

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DOĞRUSAL FLÜORESAN LAMBALI AYGITLAR İLE
DÜZGÜN YAYILMIŞ AYDINLIĞIN SAĞLANDIĞI
KOŞULLARIN BELİRLENMESİ**

Mimar Onur YİĞİT

**FBE Mimarlık Anabilim Dalı Yapı Fiziği Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Leyla Dokuzer ÖZTÜRK

İSTANBUL, 2007

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ	v
KISALTIMA LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ	viii
ÇİZELGE LİSTESİ	xii
RESİM LİSTESİ	xiv
ÖNSÖZ.....	xv
ÖZET	xvi
ABSTRACT	xvii
1 GİRİŞ.....	1
2 AYDINLATMA AYGITI VE YANSITICI TANIMI.....	2
3 AYDINLATMA AYGITININ AYDINLATMA ÖZELLİKLERİ	4
3.1 Işık Akısı Dağılımı	4
3.2 Işık Yeğnlik Dağılımı	5
3.3 Aydınlık Düzeyi Dağılımı	7
3.4 Aydınlatma Aygıtının Geriverimi	8
3.5 Siperlik Engel Açısı.....	9
4 YANSITICI YÜZEYİN IŞIK YANSITMA BİÇİMİ.....	13
5 YANSITICILARIN GEOMETRİK ÖZELLİKLERİ.....	15
5.1 Düzlem Yüzeyle Yansıtıcılar	16
5.2 Temel Yansıtıcı Biçimleri	18
5.3 Genel Yansıtıcı Biçimleri	19
6 DÜZGÜN YAYILMIŞ AYDINLIK SAĞLAMAK AMACIYLA YAPILAN YANSITICI TASARIMLARI.....	22
6.1 Aydınlatma Aygıtı Analiz ve Tasarım Programı.....	24
6.2 Aydınlık Dağılımında Düzgünlüğün Değerlendirilmesi	24

6.3	Örtücü Tasarımı	27
7	GENEL SİLİNDİR YANSITICI	33
7.1	Uygulama Örneklerinin Yapıldığı Koşular	34
7.2	Elde Edilen Işık Yeğİnlik ve Aydınlik Dağılımları	41
7.2.1	Genel Silindir Yansıtıcılarda, Aygıttan Çıkan Işığın Yayılma Açısının Işık Yeğİnlik ve Aydınlik Dağılımına Etkisi	41
7.2.2	Yansıtıcının Enine ve Boyuna Kesitindeki Işık Yeğİnlik ve Aydınlik Dağılımını Gösteren Örnek Durumlar	47
7.2.3	Genel Silindir Yansıtıcılarda, Yansıtıcının Tepe Noktası ile Işık Kaynağı Merkezi Arasındaki Uzaklığın Işık Yeğİnlik ve Aydınlik Dağılımına Etkisi.....	48
7.2.4	Aydınlatma Aygıtı ile Aydınlanan Düzlem Arasındaki Uzaklığın Aydınlik Dağılımına Etkisini Gösteren Örnek Durumlar	51
7.2.5	Genel Silindir Yansıtıcılarda, Yansıtıcı Yüksekliğinin Kısaltılmasının Işık Yeğİnlik ve Aydınlik Dağılımına Etkisi.....	52
7.3	Sonuçların Karşılaştırması ve Değerlendirmesi	60
8	ELİPTİK SİLİNDİR YANSITICI	64
8.1	Uygulama Örneklerinin Yapıldığı Koşular	64
8.2	Elde Edilen Işık Yeğİnlik ve Aydınlik Dağılımları	75
8.2.1	Eliptik Silindir Yansıtıcılarda, İki Odak Arasındaki Uzaklığın Işık Yeğİnlik ve Aydınlik Dağılımına Etkisi.....	75
8.2.2	Yansıtıcının Enine ve Boyuna Kesitindeki Işık Yeğİnlik ve Aydınlik Dağılımını Gösteren Örnek Durumlar	82
8.2.3	Eliptik Silindir Yansıtıcılarda, İki Odak Arasındaki Uzaklığın Tepe Noktası ile Odak Arasındaki Uzaklığa Oranının Işık Yeğİnlik ve Aydınlik Dağılımına Etkisi.....	84
8.2.4	Aydınlatma Aygıtı ile Aydınlanan Düzlem Arasındaki Uzaklığın Aydınlik Dağılımına Etkisini Gösteren Örnek Durumlar	88
8.2.5	Eliptik Silindir Yansıtıcılarda, Lambanın Odak Dışına Yerleştirilmesinin Işık Yeğİnlik ve Aydınlik Dağılımına Etkisi.....	89
8.3	Sonuçların Karşılaştırması ve Değerlendirmesi	95
9	PARABOLİK SİLİNDİR YANSITICI	98
9.1	Uygulama Örneklerinin Yapıldığı Koşullar	98
9.2	Elde Edilen Işık Yeğİnlik ve Aydınlik Dağılımları	101
9.2.1	Parabolik Silindir Yansıtıcının Odak Uzaklığının Işık Yeğİnlik ve Aydınlik Dağılımına Etkisi	101
9.2.2	Yansıtıcının Enine ve Boyuna Kesitindeki Işık Yeğİnlik ve Aydınlik Dağılımını Gösteren Örnek Durumlar	102
9.2.3	Aydınlatma Aygıtı ile Aydınlanan Düzlem Arasındaki Uzaklığın Aydınlik Dağılımına Etkisini Gösteren Örnek Durumlar.....	103
9.3	Sonuçların Karşılaştırması ve Değerlendirmesi	104

10	HİPERBOLİK SİLİNDİR YANSITICI	105
10.1	Uygulama Örneklerinin Yapıldığı Koşullar	105
10.2	Elde Edilen Işık Yeğirlik ve Aydınlik Dağılımları	108
10.2.1	Hiperbolik Silindir Yansıtıcıda, İki Odak Arasındaki Uzaklığın Işık Yeğirlik ve Aydınlik Dağılımına Etkisi	108
10.2.2	Yansıtıcının Enine ve Boyuna Kesitindeki Işık Yeğirlik ve Aydınlik Dağılımını Gösteren Örnek Durumlar	109
10.2.3	Aydınlatma Aygıtı ile Aydınlanan Düzlem Arasındaki Uzaklığın Aydınlik Dağılımına Etkisini Gösteren Örnek Durumlar	110
10.3	Sonuçların Karşılaştırması ve Değerlendirmesi	111
11	DÜZLEM YANSITICI.....	112
11.1	Uygulama Örneklerinin Yapıldığı Koşullar	112
11.2	Elde Edilen Işık Yeğirlik ve Aydınlik Dağılımları	115
11.2.1	Düzlem Yansıtıcının Tepe Noktası İle Işık Kaynağı Merkezi Arasındaki Uzaklığın Işık Yeğirlik ve Aydınlik Dağılımına Etkisi	115
11.2.2	Yansıtıcının Enine ve Boyuna Kesitindeki Işık Yeğirlik ve Aydınlik Dağılımını Gösteren Örnek Durumlar	116
11.2.3	Aydınlatma Aygıtı ile Aydınlanan Düzlem Arasındaki Uzaklığın Aydınlik Dağılımına Etkisini Gösteren Örnek Durumlar	117
11.3	Sonuçların Karşılaştırması ve Değerlendirmesi	118
12	ANALİZ VE ÖLÇME SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRMASI VE DEĞERLENDİRİLMESİ	120
12.1	Üretilcek Yansıtıcının Seçimi, Yeniden Biçimlendirilmesi ve Analiz Sonuçları	120
12.2	Aydınlatma Aygıtının Yapım Süreci ve Üretilen Aygıtın Özellikleri.....	124
12.3	Ölçme Düzeni ve Sonuçları	131
12.4	Sonuçların Karşılaştırması ve Değerlendirmesi	135
13	SONUÇ.....	138
	KAYNAKLAR.....	140
	ÖZGEÇMİŞ.....	142

SİMGE LİSTESİ

A_A	Aydınlatma aygıtı aralığı
$A_{\bar{O}}$	Örtücü aralığı
C	Düzlemler arası açı adımı (yatay açı aralığı)
D	Düzensünlük değeri
E_{mak}	Maksimum aydınlık düzeyi
E_0	Aygıt eksenindeki aydınlık düzeyi
f	Yansıtıcının odak uzaklığı
FF'	Yansıtıcının iki odağı arasındaki uzaklık
FK	Yansıtıcının odağı ile ışık kaynağı merkezi arasındaki uzaklık
$f_{\bar{O}}$	Örtücüyü oluşturan parabolün odağı ve odak uzaklığı
$h_{\bar{O}}$	Örtücü yüksekliği
I_{mak}	Maksimum ışık yeğirliğı
$I_{\text{mak}/2}$	En büyük ışık yeğirliğinin yarıya düştüğü doğrultusunun aygıt eksenini ile yaptığı açı
I_0	Aygıt eksenindeki ışık yeğirliğı
K	Işık kaynağı merkezi
\bar{L}	Ortalama lamba ışıklılığı aralığı
$S_{\bar{O}}$	Örtücü sayısı
TF	Yansıtıcının tepe noktası ile ışık kaynağı merkezi arasındaki uzaklık
TK	Yansıtıcının tepe noktası ile ışık kaynağı merkezi arasındaki uzaklık
u	Aydınlanan düzlemde aygıt eksenindeki aydınlık düzeyinin (E_0) yarıya düştüğü ($1/2E_0$) noktanın eksenden uzaklığı (m)
x	Yansıtıcının ağız açıklığı
y	Yansıtıcının yüksekliği
Y	Yaklaşıklık değeri
α	Maksimum ışık yeğirliğı doğrultusunun aygıt eksenini ile yaptığı açı
$\beta_{\bar{O}}$	Örtücü engel açısı
β_Y	Siperlik engel açısı
γ	Düzlem içi açı adımı (düşey açı aralığı)
δ	Işığın yansıtıcı yüzeye geliş doğrultusunun aygıt eksenini ile yaptığı açı
η	Aydınlatma aygıtının geriverimi
θ	Aygıttan çıkan ışığın yayılma açısı

θ_Y	Yansıtıcı yüksekliğinin kısaltıldığı durumda aygıttan çıkan ışığın yayılma açısı
σ	Işığın yansıtıcı yüzeyden yansıma doğrultusunun aygıt eksenine ile yaptığı açı
φ	Her bir yansıtıcı parçasından yansıyan ışığın yayılma açısı
ω	Siperlik çıkış açısı
ρ	Yüzeyin ışık yansıtma çarpanı

KISALTMALAR

GSY	Genel silindir yansıtıcı
ESY	Eliptik silindir yansıtıcı
PSY	Parabolik silindir yansıtıcı
HSY	Hiperbolik silindir yansıtıcı
DY	Düzlem yansıtıcı
MIRO04	Düzgün yansıma yapan yansıtıcı gereci
MIRO07	Yayınık yansıma yapan yansıtıcı gereci
MIRO05	İpeğimsi parlaklıktaki yansıtıcı gereci
GONFU-302	Üretilen aydınlatma aygıtının ölçümünde kullanılan gonyofotometre
YFU	Yapı Fiziği Uzmanlık Enstitüsü

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 3.1	Aydınlatma aygıtının ışık akısı dağılımı/ Aydınlatma biçimi.....5
Şekil 3.2	Polar koordinat sisteminde gösterilen ışık yeğnlik dağılımlarına örnekler.....6
Şekil 3.3	Kartezyen sistemde gösterilen ışık yeğnlik dağılımlarına örnekler.....6
Şekil 3.4	Işık yeğnlik dağılımının çeşitli düzlemler içinde gösterilişi.....7
Şekil 3.5	Aydınlık düzeyi eğrileri.....8
Şekil 3.6	Eş aydınlık eğrileri.....8
Şekil 3.7	Bir aydınlatma aygıtından çıkan ışığın yayılma açısı içindeki, ışıklılığın sınırlanması gereken kritik bölge ($45^\circ \leq \gamma \leq 85^\circ$)10
Şekil 3.8	Çeşitli aydınlatma aygıtlarında siperlik engel ve çıkış açıları.....11
Şekil 4.1	Düzyen yansıma yapan yansıtıcı gereçlerine örnekler.....13
Şekil 4.2	Yayınık yansıma yapan yansıtıcı gereçlerine örnekler.....14
Şekil 4.3	Karışık yansıma (düzyen yansıma ve yayınık yansıma) yapan yansıtıcı gereçlerine örnekler.....14
Şekil 5.1	Her parçasından yansıyan ışığı aynı doğrultulara ve aynı büyüklükteki açısına yönelten düzlem yansıtıcı.....17
Şekil 5.2	Her parçasından yansıyan ışığı farklı doğrultulara ve farklı büyüklükteki açılar içine yönelten düzlem yansıtıcı.....17
Şekil 5.3	Bir koni ile bir düzlemin arakesitleri.....18
Şekil 5.4	Enine kesiti konikler olan silindirler.....19
Şekil 5.5	Genel yansıtıcılara örnekler.....20
Şekil 5.6	Genel yansıtıcıyı belirleyen büyüklükler.....21
Şekil 6.1	Aygıt ışık yeğnliği uzaysal dağılımının çeşitli yatay açılarındaki ışık yeğnlik düzlemsel dağılımları.....22
Şekil 6.2	Yansıtıcılarda kullanılan gereçlerin ışık yansıtma biçimleri.....23
Şekil 6.3	Noktada yatay aydınlık düzeyi hesabının bağılı olduğu büyüklükler.....25
Şekil 6.4	Örtücü tasarımına örnek.....27
Şekil 6.5	Odak uzaklıkları (f) farklı parabollerden oluşturulmuş örtücüler.....28
Şekil 6.6	Odak uzaklıkları 2 ve 7 cm olan parabollerden oluşturulmuş örtücü kullanımında elde edilen ışık yeğnlik dağılımları.....31
Şekil 6.7	Odak uzaklıkları 2 ve 7 cm olan parabollerden oluşturulmuş örtücü kullanımında elde edilen aydınlık dağılımları – siperlik ve örtücü engel açısı farklı.....31
Şekil 6.8	Odak uzaklıkları 2 ve 7 cm olan parabollerden oluşturulmuş örtücü kullanımında elde edilen aydınlık dağılımları – siperlik ve örtücü engel açısı eşit.....31
Şekil 7.1	Aydınlık dağılımının düzyen olmasını sağlayacak aygıt ışık yeğnlik eğrileri...33
Şekil 7.2	Aygıttan çıkan ışığın yayılma açısının 60° , 70° , 80° , 90° ve 100° olması durumları için tasarlanan genel yansıtıcı kesitleri.....34
Şekil 7.3	Genel silindir yansıtıcının özelliklerini belirleyen büyüklükler.....35
Şekil 7.4	Örtücünün özelliklerini belirleyen büyüklükler.....35
Şekil 7.5	Yansıtıcı yüksekliğinin kısaltılmasına bir örnek.....39
Şekil 7.6a	Aygıttan çıkan ışığın yayılma açısının aydınlatma aygıtı ışık yeğnlik dağılımına etkisi.....42
Şekil 7.6b	Aygıttan çıkan ışığın yayılma açısının aydınlatma aygıtı ışık yeğnlik dağılımına etkisi.....43
Şekil 7.7a	Aygıttan çıkan ışığın yayılma açısının aydınlık dağılımına etkisi.....44
Şekil 7.7b	Aygıttan çıkan ışığın yayılma açısının aydınlık dağılımına etkisi.....45
Şekil 7.7c	Aygıttan çıkan ışığın yayılma açısının aydınlık dağılımına etkisi.....46
Şekil 7.7d	Aygıttan çıkan ışığın yayılma açısının aydınlık dağılımına etkisi.....47

