

XI. ULUSAL AYDINLATMA SEMPOZYUMU

2 Kasım 2023

İTÜ



250
YIL
1773-2023



Refüjde Çift Konsollu Adaptif Yol Aydınlatması Tesisatlarında Armatür Işık Şiddeti Dağılım Eğrisinin Önemi

M. BERKER YURTSEVEN, SERMİN ONAYGİL, ÖNDER GÜLER
İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ, ENERJİ ENSTİTÜSÜ

Giriş

❑ Yol aydınlatmasında temel amaç, **gerekli aydınlatma koşullarını oluşturmak ve trafik güvenliğini sağlamaktır.**

❑ **Yol aydınlatma sınıfı seçilirken:**

- Yolun tasarım hızı veya hız sınırı
- Trafik yoğunluğu
- Refüjün olup/olmaması
- Trafik oluşumu (motorlu araçlar/yaya/hibrit)
- Kavşak yoğunluğu
- Park halindeki araçların varlığı
- Ortam parlıltısı
- Seyir kolaylığı



❑ **Adaptif Yol Aydınlatması:** Trafik yoğunluğuna, zamana, hava koşullarına veya diğer parametrelere bağlı olarak parlaklıkta veya aydınlıkta geçici kontrollü değişiklikler.

Adaptif Yol Aydınlatması

- ❑ Adaptif yol aydınlatması uygulamalarında **statik** ve **dinamik** yöntemler kullanılabilir.
- ❑ **Statik yöntemler:** Geçmiş verilerden (trafik hacmi, hız veya meteorolojik koşullar gibi) gelecekteki bazı parametrelerin tahmin edilebildiği zaman esaslı programlanabilir kontrol sistemleri.
- ❑ **Dinamik yöntemler:** Sensörler ile gerçek zamanlı veriler toplanarak, aydınlatma sistemi bu verilere göre oluşturulmuş algoritmalarla gerçek zamanlı olarak ayarlayan kontrol sistemleri.

ADAPTİF YOL AYDINLATMASININ en önemli amacı, enerji verimliliği hedeflenirken trafik güvenliğini tehlikeye atmamak olmalıdır.

Refüjde Çift Konsollu Düzeneklerde AYA

- Gidiş ve dönüşün ortadan refüjle ayrıldığı yollarda uygulanan refüjde çift konsollu tesisatlarda her iki yön farklı aydınlatma seviyelerine göre ayarlanmak istenildiğinde; bir tarafın diğer taraftaki aydınlatmaya katkısı göz önüne alınarak dikkatli tasarımların yapılması gerekmektedir.



