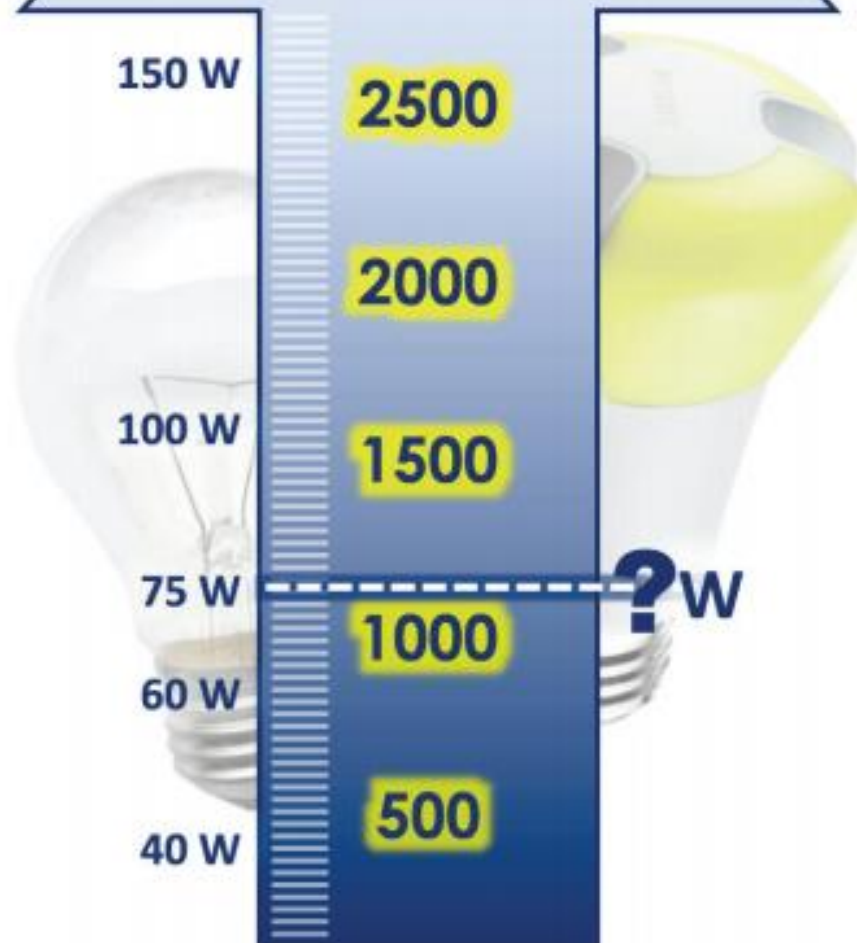
12 W

60 W

13 W



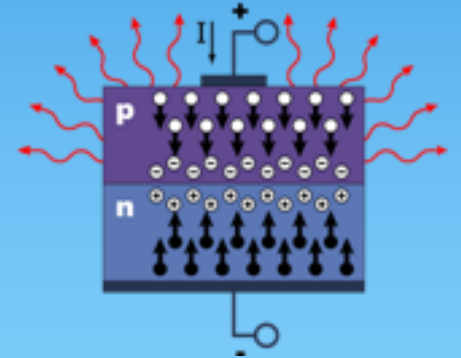
LUMENS



LED Jonksiyon Sıcaklığı (T_j)

LED jonksiyonu, LED'in ışığı üreten bölgesidir. Normal çalışma durumunda bu bölge çok ısınmaktadır.

Bir LED'i anma maksimum jonksiyon sıcaklığının üzerinde çalıştırmak, LED'in aktif ömür süresini kısaltacak ve ışık akısında belirgin düşüslere sebep olacaktır.