Şekil 7.8a	Yansıtıcının enine ve boyuna kesitindeki aydınlık dağılımını gösteren örnek durumlar.....	47
Şekil 7.8b	Yansıtıcının enine ve boyuna kesitindeki aydınlık dağılımını gösteren örnek durumlar.....	48
Şekil 7.9	Genel silindir yansıtıcılarda yansıtıcının tepe noktası ile ışık kaynağı merkezi arasındaki uzaklığın aydınlatma aygıtı ışık yeğlilik dağılımına etkisi.....	49
Şekil 7.10	Genel silindir yansıtıcılarda yansıtıcının tepe noktası ile ışık kaynağı merkezi arasındaki uzaklığın aydınlık dağılımına etkisi.....	50
Şekil 7.11a	Aydınlatma aygıtı ile aydınlanan düzlem arasındaki uzaklığın aydınlık dağılımına etkisini gösteren örnek durumlar.....	51
Şekil 7.11b	Aydınlatma aygıtı ile aydınlanan düzlem arasındaki uzaklığın aydınlık dağılımına etkisini gösteren örnek durumlar.....	52
Şekil 7.12a	Genel silindir yansıtıcılarda yansıtıcı yüksekliğinin kısaltılmasının aydınlatma aygıtı ışık yeğlilik dağılımına etkisi.....	53
Şekil 7.12b	Genel silindir yansıtıcılarda yansıtıcı yüksekliğinin kısaltılmasının aydınlatma aygıtı ışık yeğlilik dağılımına etkisi.....	54
Şekil 7.12c	Genel silindir yansıtıcılarda yansıtıcı yüksekliğinin kısaltılmasının aydınlatma aygıtı ışık yeğlilik dağılımına etkisi.....	55
Şekil 7.13a	Genel silindir yansıtıcılarda yansıtıcı yüksekliğinin kısaltılmasının aydınlık dağılımına etkisi.....	56
Şekil 7.13b	Genel silindir yansıtıcılarda yansıtıcı yüksekliğinin kısaltılmasının aydınlık dağılımına etkisi.....	57
Şekil 7.13c	Genel silindir yansıtıcılarda yansıtıcı yüksekliğinin kısaltılmasının aydınlık dağılımına etkisi.....	58
Şekil 7.13d	Genel silindir yansıtıcılarda yansıtıcı yüksekliğinin kısaltılmasının aydınlık dağılımına etkisi.....	59
Şekil 7.13e	Genel silindir yansıtıcılarda yansıtıcı yüksekliğinin kısaltılmasının aydınlık dağılımına etkisi.....	60
Şekil 8.1	Eliptik silindir yansıtıcının özelliklerini belirleyen büyüklükler.....	66
Şekil 8.2	Örtücünün özelliklerini belirleyen büyüklükler.....	66
Şekil 8.3	Lambanın aydınlatma aygıtı ekseninde kaydırılmasına bir örnek.....	72
Şekil 8.4a	Eliptik silindir yansıtıcıda, iki odak arasındaki uzaklığın aydınlatma aygıtı ışık yeğlilik dağılımına etkisi.....	76
Şekil 8.4b	Eliptik silindir yansıtıcıda, iki odak arasındaki uzaklığın aydınlatma aygıtı ışık yeğlilik dağılımına etkisi.....	77
Şekil 8.4c	Eliptik silindir yansıtıcıda, iki odak arasındaki uzaklığın aydınlatma aygıtı ışık yeğlilik dağılımına etkisi.....	78
Şekil 8.5a	Eliptik silindir yansıtıcıda, iki odak arasındaki uzaklığın aydınlık dağılımına etkisi.....	79
Şekil 8.5b	Eliptik silindir yansıtıcıda, iki odak arasındaki uzaklığın aydınlık dağılımına etkisi.....	80
Şekil 8.5c	Eliptik silindir yansıtıcıda, iki odak arasındaki uzaklığın aydınlık dağılımına etkisi.....	81
Şekil 8.5d	Eliptik silindir yansıtıcıda, iki odak arasındaki uzaklığın aydınlık dağılımına etkisi.....	82
Şekil 8.6a	Eliptik silindir yansıtıcıda, yansıtıcının enine ve boyuna kesitindeki aydınlık dağılımını gösteren örnek durumlar.....	82
Şekil 8.6b	Eliptik silindir yansıtıcıda, yansıtıcının enine ve boyuna kesitindeki aydınlık dağılımını gösteren örnek durumlar.....	83
Şekil 8.7	Eliptik silindir yansıtıcıda, iki odak arasındaki uzaklığın tepe noktası ile odak arasındaki uzaklığa oranının aydınlatma aygıtı ışık yeğlilik dağılımına etkisi...86	86

Şekil 8.8	Eliptik silindir yansıtıcıda, iki odak arasındaki uzaklığın tepe noktası ile odak arasındaki uzaklığa oranının aydınlık dağılımına etkisi.....	87
Şekil 8.9	Aydınlatma aygıtı ile aydınlanan düzlem arasındaki uzaklığın aydınlık dağılımına etkisini gösteren örnek durumlar.....	89
Şekil 8.10a	Lambanın odak dışına yerleştirilmesinin aydınlatma aygıtı ışık yeğlilik dağılımına etkisi.....	90
Şekil 8.10b	Lambanın odak dışına yerleştirilmesinin aydınlatma aygıtı ışık yeğlilik dağılımına etkisi.....	91
Şekil 8.11a	Lambanın odak dışına yerleştirilmesinin aydınlık dağılımına etkisi.....	92
Şekil 8.11b	Lambanın odak dışına yerleştirilmesinin aydınlık dağılımına etkisi.....	93
Şekil 8.11c	Lambanın odak dışına yerleştirilmesinin aydınlık dağılımına etkisi.....	94
Şekil 9.1	Parabolik silindir yansıtıcının özelliklerini belirleyen büyüklükler.....	99
Şekil 9.2	Örtücü özelliklerini belirleyen büyüklükler.....	99
Şekil 9.3	Parabolik silindir yansıtıcının odak uzaklığının aydınlatma aygıtı ışık yeğlilik dağılımına etkisi.....	101
Şekil 9.4	Parabolik silindir yansıtıcının odak uzaklığının aydınlık dağılımına etkisi.....	102
Şekil 9.5	Parabolik silindir yansıtıcıda, yansıtıcının enine ve boyuna kesitindeki aydınlık dağılımını gösteren örnek durumlar.....	102
Şekil 9.6	Aydınlatma aygıtı ile aydınlanan düzlem arasındaki uzaklığın aydınlık dağılımına etkisini gösteren örnek durumlar.....	103
Şekil 10.1	Hiperbolik silindir yansıtıcının özelliklerini belirleyen büyüklükler.....	106
Şekil 10.2	Örtücü özelliklerini belirleyen büyüklükler.....	106
Şekil 10.3	Hiperbolik silindir yansıtıcıda, iki odak arasındaki uzaklığın aydınlatma aygıtı ışık yeğlilik dağılımına etkisi.....	108
Şekil 10.4	Hiperbolik silindir yansıtıcıda, iki odak arasındaki uzaklığın aydınlık dağılımına etkisi.....	109
Şekil 10.5	Hiperbolik silindir yansıtıcıda, yansıtıcının enine ve boyuna kesitindeki aydınlık dağılımını gösteren örnek durumlar.....	109
Şekil 10.6	Aydınlatma aygıtı ile aydınlanan düzlem arasındaki uzaklığın aydınlık dağılımına etkisini gösteren örnek durumlar.....	110
Şekil 11.1	Her bir yansıtıcı parçasından yansıyan ışığın yayılma açısının 5° , 15° ve 25° olması koşulları için yapılan düzlem yansıtıcı tasarımları.....	112
Şekil 11.2	Düzlem yansıtıcının özelliklerini belirleyen büyüklükler.....	113
Şekil 11.3	Örtücünün özelliklerini belirleyen büyüklükler.....	114
Şekil 11.4	Düzlem yansıtıcı parçalarından yansıyan ışığın yayılma açısının ışık yeğlilik dağılımına etkisi.....	116
Şekil 11.5	Düzlem yansıtıcı parçalarından yansıyan ışığın yayılma açısının aydınlık dağılımına etkisi.....	116
Şekil 11.6	Düzlem yansıtıcıda, yansıtıcının enine ve boyuna kesitindeki aydınlık dağılımını gösteren örnek durumlar.....	117
Şekil 11.7	Aydınlatma aygıtı ile aydınlanan düzlem arasındaki uzaklığın aydınlık dağılımına etkisini gösteren örnek durumlar.....	118
Şekil 12.1	Üretilmek üzere seçilen genel silindir yansıtıcı ve bu yansıtıcı için tasarlanan örtücü.....	121
Şekil 12.2	Örnek aydınlatma aygıtının üretimini üstlenen kuruluşun üretebildiği örtücü..	121
Şekil 12.3	Tasarlanan ve kullanılmak zorunda kalınan örtücülerin karşılaştırması.....	121
Şekil 12.4	Üretilmek üzere yeniden biçimlendirilen yansıtıcı.....	122
Şekil 12.5	Tasarlanan ve üretilmek üzere yeniden biçimlendirilen yansıtıcı kesitlerinin karşılaştırması.....	122
Şekil 12.6	Tasarlanan genel silindir yansıtıcının kullanıldığı durum için elde edilen aydınlatma aygıtı ışık yeğlilik dağılımı.....	123

Şekil 12.7	Üretilmek üzere yeniden biçimlendirilen yansıtıcının kullanıldığı durum için elde edilen aydınlatma aygıtı ışık yeğlilik dağılımı.....	124
Şekil 12.8	Tasarlanan ve üretilmek üzere yeniden biçimlendirilen yansıtıcıların kullanıldığı durumlar için elde edilen aydınlatma aygıtı ışık yeğlilik dağılımlarının karşılaştırması.....	124
Şekil 12.9	Üretilen yansıtıcı kesiti.....	128
Şekil 12.10	Üretilmek üzere hazırlanan ve üretilen yansıtıcı kesitlerinin karşılaştırması...	129
Şekil 12.11	Üretilen yansıtıcının kullanıldığı durum için elde edilen aydınlatma aygıtı ışık yeğlilik dağılımı.....	129
Şekil 12.12	Üretilmek üzere hazırlanan ve üretilen yansıtıcının kullanıldıkları durumlar için elde edilen aydınlatma aygıtı ışık yeğlilik dağılımları.....	130
Şekil 12.13	Analiz sonucunda elde edilen aygıt ışık yeğlilik dağılımı.....	136
Şekil 12.14	Ölçme sonucunda elde edilen aygıt ışık yeğlilik dağılımı.....	136

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 3.1	Aydınlatma aygıtının ışık akısı dağılımı/aydınlatma biçimi.....5
Çizelge 3.2	Lamba türüne göre sağlanması gereken minimum siperlik engel açıları.....12
Çizelge 6.1	Genel silindir yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, MIRO04; örtücü odak uzaklığı değişiminin sonuçlara etkisinin incelenmesi-örtücü ve siperlik engel açılarının farklı tutulduğu durum.....28
Çizelge 6.2	Genel silindir yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, MIRO07; örtücü odak uzaklığı değişiminin sonuçlara etkisinin incelenmesi-örtücü ve siperlik engel açılarının farklı tutulduğu durum.....29
Çizelge 6.3	Genel silindir yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, MIRO04; örtücü odak uzaklığı değişiminin sonuçlara etkisinin incelenmesi-örtücü ve siperlik engel açılarının eşit tutulduğu durum.....29
Çizelge 6.4	Genel silindir yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, MIRO07; örtücü odak uzaklığı değişiminin sonuçlara etkisinin incelenmesi-örtücü ve siperlik engel açılarının eşit tutulduğu durum.....30
Çizelge 7.1	Genel silindir yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, ele alınan yansıtıcı ve örtücü özellikleri.....36
Çizelge 7.2	Genel silindir yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, MIRO04 yansıtıcı gerecinin kullanıldığı durumda ulaşılan sonuçlar.....37
Çizelge 7.3	Genel silindir yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, MIRO07 yansıtıcı gerecinin kullanıldığı durumda ulaşılan sonuçlar.....38
Çizelge 7.4	Genel silindir yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, yansıtıcı yüksekliğinin kısaltıldığı koşullar için yansıtıcı ve örtücü özellikleri.....39
Çizelge 7.5	Genel silindir yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, yansıtıcı yüksekliğinin kısaltıldığı koşullar için MIRO04 yansıtıcı gerecinin kullanıldığı durumda ulaşılan sonuçlar.....40
Çizelge 7.6	Genel silindir yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, yansıtıcı yüksekliğinin kısaltıldığı koşullar için MIRO07 yansıtıcı gerecinin kullanıldığı durumda ulaşılan sonuçlar.....40
Çizelge 7.7	Genel silindir yansıtıcıda iki aygıt arasındaki uzaklığın (m) belirlenmesine örnekler -T5 doğrusal flüoresan lamba.....51
Çizelge 8.1a	Eliptik silindir yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, ele alınan yansıtıcı ve örtücü özellikleri.....66
Çizelge 8.1b	Eliptik silindir yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, ele alınan yansıtıcı ve örtücü özellikleri.....67
Çizelge 8.1c	Eliptik silindir yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, ele alınan yansıtıcı ve örtücü özellikleri.....68
Çizelge 8.1d	Eliptik silindir yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, ele alınan yansıtıcı ve örtücü özellikleri.....69
Çizelge 8.2a	Eliptik silindir yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, MIRO04 yansıtıcı gerecinin kullanıldığı durumda ulaşılan sonuçlar.....69
Çizelge 8.2b	Eliptik silindir yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, MIRO04 yansıtıcı gerecinin kullanıldığı durumda ulaşılan sonuçlar.....70
Çizelge 8.3a	Eliptik silindir yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, MIRO07 yansıtıcı gerecinin kullanıldığı durumda ulaşılan sonuçlar.....71
Çizelge 8.3b	Eliptik silindir yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, MIRO07 yansıtıcı gerecinin kullanıldığı durumda ulaşılan sonuçlar.....72
Çizelge 8.4	Eliptik silindir yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, lambanın odak dışına yerleştirildiği koşullar için yansıtıcı ve örtücü özellikleri.....73

Çizelge 8.5	Elipsoit yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, lambanın odak dışına yerleştirildiği koşullar için MIRO04 yansıtıcı gerecinin kullanıldığı durumda ulaşılan sonuçlar.....	74
Çizelge 8.6	Elipsoit yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, lambanın odak dışına yerleştirildiği koşullar için MIRO07 yansıtıcı gerecinin kullanıldığı durumda ulaşılan sonuçlar.....	74
Çizelge 8.7	Eliptik silindir yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba; FF ² /TF oranı değişiminin sonuçlara etkisinin incelenmesi.....	85
Çizelge 8.8	Eliptik silindir yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, MIRO04; FF ² /TF oranı değişiminin sonuçlara etkisinin incelenmesi.....	85
Çizelge 8.9	Eliptik silindir yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, MIRO07; FF ² /TF oranı değişiminin sonuçlara etkisinin incelenmesi.....	85
Çizelge 8.10	Eliptik silindir yansıtıcıda iki aygıt arasındaki uzaklığın belirlenmesine örnekler-T5 doğrusal flüoresan lamba.....	88
Çizelge 9.1	Parabolik silindir yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, ele alınan yansıtıcı ve örtücü özellikleri.....	99
Çizelge 9.2	Parabolik silindir yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, MIRO04 yansıtıcı gerecinin kullanıldığı durumda ulaşılan sonuçlar.....	100
Çizelge 9.3	Parabolik silindir yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, MIRO07 yansıtıcı gerecinin kullanıldığı durumda ulaşılan sonuçlar.....	100
Çizelge 9.4	Parabolik silindir yansıtıcıda iki aygıt arasındaki uzaklığın belirlenmesine örnekler-T5 doğrusal flüoresan lamba.....	103
Çizelge 10.1	Hiperbolik silindir yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, ele alınan yansıtıcı ve örtücü özellikleri.....	107
Çizelge 10.2	Hiperbolik silindir yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, MIRO04 yansıtıcı gerecinin kullanıldığı durumda ulaşılan sonuçlar.....	107
Çizelge 10.3	Hiperbolik silindir yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, MIRO07 yansıtıcı gerecinin kullanıldığı durumda ulaşılan sonuçlar.....	107
Çizelge 10.4	Hiperbolik silindir yansıtıcıda iki aygıt arasındaki uzaklığın belirlenmesine örnekler- T5 doğrusal flüoresan lamba.....	110
Çizelge 11.1	Düzlem yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, ele alınan yansıtıcı ve örtücü özellikleri.....	114
Çizelge 11.2	Düzlem yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, MIRO04 yansıtıcı gerecinin kullanıldığı durumda ulaşılan sonuçlar.....	114
Çizelge 11.3	Düzlem yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, MIRO07 yansıtıcı gerecinin kullanıldığı durumda ulaşılan sonuçlar.....	115
Çizelge 11.4	Düzlem yansıtıcıda iki aygıt arasındaki uzaklığın belirlenmesine örnekler - T5 doğrusal flüoresan lamba.....	118
Çizelge 12.1a	Analiz sonucunda elde edilen aydınlatma aygıtı ışık yeğirlik değerleri.....	130
Çizelge 12.1b	Analiz sonucunda elde edilen aydınlatma aygıtı ışık yeğirlik değerleri.....	131
Çizelge 12.2a	Ölçme sonucunda elde edilen aydınlatma aygıtı ışık yeğirlik değerleri.....	134
Çizelge 12.2b	Ölçme sonucunda elde edilen aydınlatma aygıtı ışık yeğirlik değerleri.....	135
Çizelge 12.3	Analiz ve ölçme sonuçlarının karşılaştırması.....	137

RESİM LİSTESİ

	Sayfa
Resim 12.1	MİRO05 yansıtıcı gerecinin görünümü.....123
Resim 12.2	Yansıtıcı gereğine istenen büyüklüğün verilmesi sürecinde kontrol amaçlı kullanılmak üzere hazırlanan master.....125
Resim 12.3	Yansıtıcı gerecinin biçimlendirildiği makine.....125
Resim 12.4	Yansıtıcı kesitindeki büyüklüğün kontrolü.....127
Resim 12.5	Aydınlatma aygıtı yansıtıcısının verilere uygunluğunun kontrolü.....127
Resim 12.6	Aydınlatma aygıtı kasasının verilere uygunluğunun kontrolü.....127
Resim 12.7	Üretilen yansıtıcı kesitinden alınan fotokopi.....128
Resim 12.8	Ölçmelerin yapıldığı gonyofotometre (açılı ışıkölçer).....133
Resim 12.9	Ölçmelerin yapıldığı aydınlıkölçer.....134

ÖNSÖZ

Doğrusal flüoresan lamba kullanımında düzgün yayılmış aydınlığın sağlandığı koşulların belirlenmesi konulu bu çalışmanın gerçekleşmesinde büyük katkıları olan değerli hocam Sayın Doç. Dr. Leyla Dokuzer ÖZTÜRK'e sonsuz minnetlerimi sunarım.