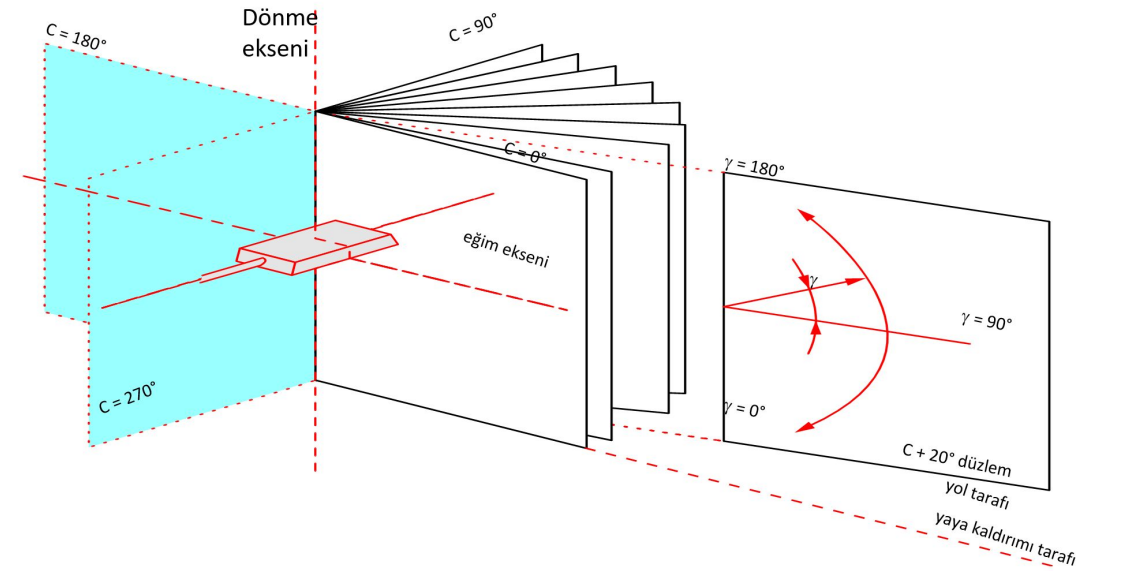
Refüjde Çift Konsollu Düzeneklerde AYA

- ❑ Kullanılan armatürlerin ışık şiddeti dağılımlarına bağlı olarak bir armatürün **diğer yöne** katkısı simülasyonlar ile belirlenmelidir.
- ❑ Refüj genişliği azaldıkça, armatürün C_{270° düzleminde refüj (diğer yön) tarafına sağladığı ışık miktarına bağlı olarak karşı **yöne katkısı artmaktadır**.
- ❑ Armatürlerin yolun diğer tarafına katkılarını, **farklı ışık dağılımları** ve **farklı refüj genişlikleri** için belirleyen detaylı aydınlatma simülasyonlarına ihtiyaç vardır.

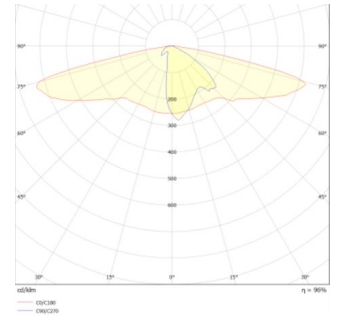


Işık Şiddeti Dağılımları

- ❑ Armatürlerin ışık şiddeti dağılım eğrileri, çeşitli doğrultularda sağladıkları ışık şiddetleri hakkında bilgi verir.
- ❑ C- γ koordinat sisteminde, armatürden geçen düşey eksen dönme eksenini olarak alınır.
- ❑ Işık şiddeti değerleri de C düzlemlerindeki γ açıları için verilir.