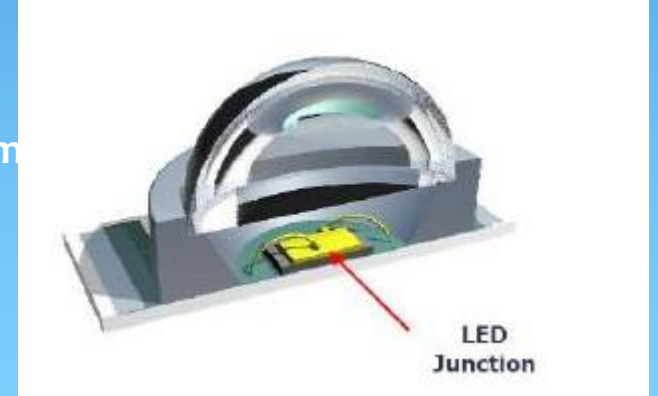
LED Jonksiyon Sıcaklığı (T_j)

LED Jonksiyon Sıcaklığı aşağıdakilerden etkilenir:

- LED'i çevreleyen bölgenin ortalama sıcaklığı
- LED jonksiyonu ile LED'e temas eden ortam arasındaki ısı yalıtımı
- LED'in harcadığı güç

LED Jonksiyon sıcaklığı şu şekillerde ölçülebilir:

- LED'in hemen yanındaki levha sıcaklığının ölçümü (Lehim noktası) (T_{sp})
- Üretici verilerini kullanarak sürme akımı ve ısı direnci üzerinden jonksiyon sıcaklığının hesaplanması



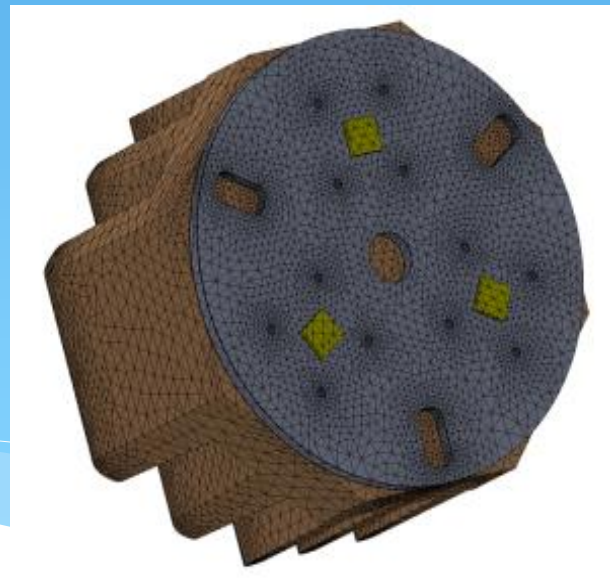
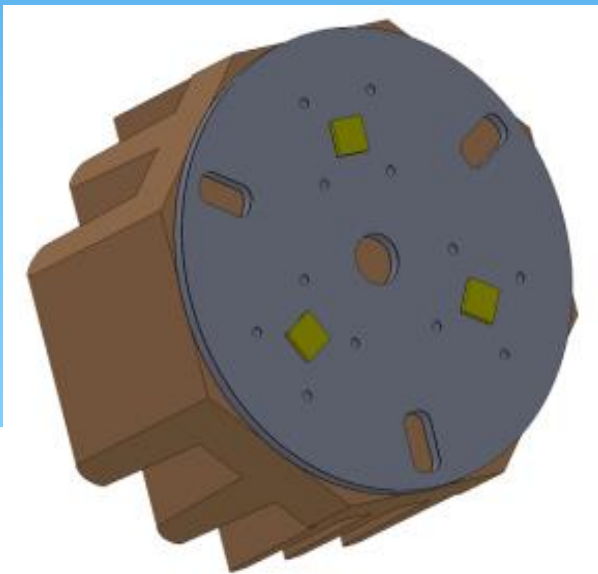
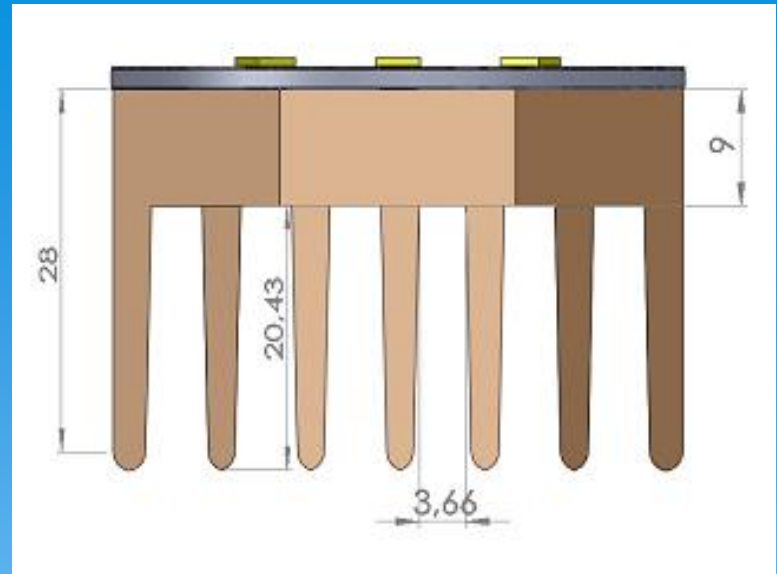
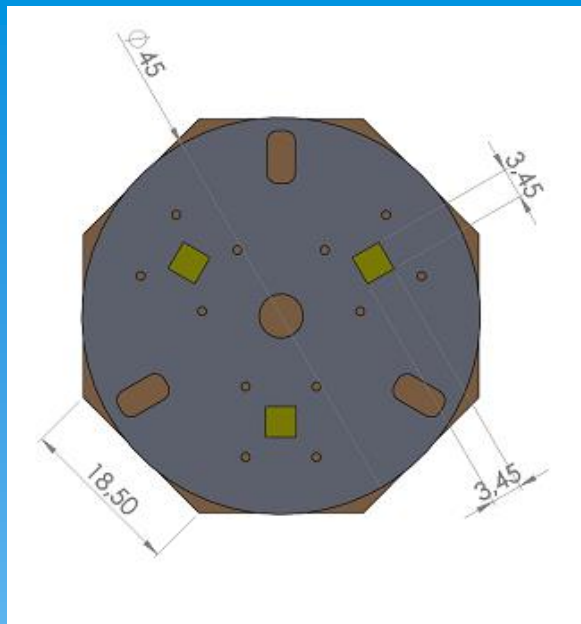
Jonksiyon Sıcaklığının Hesabı