Ayrıca, yüksek lisans eğitimim süresince bana destek olan ve özellikle bu çalışmanın gerçekleşmesi aşamasında çalışma ortamlarına beni kabul eden sevgili Yapı Fiziği Bilim Dalı Öğretim Üyeleri'ne teşekkür ederim.

Çalışmada ele alınan örnek yansıtıcıların üretilmesinde ve laboratuvar ortamında test edilmesinde desteklerini esirgemeyen Veksan ve YFU firmaları yetkililerine teşekkürü bir borç bilirim.

Tez çalışmam süresince desteklerini hep yanımda hissettiğim aileme ve çalışma arkadaşlarıma da sevgi ve saygılarımı sunarım.

ÖZET

Lamba ışığını biçimlendirmek üzere çeşitli yansıtıcı türleri kullanılır. Belli bir lamba ile birlikte kullanılan yansıtıcı türüne göre elde edilen aygıt ışık yeğirlik ve aydınlık dağılımının özellikleri değişir. Bu çalışmada, doğrusal flüoresan lamba için tasarlanan yansıtıcıların özelliklerine ve aydınlatma aygıtının ışık yeğirlik dağılımı, aygıt geriverimi, aydınlık dağılımının düzgünlüğü açılarından ulaşılan sonuçlara yer verilmiştir. Çalışma, onüç ana bölümden oluşmaktadır.

Bölüm 1’de, konuya giriş yapılarak, çalışmanın amacı ve kapsamı belirtilmiştir.

Bölüm 2’de, aydınlatma aygıtı ve yansıtıcı tanımlarına ilişkin bilgilere yer verilmiştir.

Bölüm 3’te, aydınlatma aygıtının aydınlatma özellikleri, ışık akısı, ışık yeğirlik dağılımı, aydınlık düzeyi dağılımı, aygıt geriverimi başlıkları altında ele alınmıştır.

Bölüm 4’te, yansıtıcı yüzeylerin ışık yansıtma biçimlerine ilişkin bilgiler sunulmuştur.

Bölüm 5’de, doğrusal ışık kaynakları ile birlikte kullanılan yansıtıcı türlerinin geometrik özelliklerine yer verilmiştir.

Bölüm 6’da, yansıtıcı tasarımının yapıldığı koşullar ve aydınlık dağılımında düzgünlüğün değerlendirilmesinde izlenen yaklaşım açıklanmıştır. Ayrıca, örtücü tasarımına yönelik araştırmalar yapılmıştır.

Bölüm 7’de, genel silindir yansıtıcılar ele alınmış, çeşitli uygulama örneklerinde ulaşılan aygıt ışık yeğirlik ve aydınlık dağılımları ortaya konulmuştur.

Bölüm 8’de, eliptik silindir yansıtıcı tasarımları yapılmış, ele alınan örnek durumlarda ortaya çıkan aygıt ışık yeğirlik ve aydınlık dağılımları incelenmiştir.

Çalışmanın 9., 10. ve 11. bölümlerinde sırasıyla parabolik silindir, hiperbolik silindir ve düzlem yansıtıcılar ele alınmış, söz konusu yansıtıcılar için uygulama koşulları verilerek aygıt ışık yeğirlik ve aydınlık dağılımındaki değişimler irdelenmiştir.

Bölüm 12’de, üretilen örnek aydınlatma aygıtının ölçme sonuçları ile analiz sonuçları karşılaştırılmıştır.

Sonuç bölümünde, yansıtıcı biçimi ve yüzey özelliğine ilişkin değişik seçeneklerin aydınlık dağılımına etkileri ortaya konularak literatürde yansıtıcı tasarımına yönelik var olan temel bilgilere yeni katkılarda bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Yansıtıcı Tasarımı, Düzgün Yayılmış Aydınlık, Doğrusal Flüoresan Lamba, Işık Yeğirlik Dağılımı.

ABSTRACT

Various reflector types are being used for giving shape to lamp's light. Distribution of luminous intensity and distribution of illumination's characteristic changes according to reflector type which uses with a specific lamp. In this working, speciality of reflectors that designed for linear florescent lamps and results which reached in point of distribution of luminous intensity, light output ratio of luminaire, regularity of distribution of illumination have been represented. The working consist of thirteen basic chapter.

In chapter 1, by entering into the subject, target and content of the working has been defined.

In chapter 2, information about definition of luminaire and reflector have been presented.

In chapter 3, specialities of luminaire have been examined under the title of luminous flux, distribution of luminous intensity, distribution of illumination and light output ratio of luminaire.

In chapter 4, information about light reflection types of reflective surfaces have been presented.

In chapter 5, geometrical specialities of reflector types which have been used with linear fluorescent lamps have been presented.

In chapter 6, condition of reflector desing and pursued approach in appreciation about regularity of distribution of illumination have been explained. Furthermore, investigations intended for louvre design have been done.

In chapter 7, general cylinder reflectors have been examined, distribution of luminous intensity and distribution of illumination which ascertained result of different pattern exercise have been presented.

In chapter 8, elliptical cylinder reflectors have been designed, distribution of luminous intensity and distribution of illumination which ascertained result of different pattern exercise have been investigated.

In chapter 9,10 and 11 in order of parabolic cylinder, hyperbolic cylinder and plane reflectors have been discussed, changing on distribution of luminous intensity and distribution of illumination for these reflectors have been investigated by explaining exercise conditions.

In chapter 12, produced pattern luminaire's measuring and analysis results have been compared.

Key words: Reflector Designing, Regular Distributed Illumination, Linear Fluorescent Lamp, Distribution of Luminous Intensity

1. GİRİŞ

Aydınlatma aygıtı tasarımında temel amaç, lambanın değişik doğrultulara yayımladığı ışığı istenen doğrultulara yönlendirmektir. Lamba ışığının yönlendirilmesi ağırlıklı olarak ışığın yansıtılması ile olanaklıdır. Bu nedenle, aydınlatma aygıtlarının çoğu, lamba ışığını gerekli doğrultulara yansıtacak bir yansıtıcı içerir ve yansıtıcı tasarımı aydınlatmada önemli bir yer tutar. Lamba ışığını biçimlendirmek üzere çeşitli yansıtıcı türleri kullanılır. Belli bir lamba ile birlikte kullanılan yansıtıcı türüne göre elde edilen aygıt ışık yeğirliği ve oluşan aydınlık dağılımının özellikleri değişir.

Bir mekanda ki yararlı düzlemin boyutu gereksinimlere göre değişik büyüklüklerde olabilir ve kapalı mekamlardaki çoğu işlev bu düzlemlerin üzerindeki aydınlığın düzgün yayılmasını gerektirir. Bu nedenle, yansıtıcı tasarımında temel amaç, aydınlık dağılımına ilişkin başka özel gereksinimler olmadığı sürece, aydınlık düzeyini düzgün yaymak olmalıdır. Aydınlığın düzgün yayılmasının istendiği düzlem/yüzey, koşullara göre yatay, düşey ya da eğimli olabilir. Yansıtıcı tasarımına yaklaşımın aydınlıktan yararlanacak düzlemin konumuna uygun olması gerektiği açıktır. Yansıtıcı tasarımında başarılı sonuçlar elde edebilmek için, yansıtıcının tasarım sürecinde, aygıt ışık yeğirlik dağılımı ve geriverimi ile oluşacak aydınlığın dağılım özellikleri belirlenebilmelidir. Aydınlatma aygıtı analizine yönelik bilgisayar programları ile söz konusu büyüklükleri tasarım sürecinde belli bir yakınlıkla izlemek olanaklıdır. “Düzgün Yayılmış Aydınlık Sağlanmasına Yönelik Yansıtıcı Tasarımında Temel İlkeler ve Öneriler” başlıklı bir araştırma projesinde (TÜBİTAK, İÇTAG-I119) noktasal ve doğrusal ışık kaynakları kullanılarak yatay düzlem üzerinde düzgün yayılmış aydınlık sağlamak üzere yansıtıcı tasarım ve analizleri yapılmaktadır. Proje kapsamında gerçekleştirilen bu çalışmanın amacı,

- doğrusal flüoresan lamba ve çeşitli yansıtıcı türlerini kullanarak yatay düzlem üzerinde “düzgün yayılmış aydınlık” oluşturmak üzere yansıtıcı tasarımları yapmak ve
- yansıtıcı biçimi-yansıtıcı yüzey özelliği-aydınlık dağılımı arasındaki ilişkileri değerlendirerek, aydınlığın düzgün yayılmasını sağlayacak yansıtıcının tasarımında yol gösterici temel ilkeleri ortaya koymak olarak belirlenmiştir.

Tasarlanan yansıtıcıların ışık yeğirlik dağılımı, geriverim gibi özellikleri ile oluşturdukları aydınlık dağılımları bilgisayar programı ile saptanacağından, elde edilen sonuçlar doğrudan doğruya uygulamada yararlanılabilir sonuçlar olacaktır. Böylece, yansıtıcı tasarımına yönelik, doğrusal flüoresan lambanın kullanıldığı durum için literatürde verilen bilgilere yenilerinin eklenmesi de sağlanacaktır.

2. AYDINLATMA AYGITI VE YANSITICI TANIMI

Aydınlatma aygıtının (luminaire) tanımı, Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (CIE) tarafından, “Lamba ya da lambaların ışığının dağılımını düzenlemeye, süzmeye ya da değiştirmeye yarayan, lambaların dışında lambaları tutturucu, koruyucu tüm parçaları ve olası olarak, yan devreleri ve şebeke bağlantısını sağlayan parçaları da içeren aygıt” olarak tanımlanır (Sirel, 1997; Anon., CIE, 1987).

Bir mekanda aydınlatma düzeni iyi görme koşullarının oluşmasını sağlamak üzere kurulur ve aydınlatma düzeninin kurulmasında temel araç aydınlatma aygıtıdır. Bu nedenle, bir aydınlatma projesinin temelini aygıtların biçim, gereç ve konum bakımından etüdü oluşturur. Aydınlatma aygıtının aydınlatma tasarımındaki önemli rolü,

- lambanın değişik doğrultulara yayımladığı ışığı istenen doğrultulara yönlendirmek,
- mekanın işlevine uygun nicelik ve nitelikteki aydınlığı sağlamak,
- lambayı gözden gizlemek ya da ışıklılığını azaltarak göz kamaşmasını önlemek,
- lambayı dış etkilerden korumak,
- lambanın iç mimari ile bütünleşmesini sağlamak gibi

özellikleri ile açıklanabilir.

Aydınlatma aygıtlarının özellikleri, tasarlandıkları lamba türü ve sayısı, kullanıldıkları yer, ışık yeğinlik ve ışık akısı dağılımı ve benzeri açılardan birbirinden çok farklı olabilir. Birbirinden farklı özellikleri göz önüne alındığında aygıtları çeşitli açılardan sınıflandırmak olanaklıdır. Bu sınıflandırma genel olarak,

- aydınlatma özelliklerine,
 - ışık yeğinlik dağılımı (dar açılı aygıt, orta açılı aygıt, geniş açılı aygıt),
 - ışık akısı dağılımı (dolaysız, yarı dolaysız, yayımlık, yarı dolaylı ve dolaylı aydınlatma biçimleri),
 - ışıklılık dağılımı,
 - aydınlık düzeyi dağılımı,
 - geriverim,
- yapım özelliklerine,
 - aygıtın ışığı yansıtma/geçirme özellikleri,
 - aygıtın geometrik özellikleri,
- içinde kullanılan lamba türüne,
 - akkor lamba aygıtları,
 - flüoresan lamba aygıtları vb.,

- içindeki lamba sayısına,
 - bir lambalı aygıt,
 - çok lambalı aygıt vb.,
- kullanım yerine,
 - iç aydınlatma aygıtları,
 - dış aydınlatma aygıtları,
- koruma biçimine,
 - kuru hacimler için aygıtlar,
 - nemli hacimler için aygıtlar,
 - nemli hacimler için aygıtlar vb.,
- tespit biçimine,
 - gömülü aygıt,
 - asılı aygıt,
 - taşınır aygıt,
 - taşınmaz aygıt vb.

göre yapılabilir.

Aydınlatma aygıtı tasarımında temel amaç, lambanın hemen hemen tüm doğrultulara yayımladığı ışığı istenen doğrultulara yönlendirmektir. Lamba ışığının yönlendirilmesi ağırlıklı olarak ışığın yansıtılması ile olanaklıdır. Bu nedenle, aydınlatma aygıtlarının çoğu, lamba ışığını gerekli doğrultulara yansıtacak bir yansıtıcı içerir ve yansıtıcı tasarımı aydınlatmada önemli bir yer tutar. Yansıtıcı (reflector), Uluslar arası Aydınlatma Sözlüğü'nde "Yansıma olayını kullanarak, bir ışık kaynağının ışık akısının uzaysal dağılımını değiştirmeye yarayan nesne ya da düzen." biçiminde tanımlanmaktadır.

Bir lambanın yayımladığı ışığın gerekli doğrultulara yönlendirilerek biçimlendirilmesi ve buna bağlı olarak hacimdeki aydınlık dağılımının isteğe uygun olmasının sağlanmasında yansıtıcının ışık yansıtma biçimi ile geometrik özellikleri rol oynar. Düzgün yayılmış aydınlık dağılımının sağlandığı koşulları yansıtıcı kullanımına dayanarak belirlemeye yönelik yapılan bu çalışmanın bundan sonraki bölümlerinde önce aydınlatma aygıtının aydınlatma özellikleri ele alınacak, ardından yansıtıcı gereçlerinin ışık yansıtma biçimi ve yansıtıcıların geometrik özelliklerine yer verilecektir.

3. AYDINLATMA AYGITININ AYDINLATMA ÖZELLİKLERİ

Bir aydınlatma aygıtının “aydınlatma özellikleri” genel olarak,

- ışık akısı dağılımı,
- ışık yeğlilik dağılımı,
- aydınlık düzeyi dağılımı,
- geriverim,
- doğrudan kamaşmanın sınırlandırılması ve
- kullanma çarpanı değerleri

başlıkları altında toplanabilir.