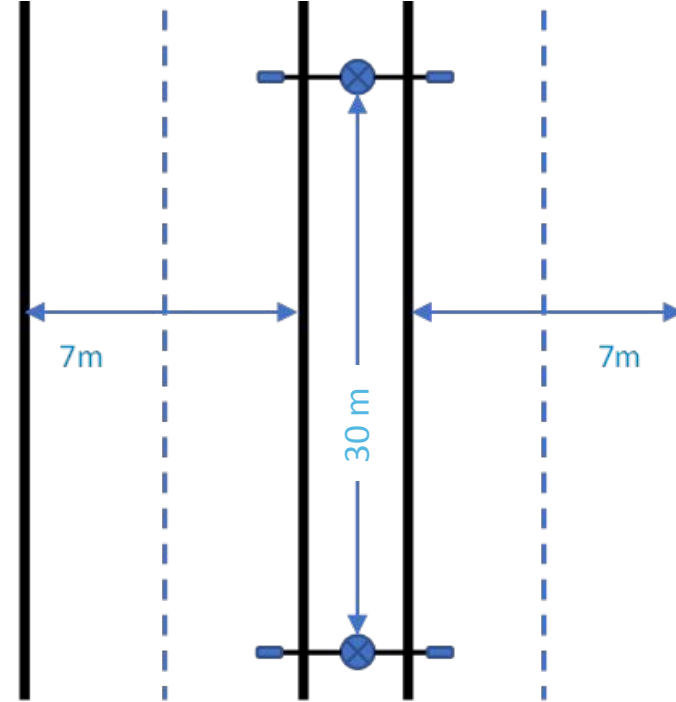
Metot



- ❑ Yol aydınlatma armatürleri kataloglarından farklı ışık şiddeti dağılımları araştırılmıştır.
- ❑ Örnek bir 2x2 şeritli M2 aydınlatma sınıflı yol seçilmiş ve adaptif yol aydınlatmalarında kullanılan baz ve kritik senaryolar belirlenmiştir.
- ❑ Her iki yön için, Dialux aydınlatma simülasyon yazılımı kullanılarak:
 - M2-M2 (baz)
 - M2-M4 (statik)
 - Bir yönde aracın olmadığı durum için kabul edilen trafiksiz senaryoda M2-%10 (dinamik) seviyeleri değerlendirilmiştir.
- ❑ Çalışmada, M2-M2 senaryosu baz alınarak armatürlerin ışık akılarının ne kadar artırılması veya kısılması gerektiği hesaplanıp gidiş-dönüş her iki taraf için standart çalışma senaryosu olan M2-M2 aydınlatma sınıflarına göre farklı kombinasyonlar için güç tüketimleri belirlenmiştir.

Örnek Yol - Metot

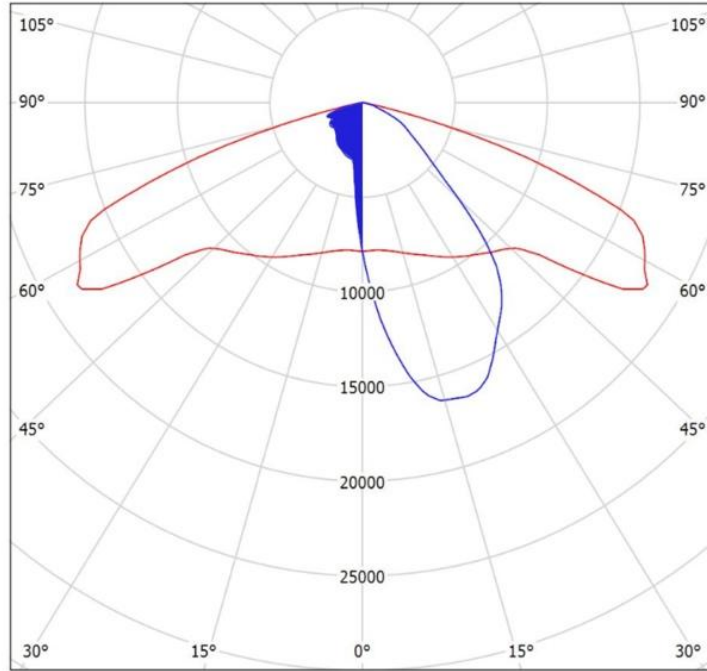
- ❑ Analiz için seçilen örnek yol, gidiş ve dönüşte iki şeritli olup, refüjde çift konsollu aydınlatma düzeneklidir.
- ❑ Armatürler **12 metre** yüksekliğindeki direklere **2 metre** uzunluğundaki konsollarla direkler arası **30 metre** mesafede monte edilmiştir.
- ❑ Yol yüzeyi yansıtma sınıfı **R3** olarak alınmıştır.



