

İTÜ



YÜKSEK TAVANLI ENDÜSTRİYEL HACİMLERDE LED ARMATÜR KULLANIM ANALİZİ

M. BERKER YURTSEVEN

SERMİN ONAYGİL

İstanbul teknik üniversitesi enerji enstitüsü

Giriş

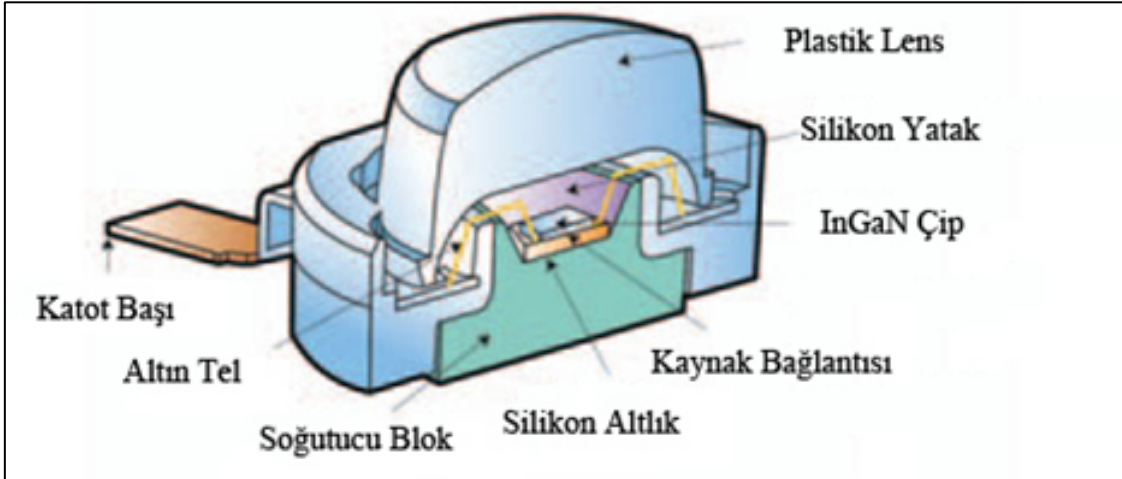
- LED ışık kaynaklı armatürlerin endüstriyel aydınlatmada kullanım yüzdeleri gittikçe artmaktadır.
 - LED teknolojisindeki gelişmeler,
 - Konvansiyonel ışık kaynaklarına göre etkinlik faktörlerinin yüksek olması,
 - Uzun ömürleri,
 - Elektronik olarak kolay kontrol edilmeleri.
- Yüksek ışık akısına ihtiyaç duyulan yüksek tavanlı hacimler için,
 - Yüksek güçlü tekil LED çipler,
 - Chip-on-board (COB) çipler

verimli çözümler haline gelmektedir.



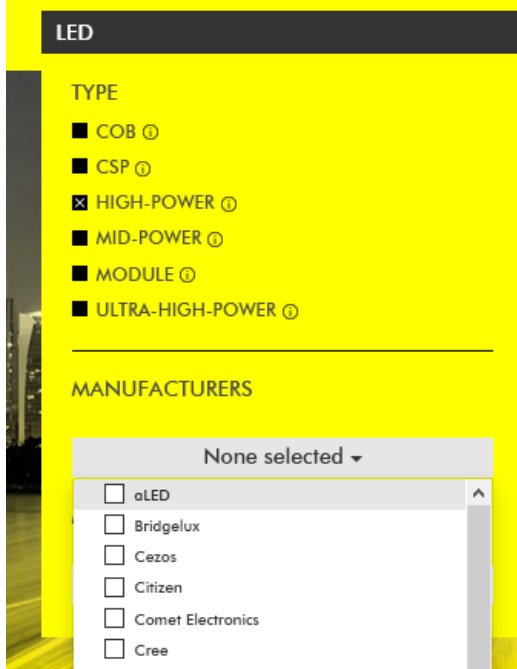
Giriş

- LED'ler ışığı kendi üzerindeki birincil lens ile belli bir doğrultuda yayar ve bu sayede ışık kaybını azaltır.
- Yüzeyleri geniş ve ışık yoğunluğu fazla olan COB LED'ler için iyi bir optik tasarım gereklidir.