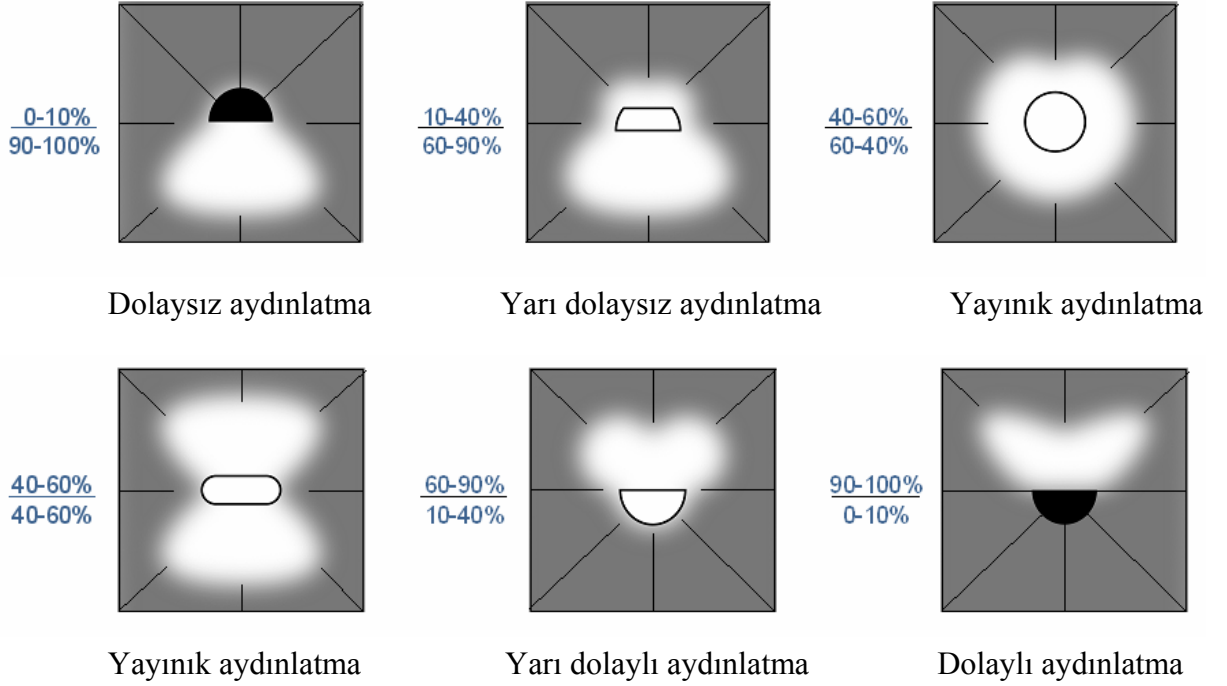
Gerek bir hacimde aydınlatma aygıtlarının yol açabileceği doğrudan kamaşmanın sınırlandırılmasına yönelik yapılacak hesap ve belirlemeler, gerekse bir aygıtla ilişkin kullanma çarpanları değerlerinin saptanması, aygıtın kendi özelliklerinin yanı sıra başka etkenlerin de göz önüne alınmasını gerektirir. Söz konusu etkenler, aygıt yerleşim düzeni, hacmin biçimi ve boyutları, gözlemcinin bakış doğrultusu ve konumu, hacim içinde sağlanması istenen ortalama aydınlık düzeyi, hacmin iç yüzeylerinin ışık yansıtma çarpanları olarak sıralanabilir. Bu nedenle, bu çalışma içinde yalnızca aygıtla bağlı özellikler ele alınmış, doğrudan kamaşmanın sınırlandırılması konusu yine yalnız aygıtla bağlı bir özellik olan siperlik engel açısı bağlamında değerlendirilebilmiştir. Hacmin özellikleri ile gözlemciye ilişkin verilerin de dikkate alınmasını gerektiren kullanma çarpanı değerlerinin saptanması konusuna ise yer verilememiştir.

3.1 Işık Akısı Dağılımı

Bir aydınlatma aygıtından çıkan ışık akısı, aygıtın geometrik ve gereçsel özellikleri ile aygıt içindeki lambanın ışık yeğlilik dağılımına bağlı olarak çeşitli doğrultulara yayılır. Bir aygıtın, alt yarı uzaya ya da üst yarı uzaya yolladığı ışık akısının, aygıttan çıkan toplam ışık akısına oranı aydınlatma biçimini belirler. Bu oranının büyüklüğüne göre birbirinden farklı beş ayrı aydınlatma biçimi, dolayısıyla ışık akısı dağılımı ayırt edilir. (Çizelge 3.1; Şekil 3.1) (Sirel, 1983; Anon., 1992; Anon., CIBSE, 1994; Anon., Philips Lighting, 1989).

Çizelge 3.1 Aydınlatma aygıtının ışık akısı dağılımı/Aydınlatma biçimi

Aydınlatma biçimi	Işık akısı oranı (%)	
	Alt yarı uzaya yayımlanan ışık akısı oranı	Üst yarı uzaya yayımlanan ışık akısı oranı
Dolaysız	100-90	0-10
Yarı dolaysız	90-60	10-40
Yayınık	60-40	40-60
Yatı dolaylı	40-10	60-90
Dolaylı	10-0	90-100



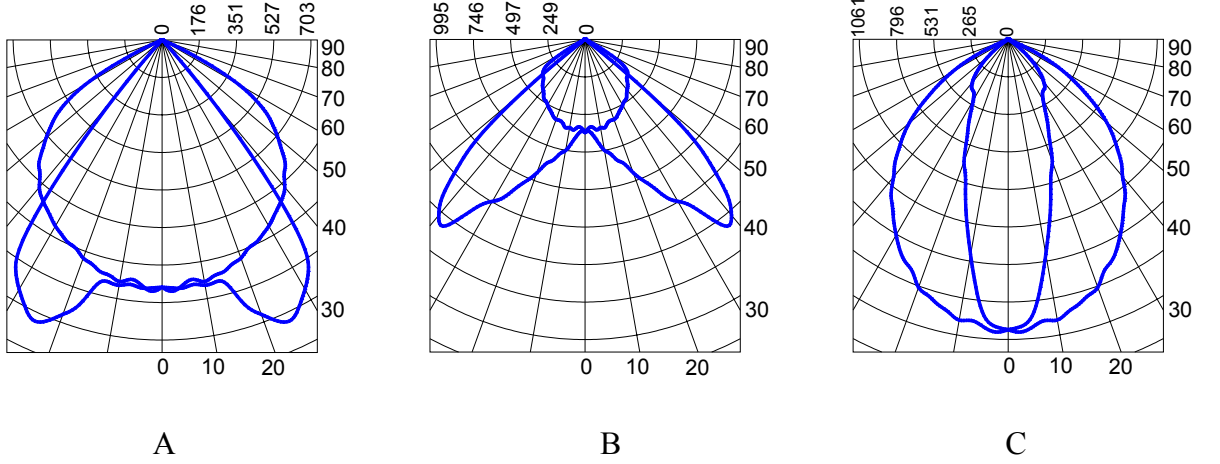
Şekil 3.1 Aydınlatma aygıtının ışık akısı dağılımı/ Aydınlatma biçimi (Anon., Philips Lighting.)

3.2 Işık Yeğİnlik Dağılımı

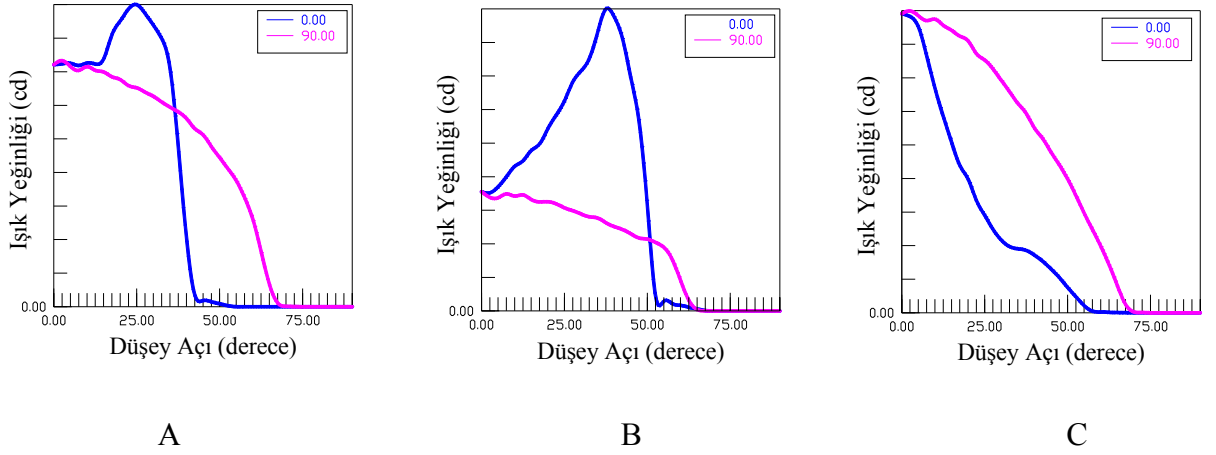
Uluslar arası Aydınlatma Sözlüğü'nde ışık yeğİnlik dağılımı (luminous intensity distribution) "ışık yeğİnliği uzaysal dağılımının belirlenmiş düzlemler ile arakesiti" olarak tanımlanmıştır. (Sirel, 1997; Anon., CIE, 1987). Daha açık bir deyişle, bir aydınlatma aygıtının (ya da bir lambanın) ışık yeğİnliği uzaysal dağılımını belirten vektörlerin uç noktalarının geometrik yeri, yeğİnlik dağılım yüzeyini oluşturur. Aygıtın fotometrik merkezinden (ya da lambanın merkezinden) geçen ve yeğİnlik dağılım yüzeyini kesen düzlem ile yeğİnlik dağılım yüzeyinin arakesiti "ışık yeğİnliği (düzlemsel) dağılımı" ya da kısaca "ışık yeğİnlik eğrisi" olarak adlandırılır. Bir aydınlatma aygıtının ya da lambanın hangi doğrultuya ne nicelikte ışık akısı yayımladığını gösteren ışık yeğİnlik eğrisi,

- polar koordinat sisteminde ya da
- kartezyen sistemde

açıya göre ışık yeğnlik değerlerini cd/klm ya da cd olarak gösterir (Şekil 3.2-3.3). Bu çalışmadaki ışık yeğnlik eğrilerinde sonuçlar candela (cd) cinsinden belirtilmiştir.



Şekil 3.2 Polar koordinat sisteminde gösterilen ışık yeğnlik dağılımlarına örnekler

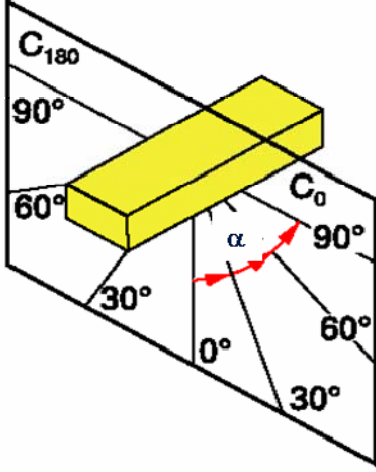


Şekil 3.3 Kartezyen sistemde gösterilen ışık yeğnlik dağılımlarına örnekler

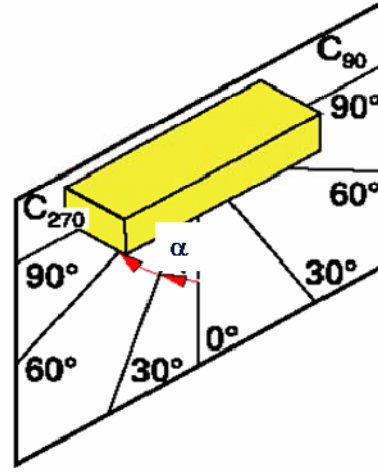
Bir ışık yeğnlik eğrisinde,

- I_0 : 0^0 doğrultusundaki ışık yeğnliğini,
- I_{mak} : en büyük ışık yeğnliğini,
- φ : ışık konisinin tepe açısını (I_{mak} 'ın yarıya düştüğü açının iki katımı) gösterir.

Işık yeğnlik dağılımının eksensel simetrisi olan aygıtlar için tek bir düzlemde gösterilmesi yeterli olur. Buna karşın, eksensel simetrisiz aygıtlar için, ışık yeğnlik dağılımının özelliğine göre, belli sayıda düzlemler içinde ışık yeğnlik eğrilerinin gösterilmesi gereklidir (Şekil 3.4).



C0 - C180 düzlemi



C90 - C270 düzlemi

Şekil 3.4 Işık yeğnlik dağılımının çeşitli düzlemler içinde gösterilişi. (Anon., Philips Lighting)

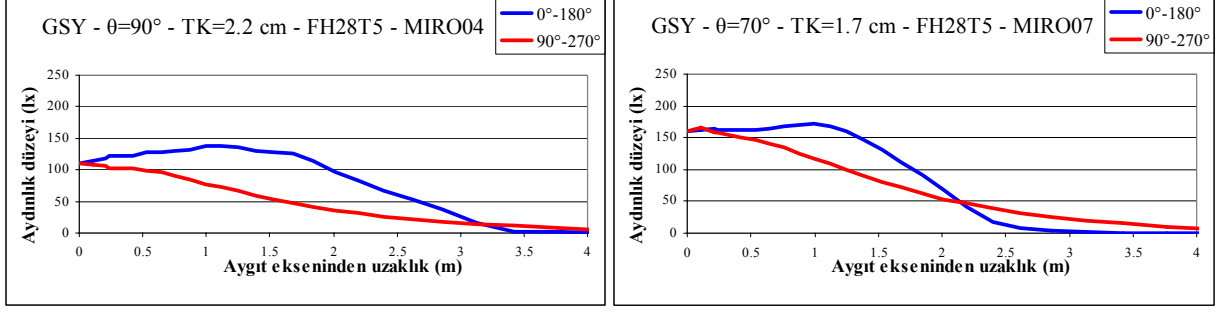
3.3 Aydınlık Düzeyi Dağılımı

Bir aydınlatma aygıtından çıkan ışık akısının düştüğü düzlemde/yüzeyde oluşan aydınlık dağılımı,

- aydınlık düzeyi eğrileri ya da
- eş aydınlık (izolux) eğrileri

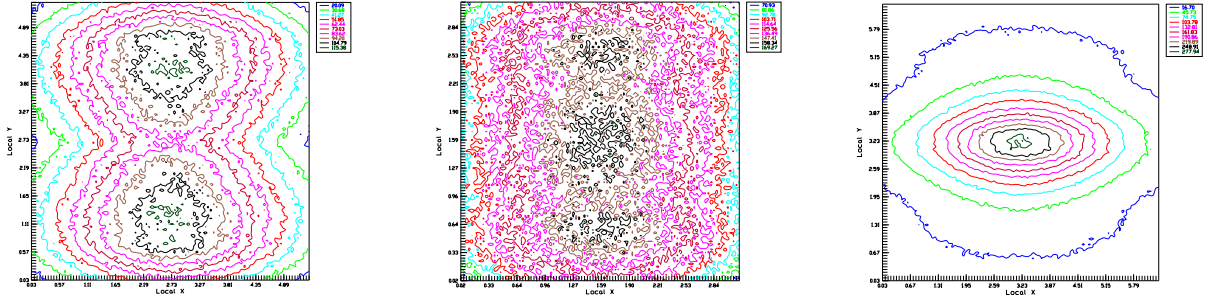
oluşturularak belirlenir.

Aydınlik düzeyi eğrisi, x ekseninde aygıt ekseninden uzaklık, y ekseninde aydınlik düzeyi değerlerinin bulunduğu bir grafik ile gösterilir. Aydınlik düzeyi eğrisinin eksensel simetrisi olan aygıtlar için tek bir kesit (0^0 - 180^0) için oluşturulması yeterli olurken, eksensel simetrisiz aygıtlar için en az iki ayrı kesit (0^0 - 180^0 ve 90^0 - 270^0) oluşturulmalıdır (Şekil 3.5). Aydınlik düzeyi eğrilerinden yararlanılarak, aydınlanan düzlemin herhangi bir noktasındaki aydınlik düzeyi belirlenebilir ya da daha büyük düzlemlerde aydınlığın düzgün yayılmasını sağlayacak aygıt aralıkları saptanabilir.