Armatür Seçimi

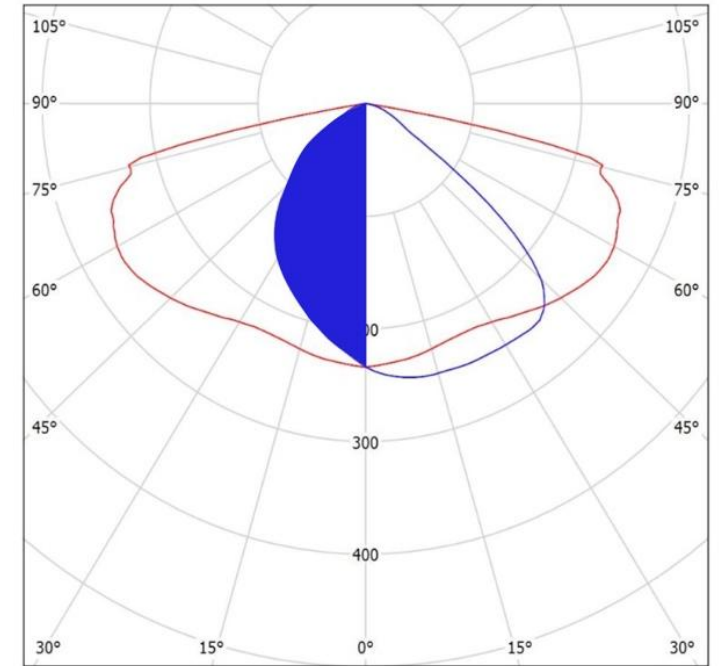
- Armatür veri tabanındaki dağılımlar C_{270° düzlemleri için incelenerek, refüj tarafına **daha az ve daha fazla** ışık yollayan olmak üzere iki farklı ışık şiddeti dağılım eğrisi seçilmiştir.

Dağılım 1



— C0 - C180 — C90 - C270

Dağılım 2



— C0 - C180 — C90 - C270

Aydınlatma Simülasyonları - Metot

□ CEN/TR 13201-2 : 2016 “Yol Aydınlatması – Bölüm 2: Performans Gereklilikleri:

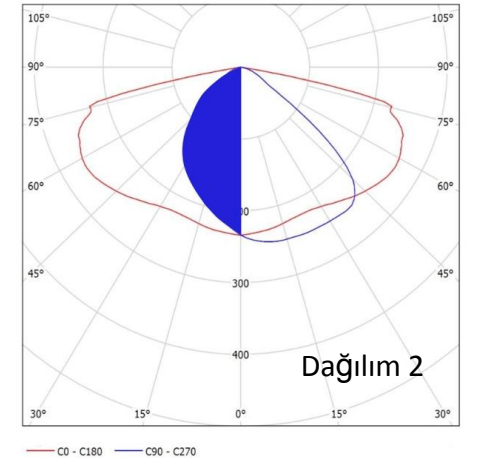
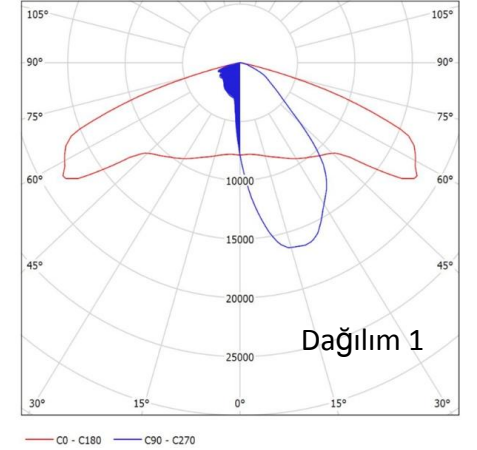
L_{ort} (cd/m ²)	U_o	U_i	f_{TI} (%)	R_{EI}
$\geq 1,5$	$\geq 0,40$	$\geq 0,70$	<10	$> 0,35$

Simülasyon Sonuçları - Metot

- ❑ Güç değerlerini normalize etmek için farklı ışık dağılımlı her iki armatürün de etkinlik faktörlerinin **125 lm/W** olduğu ve güç seviyesinin ışık akısı ile **doğrusal** olarak değiştiği varsayılmıştır.
- ❑ M2-M2'den sonra, her iki yöndeki armatürlerin de ışık akıları değiştirilerek **M2-M4 ve M2-%10 senaryoları sağlanmıştır.**
- ❑ Refüj genişliği **1-2-3 metre** kabul edilerek, simülasyonlar tekrar edilmiştir.