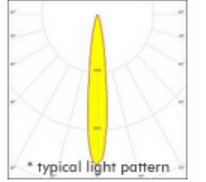


Giriş

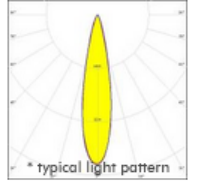
- LED'li armatürlerin optik tasarımı yapılırken lens veya reflektörler kullanılabilir.
- Zorluklar:
 - LED çiplerinin boyutlarının ve ışık dağılım karakteristiklerinin standart olmaması
 - Her LED ışık kaynağına özel tasarım yapılması gerekliliğidir.



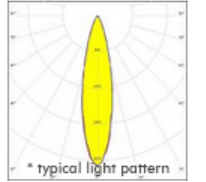
C12285_ANGLE-S
~12° spot beam



C12286_ANGLE-M
~20° medium beam



C12287_ANGLE-M2
~25° medium beam



Amaç

- Yüksek tavanlı endüstri tesislerinde kullanılmak üzere;
 - Üç farklı ışık hüzmesi açısına (dar-orta-geniş) sahip ışık şiddeti dağılımları kullanmak
 - Bu üç farklı dağılım için üç farklı ışık akısı için armatür seçeneği oluşturmak
 - farklı armatür montaj yükseklikleri için optimum çözümler araştırmaktır.



Yöntem

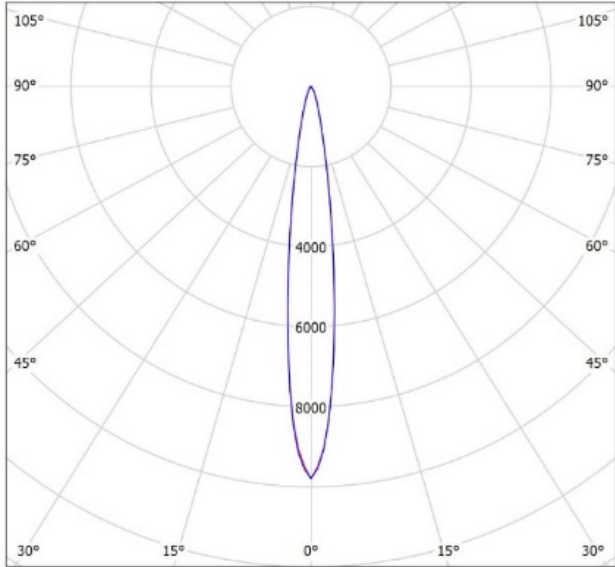
- Tavan yüksekliği 7 metreden yüksek üretim holleri veya depolar **yüksek tavanlı endüstriyel tesisler** olarak kabul edilmektedir.
- Aydınlatma simülasyonları **50mx70m** bir hacim için gerçekleştirilmiştir.
- Ele alınan örnek hacim için aydınlatma kalite kriterlerinin belirlenmesinde:
 - TS EN 12464-1 “Işık ve aydınlatma - Çalışma yerlerinin aydınlatılması - Bölüm 1: Kapalı çalışma alanları” standardı Tablo 5.9, madde 2 “Hazırlama, Genel Makine İş” kullanılmıştır.

Ref. no.	Type of area, task or activity	$\bar{E}_m$ lx	UGR_L –	U_o –	R_a –	Specific requirements
5.9.1	Drying	50	28	0,40	20	Safety colours shall be recognisable.
5.9.2	Preparation, general machine work	300	25	0,60	80	
5.9.3	Enamelling, rolling, pressing, shaping simple parts, glazing, glass blowing	300	25	0,60	80	

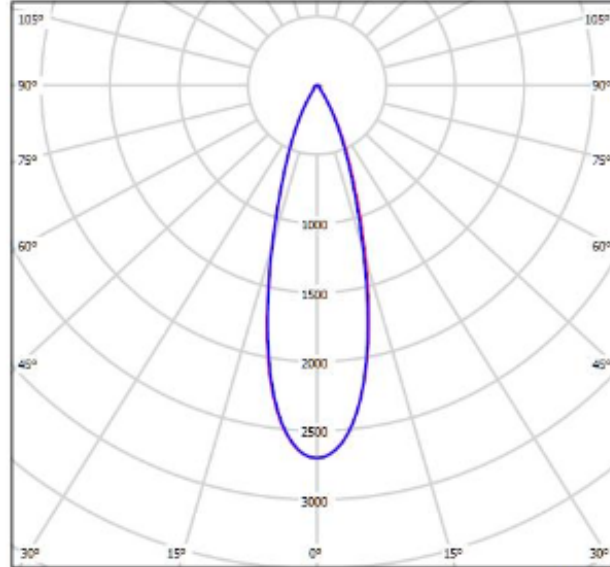
Ortalama Aydınlatma Düzeyi - $\bar{E}_m$ [lx]	Ortalama Düzgünlük - U_o	Minimum Renk Geriverim Endeksi (R_a)
300	0,6	80