Şekil 3.5 Aydınlık düzeyi eğrileri

Eş aydınlık eğrileri ise aydınlanan düzlem/yüzey üzerinde aydınlık düzeylerinin aynı olduğu noktaların geometrik yerini gösterir (Şekil 3.6). Eş aydınlık eğrileri aracılığı ile aydınlanan düzlemin tümünde aydınlık değişimini izlemek olanaklıdır.



Şekil 3.6 Eş aydınlık eğrileri

3.4 Aydınlatma Aygıtının Geriverimi

Aydınlatma aygıtının geriverimi, aygıtın yayımladığı ışık akısının, söz konusu aygıt içinde bulunan lambanın/lambaların yayımladığı ışık akısına oranı olarak tanımlanır. (Sirel, 1974). Bir aydınlatma aygıtı içinde bulunan lamba ya da lambaların ışık akıları çevre koşulları nedeniyle iki ayrı biçimde düşünülebilir ve bu koşullara dayalı olarak iki ayrı geriverim tanımı yapılabilir (Sirel, 1997):

- Aydınlatma aygıtının optik geriverimi (optical light output ratio): Lambaların aygıt içinde iken yayımladıkları ışık akısı söz konusu ise, geriverim “optik geriverim” adını alır. Bir aygıtın optik geriverimi, aygıtın toplam ışık akısının, aygıtın içinde bulunan lamba ya da lambaların, aygıt içinde iken yayımladıkları ışık akısı toplamına oranıdır.
- Aydınlatma aygıtının standart geriverimi (light output ratio; luminaire efficiency): Lambaların aygıtın dışında ve belirli koşullar altında yayımladıkları ışık akısı söz konusu ise, geriverim “standart geriverim” olarak adlandırılır. Bir aygıtın standart geriverimi, aygıtın belirlenmiş pratik (uygulamasal) koşullarda kendi donanım ve lambaları ile verdiği

tüm ışık akısının, aynı donanım ile çalışan aynı lambaların, aygıtın dışında ve belirlenmiş koşullarda verdikleri ışık akısına oranıdır.

Yüksek aygıt geriverimi, aygıt biçim ve boyutunun lamba ışığının olabildiğince büyük bir bölümünün aygıttan çıkmasını olanaklı kılması ve aygıt yapımında kullanılan gereçlerin ışık yansıtma ya da koşullara göre, ışık geçirme çarpanının yüksek olması ile sağlanabilir.

3.5 Siperlik Engel Açısı

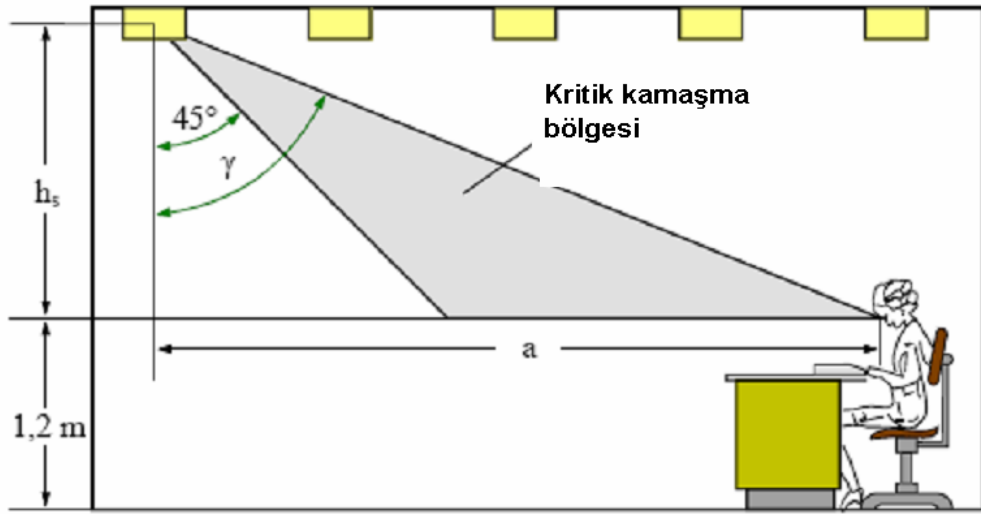
Bir hacimde iyi görme koşullarının oluşması için kamaşmanın ortaya çıkması önlenmelidir. Kamaşma (glare), ışıklılıkların uygun olmayan dağılımları ya da aşırı bir karşıtlık sonucu, nesnelerin ya da bunların ayrıntılarının ayırt edilmesinde bir yetenek eksikliği ya da bir güçlük, bir sıkıntıya yol açan görme koşulları olarak tanımlanmaktadır. Bu tanıma bağlı olarak, bozucu kamaşma ve konforsuz kamaşma olmak üzere iki ayrı kamaşma türü ayırt edilir (Sirel, 1997).

- Bozucu kamaşma (disability glare): Hoş olmayan bir duyulanma yaratmayabilen, fakat nesnelerin görülmesini bozan kamaşma.
- Konforsuz kamaşma (discomfort glare): Nesnelerin görsel algılamasına zarar vermeksizin hoş olmayan bir duyulanma doğuran kamaşma. Bu kamaşma, böyle bir ortamda uzun süre bulunulduğunda erken yorulma ve verimde, etkinlikte azalmaya yol açabilir. Bu açıdan, doğrudan kamaşma ve yansımaya kamaşma olarak adlandırılan iki ayrı durum ayırt edilir.
 - Doğrudan kamaşma; dolaysız kamaşma (direct glare): Görme alanı içinde ve özellikle bakma eksenine yakın bulunan, kendiliğinden ışıklı nesnelere oluşturulan kamaşma.
 - Yansımaya kamaşma (glare by reflection): Özellikle bakılan nesne ile aynı, ya da yakın doğrultuda, yansıma ile oluşan görüntülerde söz konusu olan, yansımalarla ortaya çıkan kamaşma.

Görsel konforun yaratılabilmesi için, hem lamba ve/ya da aydınlatma aygıtlarının neden olduğu doğrudan kamaşma, hem de parlak yüzeylerde yüksek ışıklılıkların yansımaları sonucu oluşan yansımaya kamaşmadan kaçınılması gerektiği açıktır. Doğrudan kamaşma temelde,

- aydınlatma aygıtının görünen ışıklı yüzeyinin ışıklılık, büyüklük ve konumuna,
- hacim içindeki ortalama aydınlık düzeyine ve
- hacmin iç yüzeylerinin ve iç mimari elemanların ışık yansıtma çarpanlarına

bağlıdır (Weis, 2000; Anon 1992). Kamaşmadan kaçınmak için, bir aydınlatma aygıtından çıkan ışığın yayıldığı açı içindeki, ışıklılığın sınırlanması gereken kritik bölge Şekil 3.7’de gösterildiği gibidir.

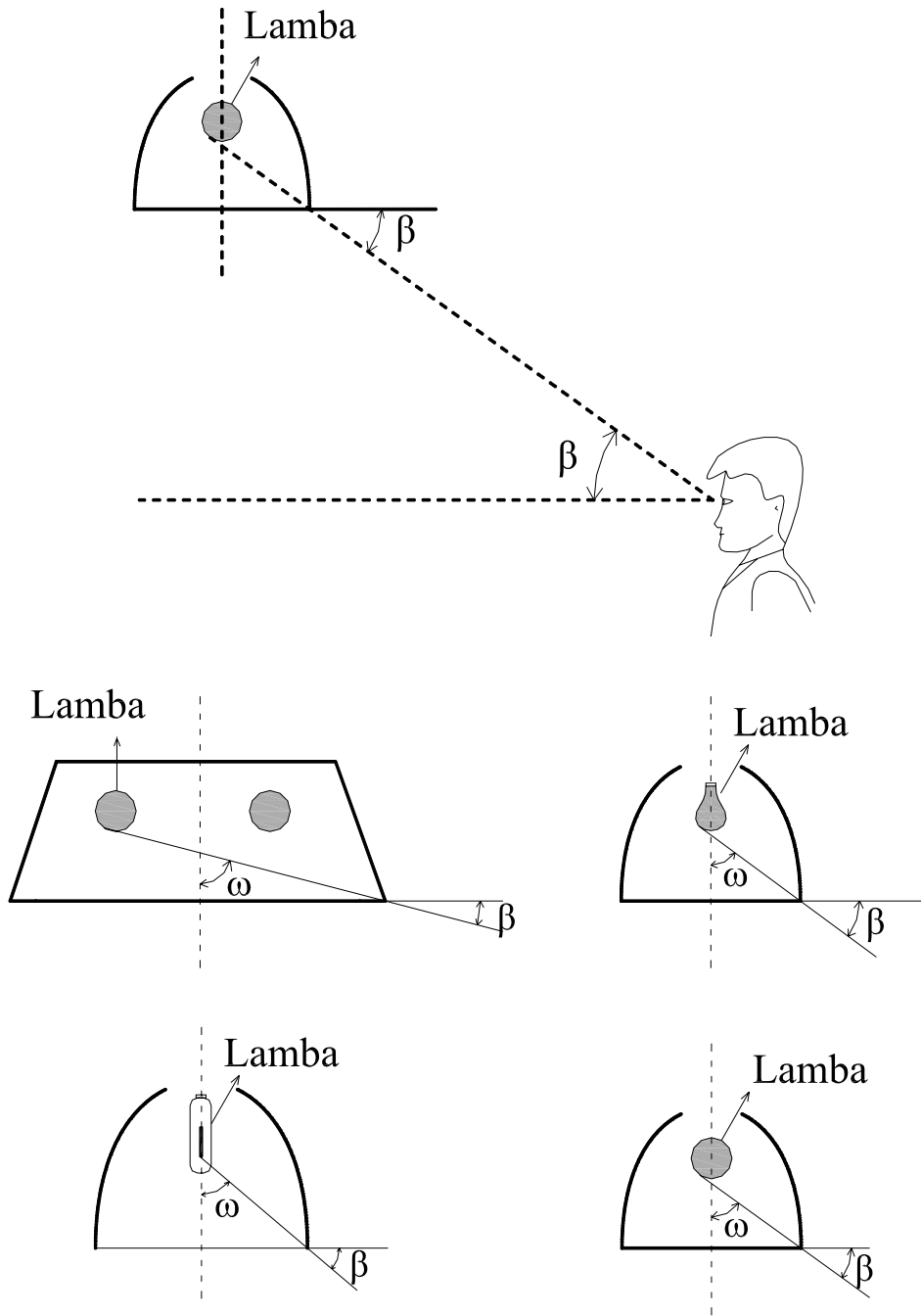


Şekil 3.7 Bir aydınlatma aygıtından çıkan ışığın yayılma açısı içindeki, ışıklılığın sınırlanması gereken kritik bölge ($45^\circ \leq \gamma \leq 85^\circ$) (Anon., CIE, 1995)

Doğrudan kamaşmadan kaçınmak için aydınlatma aygıtı ışıklılığında gerekli sınırlamanın yapılması aygıt türü, aygıt yerleşim düzeni ve siperlik engel açısına bağlıdır. Aygıt türü ve aygıt yerleşim düzenine bağlı olarak doğrudan kamaşmanın değerlendirilmesine yönelik çeşitli yöntemler vardır. Bu yöntemlerde aydınlatma aygıtlarının türü, aygıt yerleşim düzeni, hacimdeki ortalama aydınlık düzeyi, hacim içindeki gözlemcinin konumu, iç yüzeylerin ışık yansıtma çarpanı gibi verilerin dikkate alınması gerekmektedir. Bu nedenle burada, yalnızca aygıt içinde kullanılan lambanın özelliğine bağlı olarak sağlanması gereken siperlik engel açısı ile ilgili belirlemelere yer verilmiştir.

Doğrudan kamaşmanın sınırlanmasında, ağzı açık ya da düzgün geçme yapan gereç ile kapatılmış aydınlatma aygıtlarında minimum siperlik engel açısının (β_{\min} , shielding angle), sağlanması önem taşır. Aydınlatma Terimleri Sözlüğü'nde, siperlik, siperlik engel açısı ve siperlik çıkış açısı terimlerinin tanımları aşağıdaki gibi yapılmaktadır (Şekil 3.8):

- Siperlik (cutoff): Kamaşmayı azaltmak üzere, lambaların ve ışıklılığı yüksek yüzeylerin doğrudan görülmelerini engellemek için kurulan düzenler.
- Siperlik engel açısı (bir aydınlatma aygıtının) (β , shielding angle): Lambaların ve ışıklılığı yüksek yüzeylerin doğrudan görülmelerinin sona erdiği doğrultu ile yatay arasındaki açı.
- Siperlik çıkış açısı (bir aydınlatma aygıtının) (ω , cutoff angle, ausstrahlungswinkel): Lambaların ve ışıklılığı yüksek yüzeylerin doğrudan görülmelerinin sona erdiği doğrultu ile düşey arasındaki açı (siperlik engel açısının tümleri) (Sirel,1997; Anon., IESNA, 2000; Anon., Philips Lighting,1993).



Şekil 3.8 Çeşitli aydınlatma aygıtlarında siperlik engel ve çıkış açıları

Kritik bölge içindeki lambaların bütünüyle ya da kısmen görüldüğü aydınlatma aygıtları için gereken minimum siperlik engel açıları Çizelge 3.2’de verilmiştir (Anon., CIE, 1986; Weis, 2000; Anon., Philips Lighting, 1993).

Çizelge 3.2 Lamba türüne göre sağlanması gereken minimum siperlik engel açıları

Ortalama lamba ışıklılığı aralığı; \bar{L} , cd/m ²	Doğrudan kamaşmanın sınıflandırılmasındaki kalite sınıfı		Lamba türü
	A, B, C	D, E	
$\bar{L} \leq 2 \times 10^4$	20°	10°	Tüp biçimli flüoresan lamba
$2 \times 10^4 < \bar{L} \leq 4 \times 10^4$	20°	15°	Kompakt flüoresan lamba
$2 \times 10^4 < \bar{L} \leq 50 \times 10^4$	30°	20°	Flüorışıl toz kaplı ya da buzlu ampullü yüksek basınçlı boşalmalı lamba; Alçak basınçlı sodyum buharlı lamba
$\bar{L} \geq 50 \times 10^4$	30°	30°	Ampulü saydam ya da tüp biçimli olan yüksek basınçlı boşalmalı lamba; Saydam ampullü akkor lamba

A:Kamaşmadan rahatsız olan denek sayısı %10 dan az; B:Kamaşmadan rahatsız olan denek sayısı yaklaşık %10
D:Kamaşmadan rahatsız olan denek sayısı yaklaşık%30; E:Kamaşmadan rahatsız olan denek sayısı yaklaşık%50

4. YANSITICI YÜZEYİN IŞIK YANSITMA BİÇİMİ

Bir yüzeye gelen ışık bu yüzeyden, yüzeyin dokusal özelliğine bağlı olarak değişik biçimlerde yansır. Yüzeylerin ışık yansıtma biçimi, mat, parlak, ipeğimsi parlaklıkta vb. olma özelliklerine göre beş ayrı başlık altında toplanabilir. Bunlar,

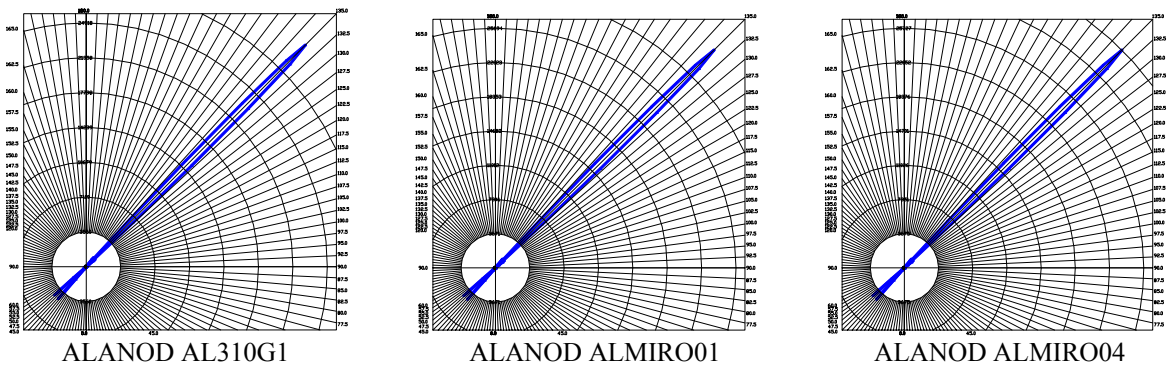
- düzgün yansıtma,
- izotrop yayınık yansıtma,
- yayınık yansıtma,
- karışık yansıtma ve
 - düzgün yansıtma ve izotrop yayınık yansıtma
 - yayınık yansıtma ve izotrop yayınık yansıtma
 - düzgün yansıtma ve yayınık yansıtma
 - düzgün yansıtma, yayınık yansıtma ve izotrop yayınık yansıtma
- geri yansıtma

olarak sıralanabilir.