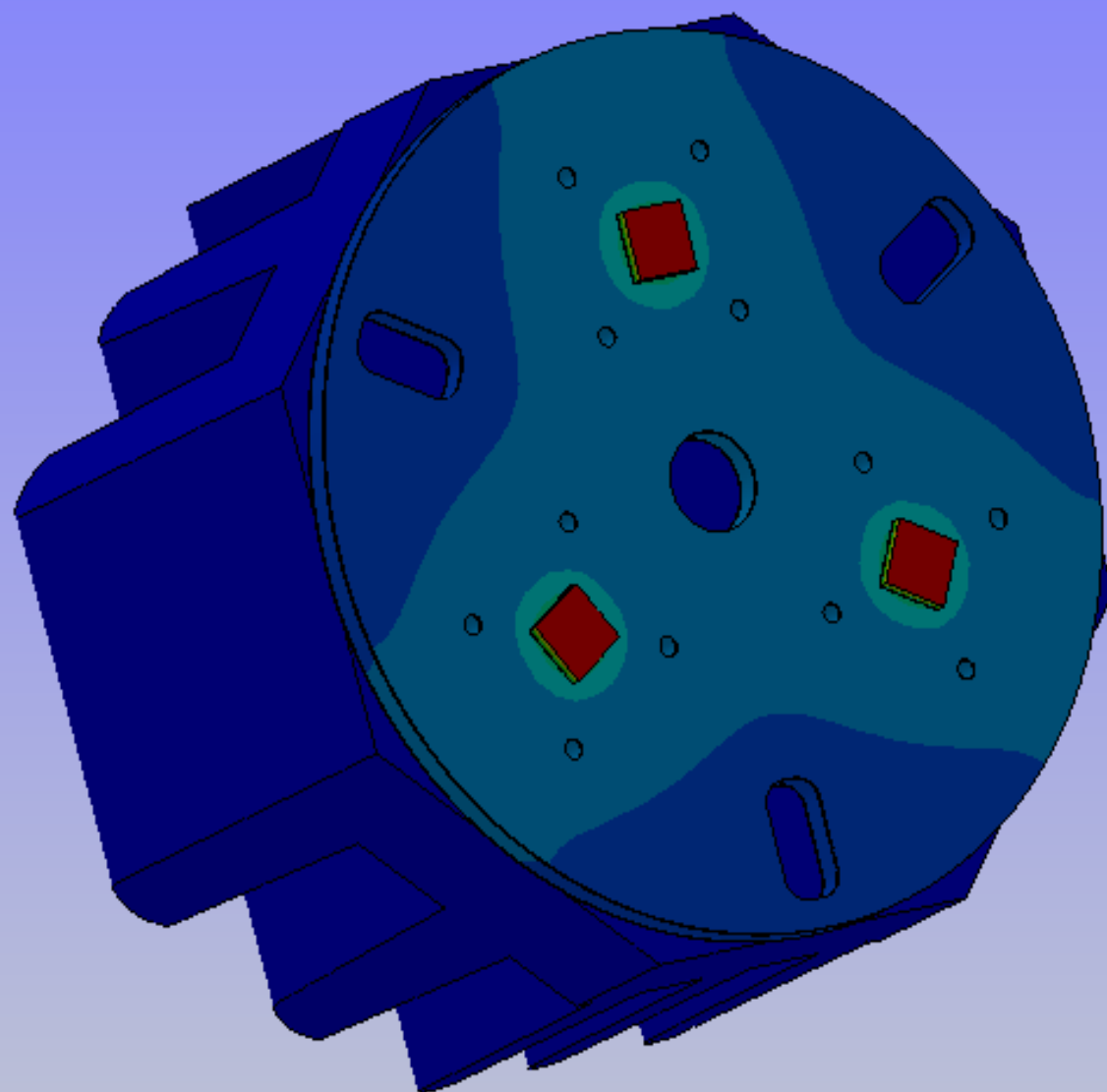
- $T_J = T_{SP} + R_{TH} * I_F * V_F$
 - T_{SP} lehim noktası sıcaklığı (solder point)
 - R_{TH} LED'in °C/Watt cinsinden ısı direnci
 - I_F Amper cinsinden ileri yöndeki akım
 - V_F gerilim cinsinden ileri yöndeki gerilim