Seçilen Işıık Dağıılım Eğrileri

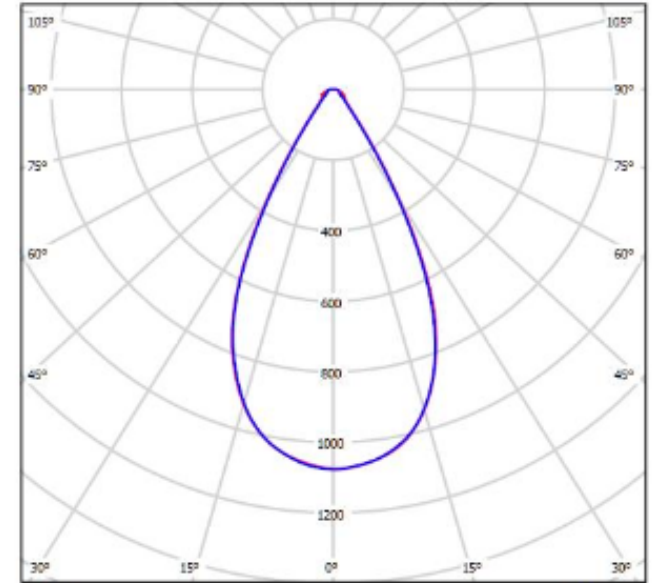
- Dar: $\alpha < 20^\circ$
- Orta: $20^\circ < \alpha < 40^\circ$
- Geniş: $40^\circ < \alpha$



14°

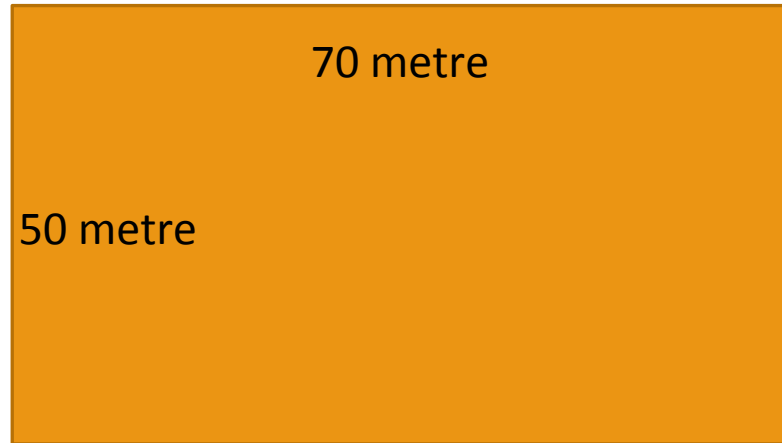


30°



55°

Seçilen Hacim zellikleri



- $50\text{ m} \times 70\text{ m} = 3500\text{ m}^2$ hacim
- Tavan Yansıtma Katsayısı :
%70
- Duvar Yansıtma Katsayısı :
%50
- Zemin Yansıtma Katsayısı : %20
- Bakım işletme faktörü : 1,0

Armatür Seçenekleri

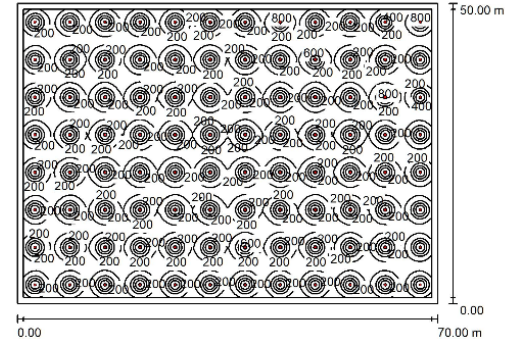
- Piyasada mevcut endüstriyel armatürlerin özellikleri dikkate alınarak üç farklı armatür ışık akısı değeri belirlenmiştir (10000 lm, 20000 lm ve 30000 lm). **125 lm/W!**

Işık Hüzmesi Açısı [°]	Armatür Toplam Işık Akısı [lm]	Armatür Gücü [W]
14	10000	80
14	20000	160
14	30000	240
30	10000	80
30	20000	160
30	30000	240
55	10000	80
55	20000	160
55	30000	240

Hesaplar DIALux

- Gerçekleştirilen tüm analizler için:
 - Ortalama aydınlık düzeyi [lux],
 - Ortalama düzgünlük
 - Metrekare başına 100 lx elde etmek için gerekli güç miktarları ($W/m^2/100lx$)

DIALux programı yardımı ile hesaplanmıştır.