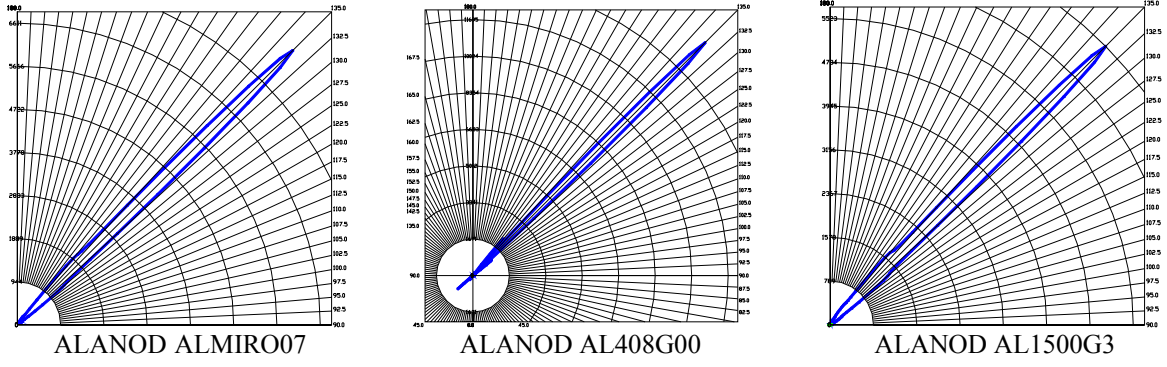
Yansıtıcılarda kullanılan gereçler, ışık yansıtma biçimi açısından genelde,

- düzgün yansıtma (Şekil 4.1),
- yayınık yansıtma (Şekil 4.2),
- karışık yansıtma (Şekil 4.3)

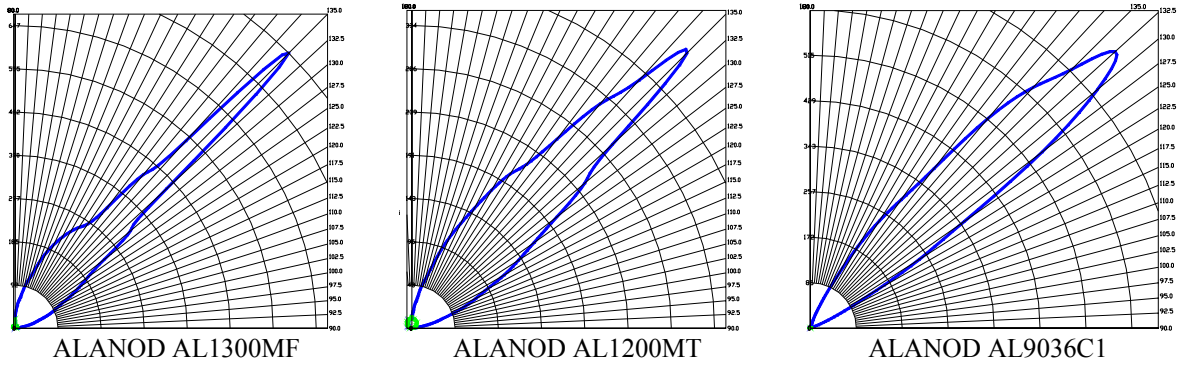
yapan özelliklerde olabilmektedir.



Şekil 4.1 Düzgün yansıtma yapan yansıtıcı gereçlerine örnekler



Şekil 4.2 Yayınık yansıma yapan yansıtıcı gereçlerine örnekler



Şekil 4.3 Karışık yansıma (düzgün yansıma ve yayınık yansıma) yapan yansıtıcı gereçlerine örnekler

5. YANSITICILARIN GEOMETRİK ÖZELLİKLERİ

Bir aydınlatma aygıtı içinde bulunan lambadan yayımlanan ışığın bir bölümü yansıtıcıya, bir bölümü aygıtı oluşturan öteki elemanların yüzeylerine, geri kalan bölümü de doğrudan aygıt dışına çıkar. Lamba ışığının yansıtıcı yüzeye düşen bölümünün bu yüzeyden yansdıktan sonra yöneldiği doğrultular yansıtıcının geometrik özelliklerine ve geretine bağlıdır ve aydınlatma aygıtının ışık yeğlilik dağılımını bu özellik belirler. Koşullara göre, yansıtıcı geometrisinin yanı sıra boyutu, aygıttan doğrudan çıkan ışığın yayılma açısı da aygıt ışık yeğlilik dağılımında az ya çok belirleyici olur.

Lamba ışığının aygıt içinde boşuna tüketilmesinin önlenmesi ve aygıt geriveriminin yüksek olması, lamba ışığının aygıt içinde olabildiğince az yansımaya uğrayarak aygıt dışına çıkması ile ilgilidir. Lamba ışığının, aydınlatma aygıtında yer alan yansıtıcının geometrik özelliklerine bağlı olarak, yansıtıcı gerectinin düzgün yansımaya yapması durumunda tek yansımaya ile; yayınlık yansımaya yapması durumunda olabildiğince az yansımaya ile aygıttan dışarı çıkması sağlanabilir.

Doğrusal flüoresan lambalı aydınlatma aygıtlarında kullanılan yansıtıcılar geometrik biçimleri açısından,

- düzlem yüzeyler,
 - tekli büküye yüzeyler (dairesel, eliptik, parabolik, hiperbolik silindir vb. çeşitli silindirler),
- olmak üzere iki ayrı grupta toplanabilir.

Bu bölümde, doğrusal ışık kaynakları ile birlikte kullanılan yansıtıcı türlerinin geometrik özellikleri,

- düzlem yüzeyli yansıtıcılar,
- temel yansıtıcı biçimleri,
 - parabolik silindir,
 - eliptik silindir,
 - hiperbolik silindir
- genel yansıtıcı biçimleri

başlıkları altında kısaca ele alınmıştır.

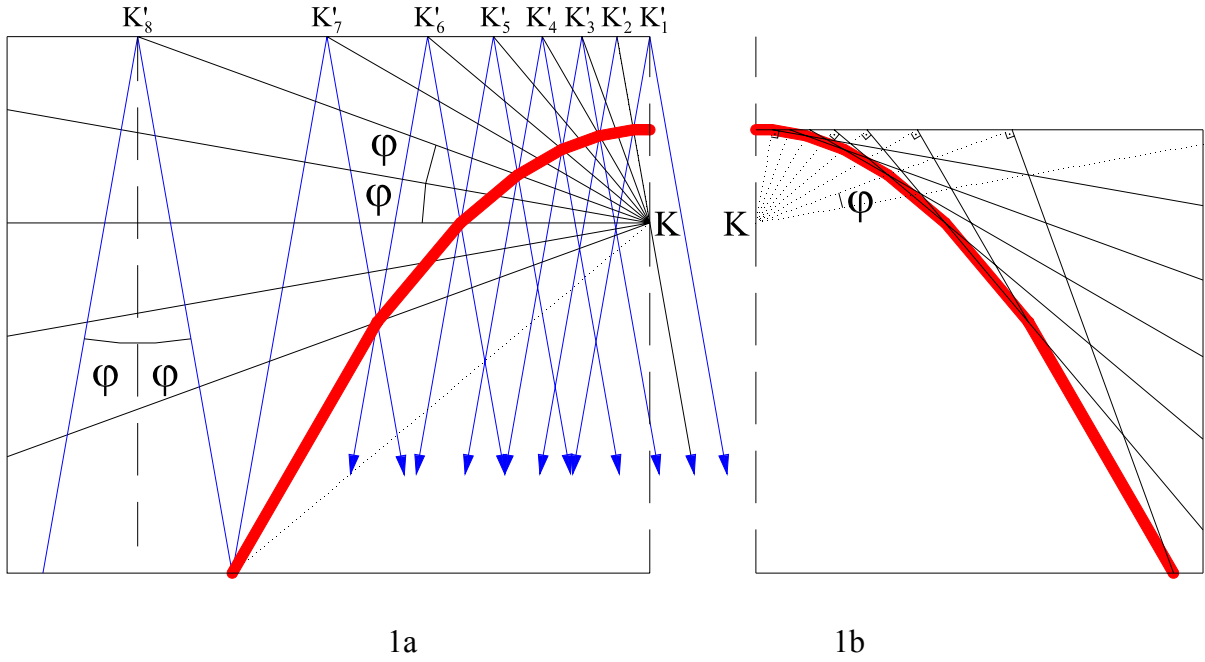
Yansıtıcı biçimi ne olursa olsun, yansıtıcı tasarımına yönelik literatürde yer alan bilgiler genelde yansıtıcı gerectinin düzgün yansımaya yapması ve kullanılan ışık kaynağının, doğrusal kaynak için en kesitte boyutu olmayan “çizgi kaynak” varsayılmasına dayanır. Işık kaynağının ışık yeğlilik eğrisi ise temelde çizgi kaynak için “tor” kabul edilir. Çizgisel ışık kaynaklarının kullanımı için yapılan yansıtıcı tasarımlarının yansıtıcının enine kesiti ile

sınırlanması zorunludur. Bunun nedeni, yansıtıcının enine kesitinde, yansıtıcı yüzeyinden yansıyan ışığın doğrultusunun yansıtıcı geometrisine uygun belirlenebilmesi, ancak boyuna kesitinde bu belirlemenin kolayca yapılamamasıdır. Çünkü boyuna kesitte, kaynağın değişik noktalarından çıkarak yansıtıcının tek bir noktasına bile değişik doğrultulardan gelen ışıkların yansıma doğrultularını geometrik etütlerle saptamak, bu ışıkların çoğu zaman tek yansıma ile aygıttan dışarı çıkamadığı da göz önünde bulundurulduğunda çok güçtür.

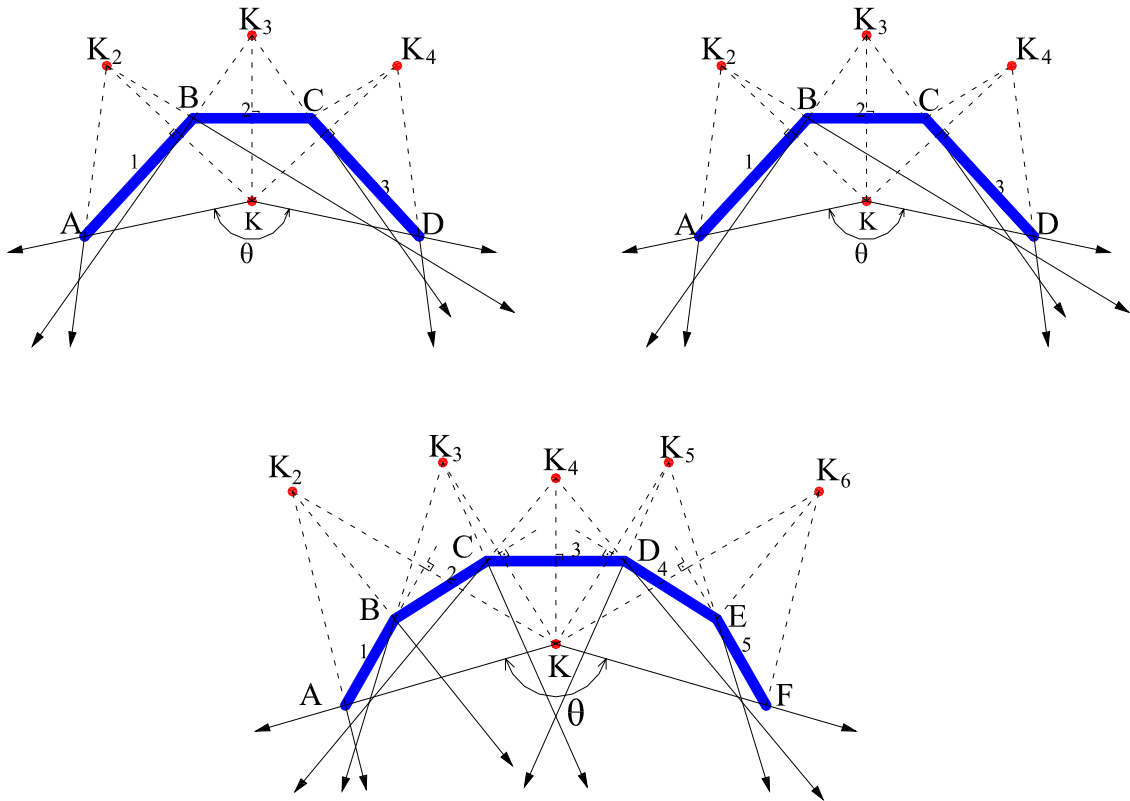
5.1 Düzlem Yüzeyle Yansıtıcılar

Düzlem yüzeyle yansıtıcının tasarımına değişik açılardan yaklaşılabilir. Yansıtıcıyı oluşturan her bir parçanın uzunluk ve eğimi, yansıtıcı parçalarının her birinden yansıyan ışığın eşit büyüklükteki açılar içine yayılması ve yansıyan ışığın aynı doğrultulara gönderilmesini sağlayacak biçimde belirlenebilir (Anon., Philips Lighting, 1989; Öztürk, 2004) (Şekil 5.1a). Bir başka yaklaşım, yansıtıcı parçalarının uzunluk ve eğiminin, gerek yansıyan ışığın içine yayıldığı açının büyüklüğü gerekse yansıyan ışığın yöneldikleri doğrultular açısından birbirinden farklı tutulmasıdır (Şekil 5.2).

Yansıyan ışıkların aynı büyüklükteki açı (2φ) içine yayılmasını sağlayan yansıtıcı parçalarının uzunluk ve eğimi, ışık kaynağı boyutsuz kaynak varsayılarak Şekil 5.1a'da görüldüğü biçimde belirlenebilir. Yansıyan ışığın yayılma açısı küçüldükçe, doğal olarak yansıtıcı parçaları da küçülür. Yayılma açısı sıfır olduğunda, düzlem yansıtıcı parabolik silindire dönüşür. Belirtilen amaca yönelik olarak yansıtıcı biçiminin belirlenmesinde zarf tanımından da yararlanılabilir. Yansıtıcının tepe noktasından geçen aygıt eksenine dik bir doğru çizilir. Işık kaynağı merkezinden geçen ve tepesi, yansıtıcının tepe noktasından geçen doğru üzerinde yer değiştiren bir dik açının öteki kenarının zarfı düzlem yansıtıcıyı verir. Söz konusu dik açıların ışık kaynağı merkezinden -K noktasından- geçen kenarları arasındaki açı, yansıyan ışığın istenen büyüklükteki yayılma açısının yarısına (φ) eşit tutulmalıdır (Şekil 5.1; Öztürk, 1999, 2002).