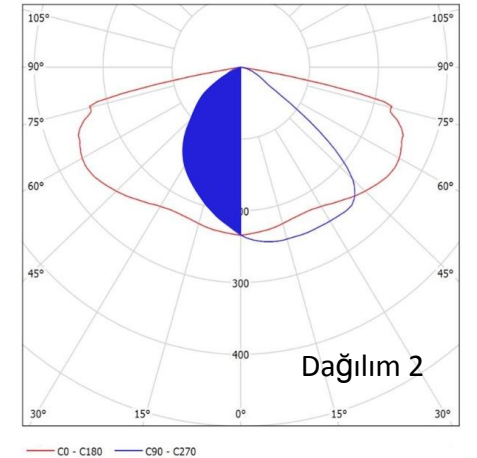
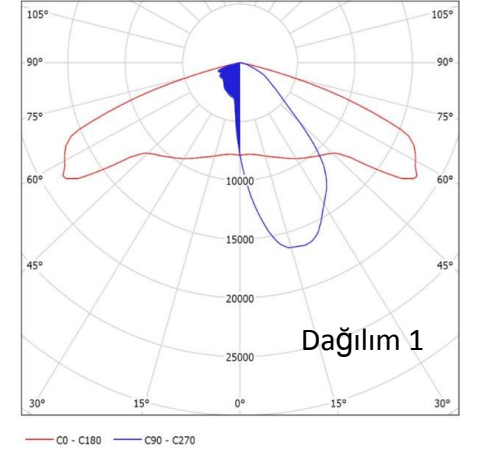
Simülasyon Sonuçları – 1 metre refüj

	Dağılım 1			Dağılım 2		
	Işık Akısı (lm)	Güç (W)	M2 Tarafı için Güç Artış Oranı	Işık Akısı (lm)	Güç (W)	M2 Tarafı için Güç Artış Oranı
Yön 1 M2	11500	92,0	-	12180	97,4	-
Yön 2 M2	11500	92,0		12180	97,4	
Yön 1 M2	12750	102,0	%10,9	16443	131,5	%35
Yön 2 M4	4500	36,0		1914	15,3	
Yön 1 M2	13500	108,0	%17,4	16748	134,0	%37,5
Yön 2 %10	1150	9,2		1218	9,7	



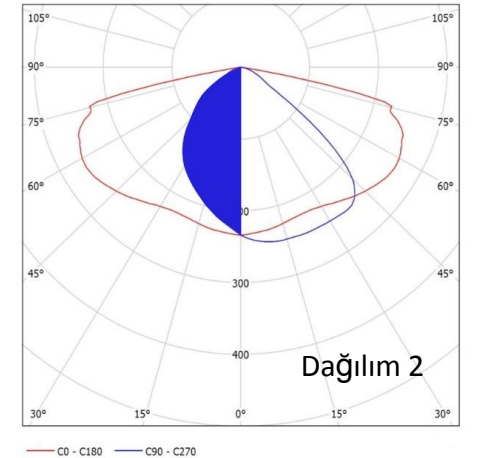
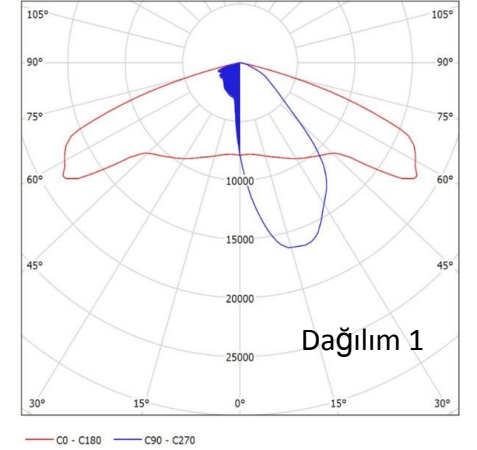
Simülasyon Sonuçları – 2 metre refüj