- Her durum için sağlanan aydınlık düzeyinin, standartta önerilen **300 lx'ün** altına düşmemesine ve bu değeri de **%10'dan fazla aşmamasına** dikkat edilmiştir.
- Hesaplar için üç farklı armatür montaj yüksekliği kullanılmıştır (10 m, 20 m ve 30 m)
 - (üç farklı seçenek için tavan yükseklikleri 10,5-20,5-30,5 metre olarak alınmıştır)

Oda yüksekliği: 10.500 m, Tutturma yüksekliği: 10.017 m, Bakım çarpanı: 1.00

... birimde değerler Lux, Ölçek 1:642

Yüzey	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{maks} [lx]	E_{min} / E_m
Workplane	/	309	115	1074	0.373
Floor	20	297	70	1071	0.236
Ceiling	70	50	35	57	0.702
Duvarlar (4)	50	57	39	79	/

10 metre armatür montaj yüksekliği sonuçları

Işık Akısı [lm]	Işık Hüzmesi Açısı [°]	Ortalama Aydınlık Düzeyi [lx]	Düzensizlik	W/m ² /100 lx
10000	14	314	0,41	0,70
	30	309	0,76	0,73
	55	327	0,67	0,75
20000	14	326	0,28	0,67
	30	309	0,48	0,71
	55	309	0,73	0,74
30000	14	313	0,18	0,66
	30	319	0,24	0,69
	55	327	0,54	0,73

20 metre armatür montaj yüksekliği sonuçları

Işık Akısı [lm]	Işık Hüzmesi Açısı [°]	Ortalama Aydınlık Düzeyi [lx]	Düzensizlik	W/m ² /100 lx
10000	14	312	0,72	0,76
	30	314	0,60	0,80
	55	314	0,57	0,85
20000	14	330	0,59	0,74
	30	310	0,63	0,80
	55	304	0,57	0,84
30000	14	330	0,45	0,73
	30	305	0,65	0,79
	55	327	0,57	0,84

30 metre armatür montaj yüksekliği sonuçları

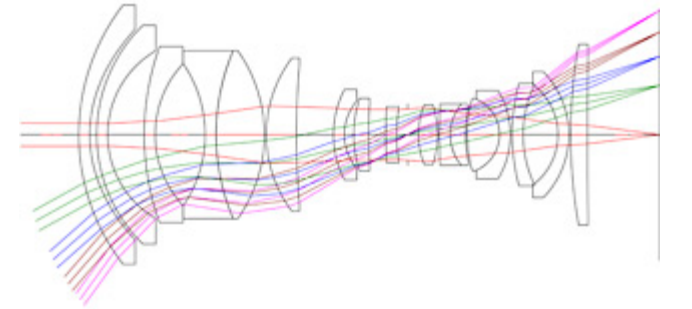
Işık Akısı [lm]	Işık Hüzmesi Açısı [°]	Ortalama Aydınlık Düzeyi [lx]	Düzensizlik	W/m ² /100 lx
10000	14	310	0,67	0,81
	30	314	0,55	0,87
	55	318	0,57	0,95
20000	14	308	0,71	0,80
	30	316	0,55	0,87
	55	305	0,56	0,94
30000	14	315	0,54	0,78
	30	319	0,56	0,86
	55	321	0,54	0,94

Sonuçlar

- Yüksek tavanlı endüstriyel tesisler için **3** farklı ışık hüzmesi açısı ve **3** farklı ışık akısına sahip **9** LED armatür seçeneği belirlenmiştir.
- Tasarlanan armatürler **3** farklı armatür montaj yüksekliğinde denenmiş uygun ışık hüzmesi açıları tespit edilmiştir.
- Birim metrekare başına 100 lx elde etmek için gerekli güç miktarının en düşük değeri, tüm armatür montaj yükseklikleri ve armatür ışık akılarında **dar açılı ışık dağılımlarında** elde edilmiştir.
- En yüksek değerler ise **geniş açılı armatür seçenekleri** ile gerçekleşmiştir.
- Tüm hesap sonuçlarından, minimum aydınlık düzeyinin ortalama aydınlık düzeyine bölümü olan **düzgünlüğün** standartta verilen değerinin sağlanmasının zor olduğu görülmektedir