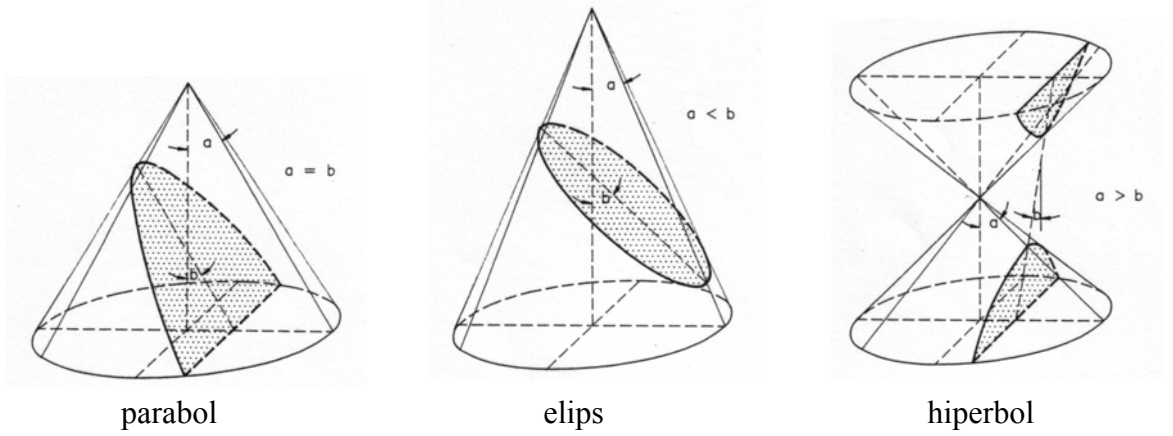
Şekil 5.1 Her parçasından yansıyan ışığı aynı doğrultulara ve aynı büyüklükteki açı içine yönelten düzlem yansıtıcı



Şekil 5.2 Her parçasından yansıyan ışığı farklı doğrultulara ve farklı büyüklükteki açılar içine yönelten düzlem yansıtıcı

5.2 Temel Yansıtıcı Biçimleri

Temel yansıtıcı biçimleri, matematik olarak tanımlanabilen, dolayısıyla elde edilebilecek sonuçların belli oranda öngörülebildiği yansıtıcılar olarak tanımlanabilir. Sıklıkla kullanılan temel yansıtıcı biçimleri, konik yansıtıcılar ile küresel yansıtıcıdır. Konikler, bir koni ile koninin tepe noktasından geçmeyen bir düzlemin arakesiti olan eğrilere verilen addır. Söz konusu arakesit eğrileri, düzlemin koni eksenini ile yaptığı açının büyüklüğüne göre, parabol, elips ve hiperbol olarak tanımlanır (Şekil 5.3; Öztürk, 2000).

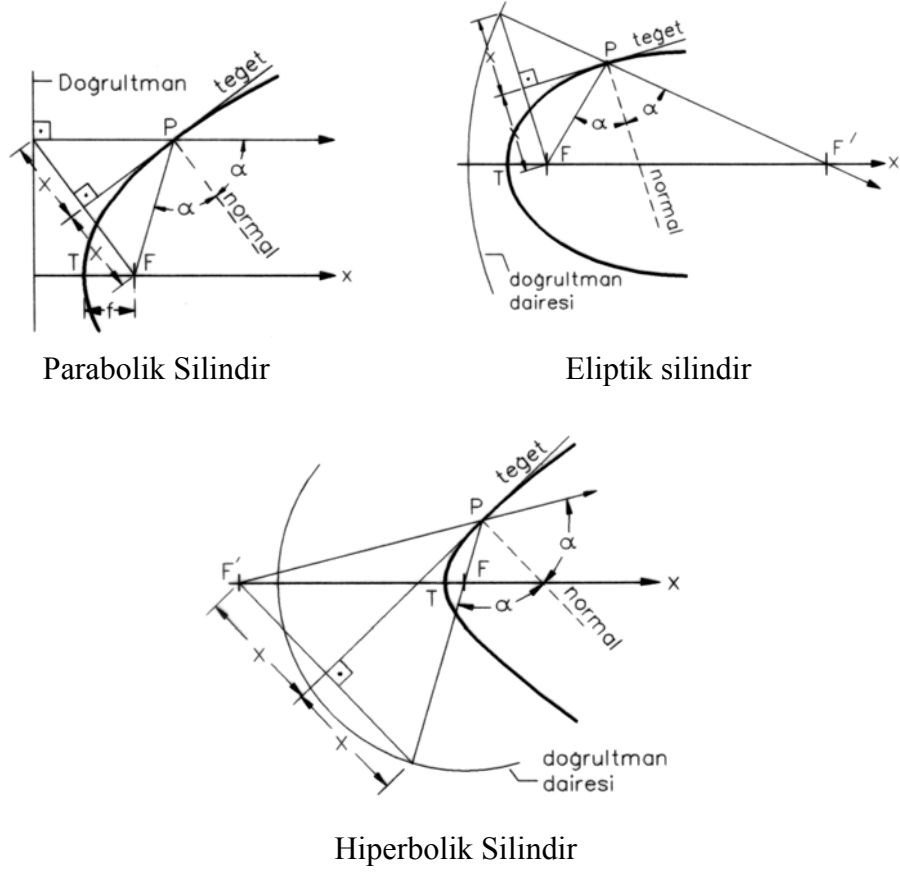


Şekil 5.3 Bir koni ile bir düzlemin arakesitleri (Öztürk, 2000)

Doğrusal lambalar ile birlikte kullanılan konik yansıtıcılar, en kesiti konikler olan silindirlerdir. Doğrusal lambalar için kullanılan ve enine kesiti konikler olan yansıtıcılar

- parabolik silindir,
- eliptik silindir ve
- hiperbolik silindir

olarak adlandırılır. Söz konusu yansıtıcıların odağında yer alan çizgisel ışık kaynağının, yansıtıcı yüzeyden yansıma doğrultuları, bu yansıtıcıların Şekil 5.4'te yer alan enine kesitleri üzerinde gösterildiği gibidir.

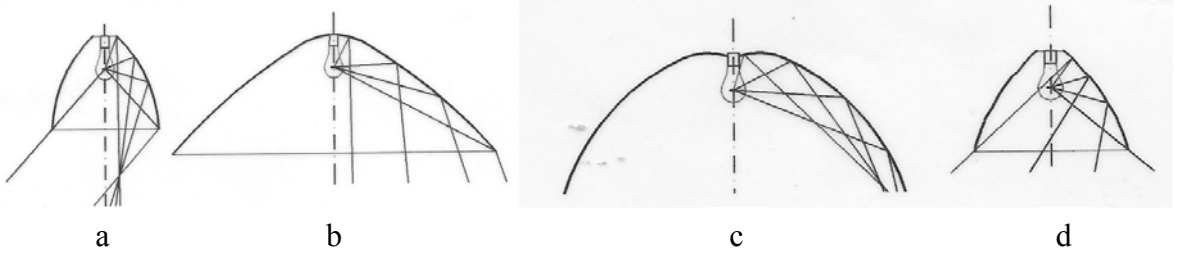


Şekil 5.4 Enine kesiti konikler olan silindirler (Öztürk, 2000)

Şekil 5.4'te görüldüğü gibi, odak noktasında yer alan ışık kaynağından çıkarak yansıtıcı yüzeye gelen ışık bu yüzeyden yansdıktan sonra, yansıtıcıların enine kesiti dikkate alındığında, parabolik silindirde x eksenine paralel doğrultuda yansır; eliptik silindirde ikinci odaktan geçecek biçimde yansır; hiperbolik silindirde ikinci odaktan geliyormuş gibi yansır.

5.3 Genel Yansıtıcı Biçimleri

Genel yansıtıcılar, belli bir aygıt ışık yeğnlik dağılımını sağlamak üzere biçimlendirilir. Genel yansıtıcı biçimlerinin tasarımında, elde edilmek istenen aydınlatma aygıtı ışık yeğnlik dağılımı ve kullanılacak lambanın ışık yeğnlik dağılımı veri olarak alınır. Genel yansıtıcılar, veri oluşturan aygıt ışık yeğnlik eğrisi, dolayısı ile ışığın yansıtıcıdan yansması gereken doğrultulara bağlı olarak ortaya çıkan yansıtıcı biçimleri açısından değişik biçimlerde olabilir (Şekil 5.5; Weis, 2000)



Şekil 5.5 Genel yansıtıcılara örnekler (Anon., IES, 1984; Weis, 2000).

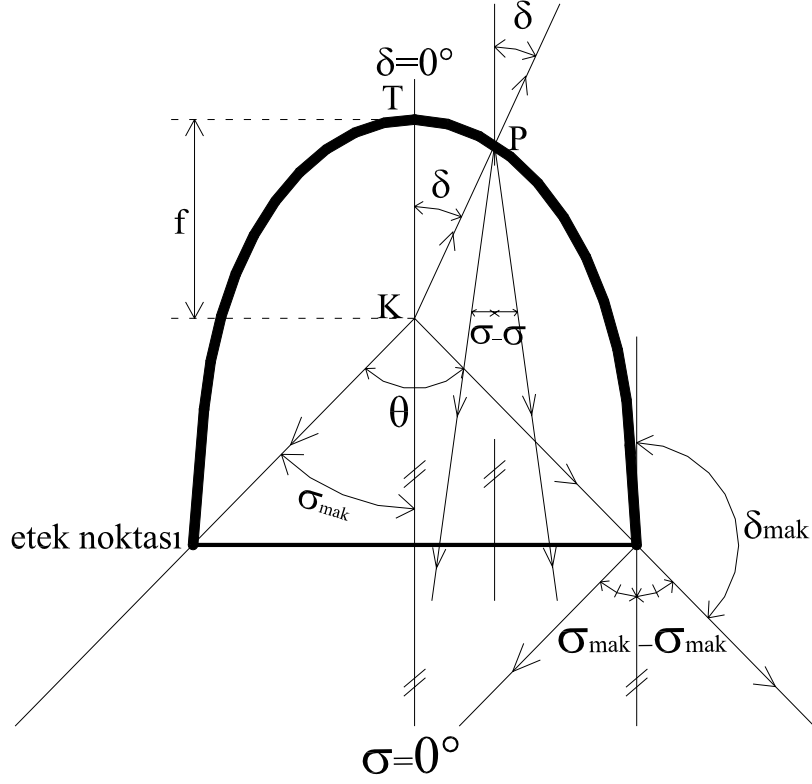
İstenen aygıt ışık yeğnlik dağılımının saptanmasında koşullara göre grafik ve/ya da matematik yaklaşımlardan yararlanılır. Genel yansıtıcıların tasarımına yönelik yararlanılabilecek yaklaşımlar,

- grafikler aracılığı ile genel yansıtıcı tasarımı,
- hesaplama yolu ile genel yansıtıcı tasarımı,
- grafik yapım ile genel yansıtıcı tasarımı,
- grafik bütünleşme ile genel yansıtıcı tasarımı

olmak üzere dört ayrı başlık altında toplanabilir.(Anon., IES, 1984; Anon., IESNA, 2000; Aydın, 2005; Aydın vd, 2005).

Tüm yaklaşımlar için geçerli olan kabul ve varsayımlar,

- düzgün yansıma yapan yansıtıcı yüzeyi,
- aygıt eksenine göre simetrik yansıtıcı ve aygıt ışık yeğnlik eğrisi,
- aygıt eksenine göre simetrik ışık kaynağı ve ışık kaynağı ışık yeğnlik eğrisi,
- yansıtıcı boyutuna göre nokta ışık kaynağı kabul edilebilecek büyüklükte ışık kaynağı olarak sıralanabilir (Şekil 5.6; Anon., IES, 1984; Anon., IESNA, 2000; Aydın, 2005).



δ : ışığın yansıtıcı yüzeye geliş doğrultusunun (KP doğru parçasının) aygıt eksenini ile yaptığı açı

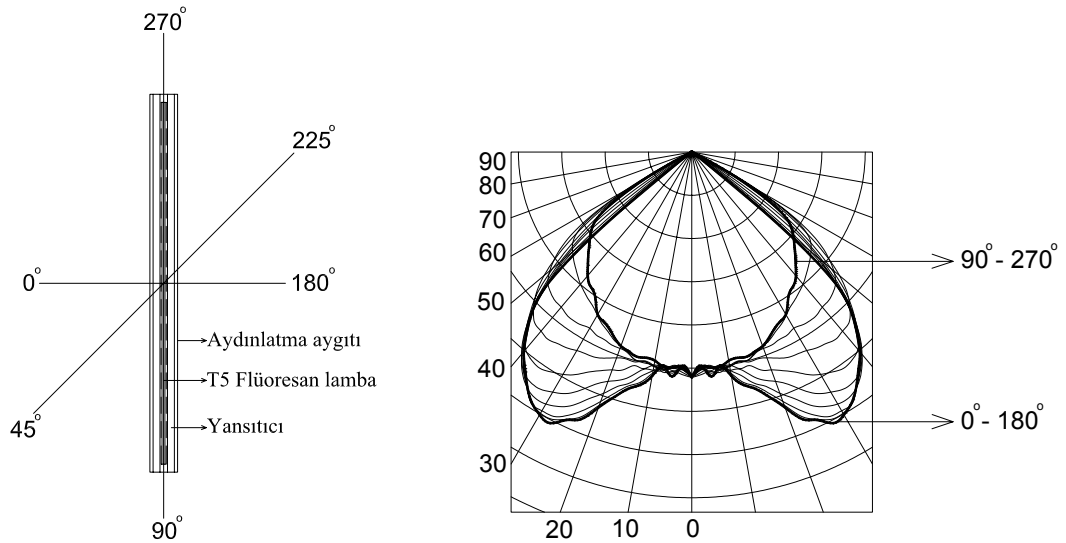
σ : ışığın yansıtıcı yüzeyden yansıma doğrultusunun aygıt eksenini ile yaptığı açı.

Şekil 5.6 Genel yansıtıcıyı belirleyen büyüklükler. (Anon., IES, 1984; Anon., IESNA, 2000; Aydın, 2005).

6. DÜZGÜN YAYILMIŞ AYDINLIK SAĞLAMAK AMACIYLA YAPILAN YANSITICI TASARIMLARI

Doğrusal ışık kaynaklarının kullanıldığı yansıtıcılar, en kesiti doğru parçaları, boy kesiti doğru parçası olan “düzlem yansıtıcılar” ile en kesiti bükey (parabol, elips, hiperbol, genel yansıtıcı vb), boy kesiti doğru parçası olan “tekli bükey yüzeyli yansıtıcılar”dır (parabolik, eliptik, hiperbolik silindir yansıtıcılar, genel silindir yansıtıcı vb). Bu tür yansıtıcıların tasarımı ve ilgili incelemeler, yalnızca yansıtıcıların enine kesiti üzerinde yapılabilmektedir. Bunun nedeni, yansıtıcının enine kesitinde, yansıtıcı yüzeyinden yansıyan ışığın doğrultusunun yansıtıcı geometrisine uygun belirlenebilmesi, ancak boyuna kesitinde bu belirlemenin kolayca yapılamamasıdır. Çünkü söz konusu kesitte, kaynağın değişik noktalarından çıkarak yansıtıcının tek bir noktasına bile değişik doğrultulardan gelen ışıkların yansıma doğrultularını geometrik etütlerle saptamak, bu ışıkların çoğu zaman tek yansıma ile aygıttan dışarı çıkamadığı da göz önünde bulundurulduğunda çok güçtür.

Doğrusal ışık kaynakları için tasarlanan yansıtıcıların düzlem ya da tekli bükey yüzeylerden oluşması, yani yansıtıcıların ikili bükey yüzeyler gibi aygıt eksenine göre simetrik olamaması nedeniyle, elde edilen aygıt ışık yeğirliğı uzaysal dağılımlarının çeşitli yatay açılarında ortaya çıkan ışık yeğirliğı düzlemsel dağılımları da birbirinden farklı olur (Şekil 6.1). Aydınlatma aygıtının enine (0° - 180° yatay açıları) ve boyuna kesitinde (90° - 270° yatay açıları) ortaya çıkan ışık yeğirlik dağılımları biçim açısından sınır durumları oluşturur ve yansıtıcı tasarımında hedeflenen aygıt ışık yeğirlik dağılımı yansıtıcının yalnızca enine kesitinde (0° - 180° yatay açıları) söz konusu olur.