	Dağılım 1			Dağılım 2		
	Işık Akısı (lm)	Güç (W)	M2 Tarafı için Güç Artış Oranı	Işık Akısı (lm)	Güç (W)	M2 Tarafı için Güç Artış Oranı
Yön 1 M2	11500	92,0	-	12615	100,9	-
Yön 2 M2	11500	92,0		12615	100,9	
Yön 1 M2	12500	100,0	%8,7	16443	131,5	%30,3
Yön 2 M4	4750	38,0		2610	20,9	
Yön 1 M2	13000	104,0	%13,0	16965	135,7	%34,5
Yön 2 %10	1150	9,2		1262	10,1	



Simülasyon Sonuçları – 3 metre refüj

	Dağılım 1			Dağılım 2		
	Işık Akısı (lm)	Güç (W)	M2 Tarafı için Güç Artış Oranı	Işık Akısı (lm)	Güç (W)	M2 Tarafı için Güç Artış Oranı
Yön 1 M2	12000	96,0	-	13050	104,4	-
Yön 2 M2	12000	96,0		13050	104,4	
Yön 1 M2	12300	98,4	%2,5	16313	130,5	%25
Yön 2 M4	5000	40,0		3263	26,1	
Yön 1 M2	13000	104,0	%8,3	16965	135,7	%30
Yön 2 %10	1200	9,6		1305	10,4	



Sonuçlar

- ❑ Normal çalışma koşullarında M2 aydınlatma sınıfı olan **orta refüjden çift konsollu düzenek** ile aydınlatılan örnek bir yol için, **adaptif aydınlatmada sağlanması gereken kritik senaryolarda** iki farklı ışık şiddeti dağılımına sahip armatürlerin kullanılması durumları incelenmiştir.
- ❑ İlk dağılım C_{270° düzlemine daha az ışık gönderirken, ikincisinin ışık katkısı daha fazla olmaktadır.
- ❑ **1, 2 ve 3 metre** olmak üzere üç farklı refüj genişliği seçilerek Dialux ile aydınlatma simülasyonları gerçekleştirilmiştir.

Sonuçlar

- ❑ Farklı dağılımlı armatürlerin ışık akıları, **her iki şerit için M2** aydınlatma sınıfı kriterleri sağlanacak şekilde hesaplanmıştır.
- ❑ Daha sonra gidiş yönü **M2**, dönüş yönü **M4** aydınlatma sınıflı kabul edilerek M2-M4 senaryosu için gerekli ışık akıları hesaplanmıştır.
- ❑ Son olarak, yolun **gidiş yönünde araç yoğunluğunun yüksek** olduğu **dönüş yönünden ise araç geçmediği** durumlar için kabul edilen **M2-%10** senaryosunda simülasyonlar tekrar edilip armatür ışık akıları hesaplanmıştır.
- ❑ Güç seviyelerini normalize etmek için ışık akısı ve gücün doğrusal olarak değiştiği ve seçilen her iki ışık şiddeti dağılımlarının armatür formuna geldiğinde 125 lm/W etkinliğe sahip olacağı varsayılmıştır.
- ❑ Özellikle 1 metre orta refüj genişliği için güç artış oranının M2-M4 senaryosunda **%35**, M2-%10 senaryosunda **%37,5** değerlerine yükseldiği görülmüştür.

Sonuçlar

- Armatür ışık dağılımlarının etkisi incelendiğinde ise, statik veya dinamik adaptif yol aydınlatma uygulamalarında orta refüjde çift konsollu tesisatlar tasarlanırken, **mümkün olduğunca C_{270° düzlemine daha az ışık gönderen armatürlerin** seçilmesinin gerektiği ortaya çıkmaktadır.
- Bu durum kullanılacak armatürlerin güçlerinin artması, ilk yatırım maliyetlerinin yükselmesi ve sadece baz senaryolara göre basit ışık akısı azaltımı varsayımı ile beyan edilen enerji tasarruf değerlerinin gerçek uygulamalarda daha az gerçekleşmesi anlamına gelmektedir.



Teşekkürler

byurtseven@itu.edu.tr