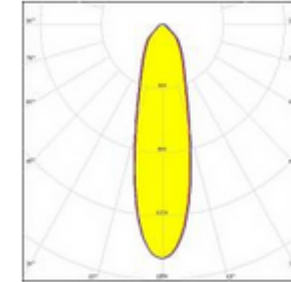
Tartışma

- Optik tasarım seçeneklerinin değerlendirilmesinde **düzgünlük** önemli bir kriterdir!
- 10 metre armatür montaj yüksekliği için
 - 10000 lümen: orta ve geniş açılı armatürler çözüm sağlamıştır,
 - 20000 lümen: sadece geniş açılı seçenek gerekli düzgünlük koşulunu sağlayabilmiştir.
 - 30000 lümen: hiç bir açıda düzgünlük değeri sağlanamamıştır.
- Bu sonuçlardan, **10 metre** armatür montaj yüksekliği için, **ışık akısının daha düşük olması** gerektiği ortaya çıkmaktadır.



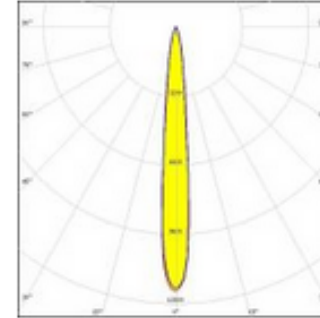
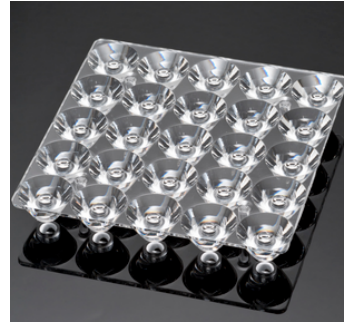
Tartışma

- 20 metre armatür montaj yüksekliği
 - 10000 lümen:
 - 20000 lümen:
 - 30000 lümen:
- Orta açılı dağılım düzgünlük değerini sağlamıştır
- Not: 10000 lümenlik armatürde dar açılı seçenek ile de düzgünlük değeri sağlanmıştır.
- Bu montaj yüksekliğinde orta açılı dağılımın ön plana çıkmıştır.



Tartışma

- 30 metre armatür montaj yüksekliğinde
 - 10000 lümen: dar açılı seçenek düzgünlük değerini sağlamıştır
 - 20000 lümen: dar açılı seçenek düzgünlük değerini sağlamıştır
 - 30000 lümen: **hiçbir açıda düzgünlük değerini sağlayamamıştır.**
- Bu sonuçlardan yüksek ışık akılı armatür tasarımlarında detaylı analizlerin gerektiği anlaşılmaktadır.



Yorum

- LED’li armatürlerin optik kontrolü için bir çok farklı seçeneğin (lens/reflektör) olduğu göz önüne alındığında:
 - Farklı uygulamalar için öncelikle aydınlatma kalite kriterlerini sağlayabilecek dağılımın belirlenmesi,
 - Bu seçeneklerin aydınlatma simülasyon programları kullanılarak hacim özelliklerine göre doğrulanması,
 - Bu aşamalardan sonra prototip sürecine geçilmesi

doğru olacaktır.

- Bu çalışmada sadece üç adet dağılım irdelenmiştir.
- Ara ışık hüzmesi açıları ve armatür ışık akısı kombinasyonları denenerek armatür montaj yüksekliğine göre en uygun ışık hüzmesi açısı ve armatür ışık akısı değerinin analizi gerekmektedir.
- LED’li armatür kullanımında uygulamaya özel, **farklı fotometrik seçeneklerin oluşturulması** aydınlatmanın niteliği açısından önemli faydalar sağlayacaktır.
- Bu sayede LED’lerden beklenen enerji verimliliği hedefine daha rahat ulaşılabilecektir.

teşekkürler

Dr.M.Berker yurtseven

byurtseven@itu.edu.tr