Örnek:

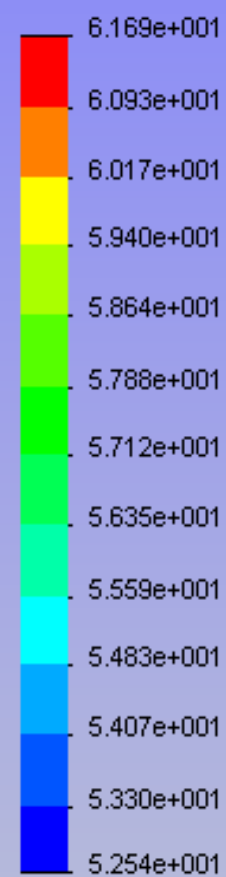
- $T_{SP} = 60\text{ °C}$
- $R_{TH} = 9\text{ °C/Watt}$ (üretici verilerinden)
- $I_F = 700\text{mA}$ (0.7A)
- $V_F = 3.2\text{V}$

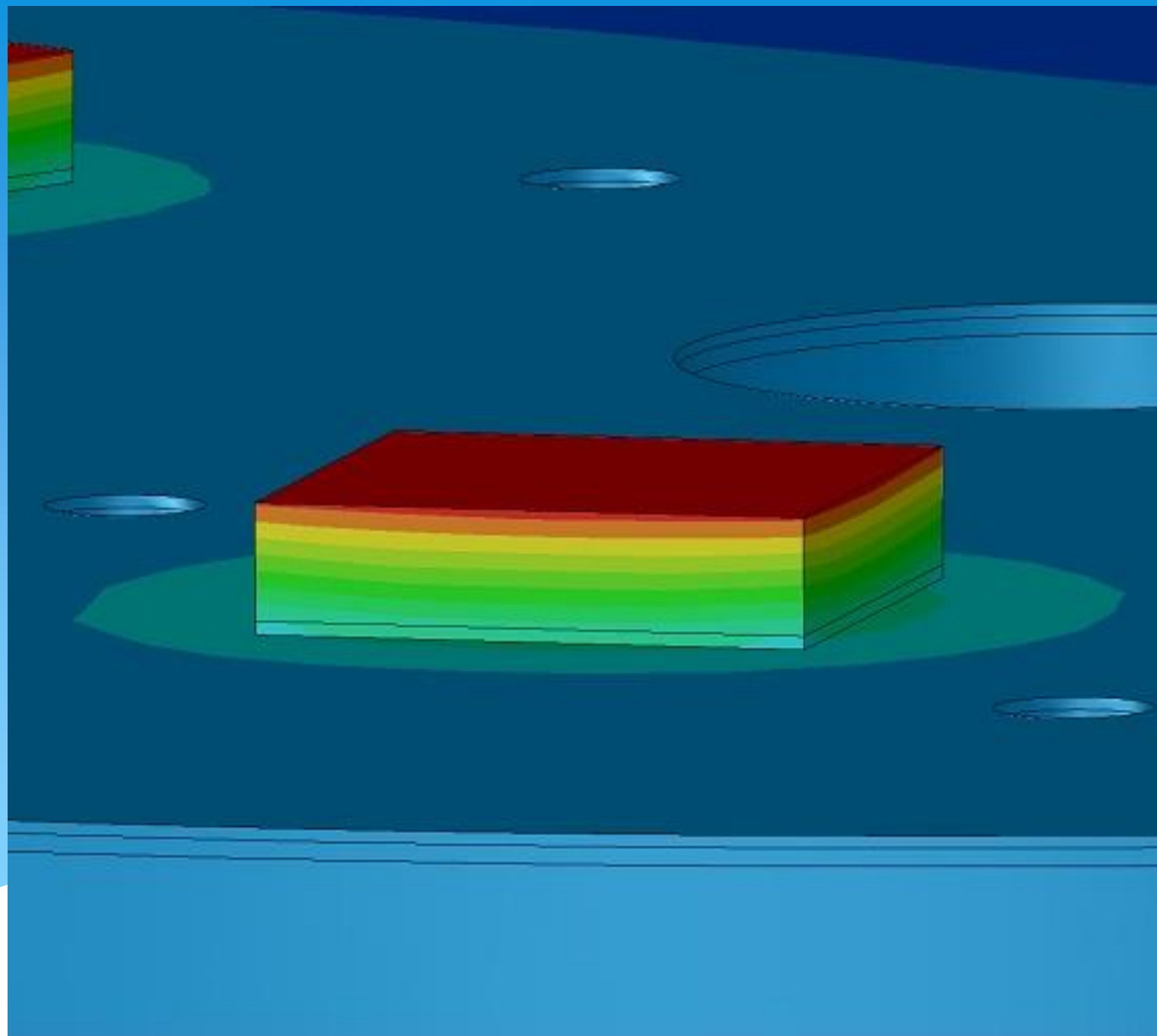
$$\rightarrow T_J = 60 + [(9) * (0.7) * (3.2)] = 80\text{ °C}$$





Temp (Celsius)





Temp (Celsius)

6.169e+001

6.093e+001

6.017e+001

5.940e+001

5.864e+001

5.788e+001

5.712e+001

5.635e+001

5.559e+001

5.483e+001

5.407e+001

5.330e+001

5.254e+001

- Average capacity (MW) and utilization (percent) per nuclear reactor 945/88 in China, 1341/81 in Germany, 331/62 in India, 887/67 in Japan, 969/91 in the US
- 8-12 hours operating time per light source across applications 365 days p.a.
- Wattage estimates based on proxy per light source for the residential segment and derived for other applications based on lumen estimates
- 5 % energy efficiency gain for LED light sources p.a., 0% for traditional light sources
- Country data approximated based on (adjusted) GDP contribution to regions
- LED impact assuming ceteris paribus
- LED model base case assuming (adjusted) LED penetration of installed base of 57 % in Germany, 56 % in the US, 58 % in Japan, 55 % in China, 37 % in India

	Nuclear policy	2011 reactor units	LED impact 2020, model base case ¹
	Currently debating phaseout	48	 7 x
	Phaseout by 2022	9	 3 x
	No major change announced	104	 19 x
	Increase in nuclear power generation	15	 17 x
	Increase in nuclear power generation	20	 9 x

Source: McKinsey's 2012 Global Lighting Market Model; McKinsey analysis and Proprietary McKinsey Nuclear Model (Q1 2012), IAEA (2012), Enerdata (2012), POLES (2012)

- According to a research study carried out by PhilipsLighting:

Possible annual savings through the implementation of LEDs

General lighting (global)	€53 billion	296 million tons of CO ₂	779 million barrels of oil
Street lighting (EU)	€1,7 billion	3,5 million tons of CO ₂	14 million barrels of oil
Office lighting (EU)	€2 billion	8 million tons of CO ₂	29 million barrels of oil
Home lighting (EU)	€5-8 billion	20 million tons of CO ₂	74 million barrels of oil