Şekil 6.1 Aygıt ışık yeğirliğı uzaysal dağılımının çeşitli yatay açılarındaki ışık yeğirlik düzlemsel dağılımları

Bu çalışmada, doğrusal flüoresan lambalar ile birlikte kullanılan,

- genel silindir yansıtıcı,
- eliptik silindir yansıtıcı,
- parabolik silindir yansıtıcı,
- hiperbolik silindir yansıtıcı ve
- düzlem yansıtıcı,

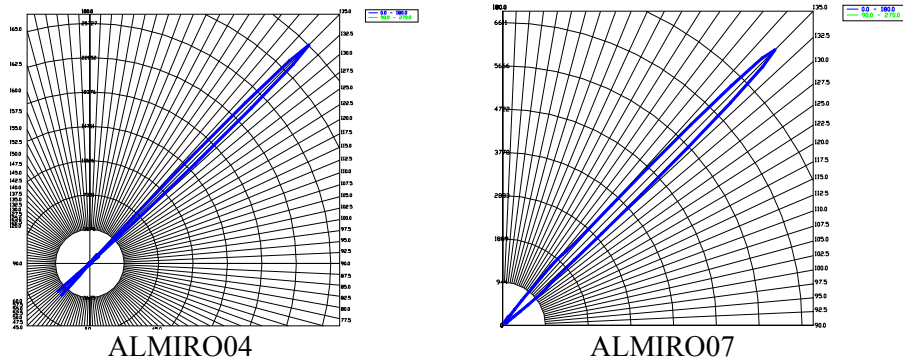
olmak üzere geometrik özellikleri birbirinden farklı beş ayrı yansıtıcı türü ele alınmıştır. Yansıtıcı tasarımları onaltı mm çaplı doğrusal flüoresan lamba için yapılmıştır. Tüm yansıtıcı türlerinde düzgün yansıtıcı ve düzgün yansıtıcıya yakın özellikte yayınlık yansıtıcı yapan iki ayrı yansıtıcı gereci kullanılmıştır. Tasarlanan yansıtıcıların aydınlatma aygıtı analiz ve tasarımına yönelik bilgisayar programı ile yapılan analizlerinde programın kütüphanesinden lamba türü olarak,

- FH28T5; Osram, 28 W, Lumilux Plus Cool White T5, 840, 2900 lm (lambanın ışıklı bölümünün uzunluğu: 114.9cm, lamba çapı: 1.6 cm);

yansıtıcı gereci olarak,

- ALMIRO04: Alanod, spec. alum w/diel. coat, düzgün y., ρ : 0.95 ve
- ALMIRO07: Alanod, semi-spec. alum w/diel. coat, yayınlık y., ρ : 0.94

seçilmiştir. Yansıtıcı gereçlerinin seçiminde, uygulamada doğrusal flüoresan lambalı aydınlatma aygıtlarında yeğlenen gereçler ve bu çalışmanın dayandığı araştırma projesini destekleyen kuruluşun yansıtıcı üretiminde kullandığı gereçler belirleyici olmuştur. Yansıtıcı gereçlerinin ışık yansıtma Şekil 6.2’de aşağıda gösterilmiştir.



Şekil 6.2 Yansıtıcılarda kullanılan gereçlerin ışık yansıtma biçimleri

6.1 Aydınlatma Aygıtı Analiz ve Tasarım Programı

Günümüzde, yansıtıcı geometrisi, ışık kaynağı özellikleri, düzgün yansıma geometrisi, ışıkölçümsel büyüklükler gibi çeşitli bilgilere dayanarak biçimlendirilmiş olan bir yansıtıcının ışık yeğnlik dağılımı, geriverimi ve oluşturacağı aydınlık dağılımının belirlenmesinde, kütüphanesinde kullanılabilecek yansıtıcı gereci ve lamba türüne ilişkin çok sayıda seçeneği içeren bilgisayar simülasyon programlarından yararlanılmaktadır. Bu programlardan biri de Photopia Aydınlatma Aygıtı Analiz ve Tasarım Programı' dır.

Photopia, bir 3D (üç boyutlu) aydınlatma aygıtı tasarım ve analiz programıdır. Söz konusu program, ışık ışınlarının izlenmesi prensibine dayanmaktadır ve lamba özellikleri ile aygıt gerecinin ışık yansıtma ya da geçirme özelliklerini veri olarak işlem yapmaktadır. Bir başka deyişle, bilgisayar programı ile elde edilen sonuçlar, lamba geometrisi, lambanın ölçülmüş ışık yeğnlik değerleri ve aygıt gerecinin ışığı yansıtma ya da geçirme özelliklerine ilişkin ölçülmüş değerleri dikkate alarak yapılan hesaplara dayanmaktadır.

Bilgisayar programının amacı, Photopia ortamında ya da 3D CAD programları aracılığı ile oluşturulmuş aydınlatma aygıtlarını, üç boyutlu ışık yeğnlik dağılımları ile istenen uzaklıktaki düzlemlerde oluşturdukları aydınlık dağılımlarını belirleyerek analiz etmektir. Photopia' nın analiz yöntemi, lambanın ışık yeğnlik dağılımı (luminous intensity) ve yüzey ışıklılığı (surface luminance) ile aygıt gerecinin ışığı yansıtma ve geçirme özelliklerini kullanarak aygıt gerecinden yansıyan ya da geçen ışık ışınlarının doğrultusunu belirlemek olarak özetlenebilir.

6.2 Aydınlık Dağılımında Düzgünlüğün Değerlendirilmesi

Bir aydınlatma aygıtından çıkan ışığın düştüğü alandaki aydınlık dağılımının düzgün yayılmış kabul edilebilmesi için, aydınlanan alandaki aydınlık düzeyi ayrımlarının kabul edilebilir büyüklükte olması gerekir. Öte yandan, uygulamada çoğu kez birden çok sayıda aydınlatma aygıtı kullanılarak daha büyük alanlarda düzgün yayılmış aydınlığın sağlanması yoluna gidilmektedir. Bu durumda, uygun aralıklar ile yerleştirilmiş aygıtlardan çıkan ışıkların aydınlanan düzlemde üst üste gelmesi nedeniyle tek aygıt kullanımına göre çok daha düzgün yayılmış aydınlıkların elde edilebileceği açıktır. Ayrıca, kapalı hacimlerde aygıtlardan doğrudan gelen ışığın oluşturduğu aydınlığa hacmin iç yüzeylerinden yansıyan gelen yansımış ışığın oluşturduğu aydınlık da eklenir. Aygıtlardan doğrudan gelen ışığa hacim iç yüzeylerinden yansıyan gelen ışığın eklenmesi ise doğal olarak aydınlık dağılımının düzgünlüğünü artırır.

Düzgün yayılmış aydınlığın gerekli olduğu çalışma alanlarında aydınlığın düzgün yayılmışlığı, bu alandaki minimum aydınlık düzeyinin ortalama aydınlık düzeyine oranına bağlı olarak değerlendirilmektedir (Anon., CIE, 2000). Söz konusu minimum ve ortalama aydınlık düzeylerinin, aydınlatma aygıtlarından doğrudan gelen ışık ile hacmin iç yüzeylerinden yansıtılarak gelen yansıtılmış ışığın toplamından oluştuğu açıktır.

Bu çalışma, tek aygıt ölçeğinde düzgün yayılmış aydınlığın elde edilebildiği koşulları belirlemeye yönelik olduğundan, gerek çok sayıdaki aygıttan çıkarak aydınlanan alanda üst üste binen, gerekse hacmin iç yüzeylerinden yansıtılarak gelen ışıkların aydınlık dağılımına katkısı değerlendirmeye katılamamıştır. Aygıt ölçeğinde aydınlık dağılımının düzgünlüğünü belirleyebilmek için, aydınlanan alanın orta noktasındaki/aygıt eksenindeki aydınlık düzeyi (E_0), bu alanda oluşan en yüksek aydınlık düzeyi (E_{mak}) dikkate alınmıştır.

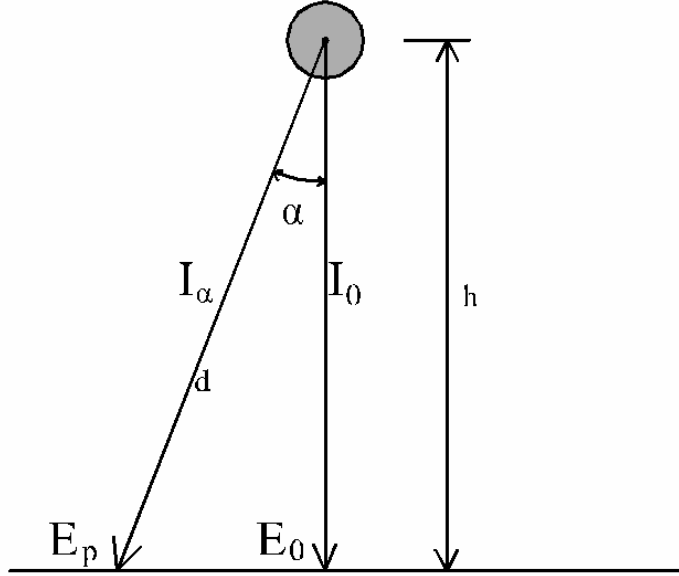
Bu bağlamda,

- aygıt eksenindeki aydınlık düzeyi; $E_0 = I_0 / h^2$ (6.1)

- maksimum aydınlık düzeyi; $E_{\text{mak}} = (I_{\alpha} \times \cos^3 \alpha) / h^2$ (6.2)

olduğundan, aydınlık dağılımı

“ $I_0 = I_{\text{mak}} \times \cos^3 \alpha$ ” koşulunda en düzgün yayılmış olur (Şekil 6.3).



Şekil 6.3 Noktada yatay aydınlık düzeyi hesabının bağlı olduğu büyüklükler

Yukarıdaki açıklama uyarınca, aydınlık dağılımının düzgünlüğü (Düzgünlük), aydınlatma aygıtı ışık yeğinlik dağılımında aygıt eksenindeki (I_0) ve maksimum ışık yeğinliği (I_{mak}) değerleri aracılığı ile, koşullara göre 6.3 ya da 6.4 numaralı eşitlikler ile belirlenmiştir.

Maksimum ışık yeğirliği olarak, aydınlatma aygıtı ışık yeğirlik dağılımında 0^0-180^0 kesitindeki değer dikkate alınmıştır.

$$I_0 > I_{\text{mak}} \times \cos^3 \alpha \text{ ise, Düzgünlük} = (I_{\text{mak}} \times \cos^3 \alpha) / I_0 \quad (6.3)$$

$$I_0 < I_{\text{mak}} \times \cos^3 \alpha \text{ ise, Düzgünlük} = I_0 / (I_{\text{mak}} \times \cos^3 \alpha) \quad (6.4)$$

Aydınlık dağılımının düzgün olabilmesi için aygıt ışık yeğirlik dağılımındaki maksimum ışık yeğirliği (I_{mak}) değerinin, aygıttan çıkan ışığın yayılma açısına bağlı olarak belli oranda sıfır derece doğrultusundan (aygıt ekseninden) uzaklaşması gerekmektedir. Bu nedenle, aydınlık dağılımının düzgünlüğü değerlendirilirken maksimum ışık yeğirliğinin söz konusu olduğu doğrultunun, düşey eksenle yaptığı açı (α) da dikkate alınmalıdır. Tasarlanan yansıtıcılarda aygıttan çıkan ışığın yayılma açısına (θ) ilişkin en küçük değer (60^0) dikkate alınarak, aydınlığın düzgün yayılmışlığı açısından,

- “ $0.90 \leq \text{Düzgünlük} \leq 1.00$ ve $I_{\text{mak}} \alpha \geq 20^0$ ” olduğu koşullar birinci,
- “ $0.80 \leq \text{Düzgünlük} \leq 0.89$ ve $I_{\text{mak}} \alpha \geq 20^0$ ” olduğu koşullar ikinci,
- “ $0.70 \leq \text{Düzgünlük} \leq 0.79$ ve $I_{\text{mak}} \alpha \geq 20^0$ ” olduğu koşullar üçüncü,
- “ $0.50 \leq \text{Düzgünlük} \leq 0.69$ ve $I_{\text{mak}} \alpha \geq 20^0$ ” olduğu koşullar dördüncü

derece olumlu kabul edilmiştir. İlgili koşullar “Düzgünlük” değerlerinin yer aldığı tablolarda sırası ile koyu, orta koyulukta, açık ve çok açık gri olarak gösterilmiştir.

Düzgünlük değerleri ve maksimum ışık yeğirliğinin söz konusu olduğu α açısının büyüklüğü ışık yeğirlik dağılımı konusunda sınırlı bilgi vermektedir. Daha duyarlı bir değerlendirme için, ışık yeğirlik eğrilerinin ve aydınlık dağılımlarının da dikkate alınması gereklidir.

Ele alınan tüm yansıtıcı türleri için aydınlatma aygıtının fotometrik merkezinden (dolaysız aydınlatma için yansıtıcı ağız açıklığının orta noktası) 2.4 m uzaklıktaki yararlı düzlemde oluşan aydınlık dağılımları aydınlık düzeyi eğrileri ile gösterilmiştir. Söz konusu yüksekliğin seçiminde normal mimari mekanların yükseklikleri ve birçok işlev için yararlı düzlemin döşemeden uzaklığı belirleyici olmuştur. Ancak, her yansıtıcı türü ile ilgili seçilen beş ayrı duruma yönelik, aygıt fotometrik merkezinden 1.7, 2, 3 ve 4 m uzaklıktaki aydınlık dağılımları da ayrıca oluşturularak aydınlık düzey ve dağılımının aydınlanan düzleme uzaklığına bağlı değişimi bu örnekler ile ortaya konmuştur. Çalışma içinde ele alınan her bir durum için istenen uzaklıktaki aydınlık dağılımı aygıt ışık yeğirlik dağılımından yararlanılarak kolayca saptanabilir.

Uzaklığa bağlı aydınlık düzey ve dağılımındaki değişimin ortaya konduğu söz konusu beş örnek durum için, daha büyük düzlemlerde düzgün yayılmış aydınlık oluşturmak üzere birden çok sayıda aygıtın kullanılması koşulunda gerekli aygıt aralıkları saptanmıştır. İki aygıt arasındaki uzaklık (aydınlık aygıt aralığı; A_A)

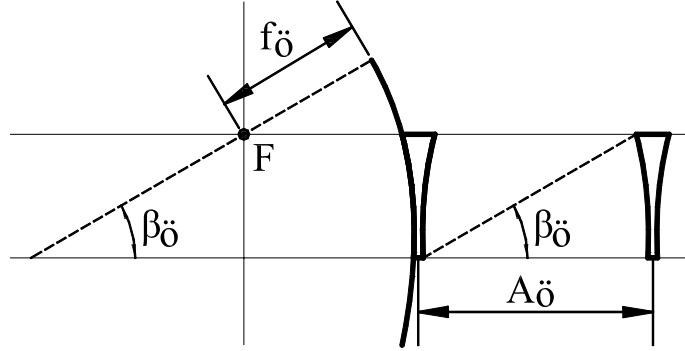
$$A_A = 2 \times u \quad (6.5)$$

u : aydınlanan düzlemde aygıt eksenindeki aydınlık düzeyinin (E_0) yarıya düştüğü ($1/2E_0$) noktanın eksenden uzaklığı (m)

çalıştırılarak hesaplanmıştır. Bu işlemin çalışma içinde ele alınan tüm uygulama örnekleri için aydınlık dağılımı eğrilerinden yararlanılarak yapılabileceği açıktır.

6.3 Örtücü Tasarımı

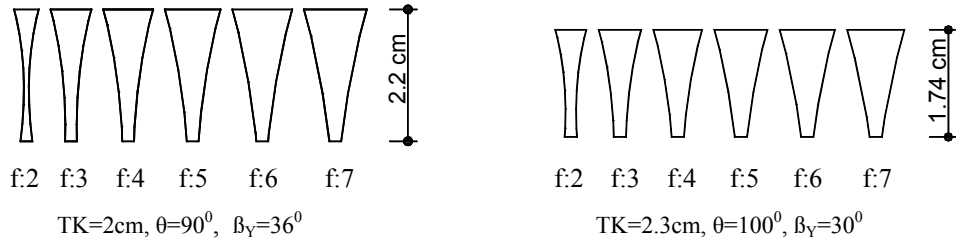
Bilindiği gibi, doğrusal flüoresan lambaların görünen ışıklı yüzeylerini azaltarak doğrudan kamaşmanın önlenmesi amacıyla aydınlatma aygıtlarında genellikle örtücü elemanlar kullanılmaktadır. Örtücü elemanlar, gerek yapımlarında kullanılan gereçler gerekse geometrik biçimleri açısından çeşitli özellikte olabilmektedir. Bu çalışma kapsamında örtücü tasarımları, örtücü gerecinin aydınlatma aygıtındaki yansıtıcı ile aynı gereçten oluştuğu ve örtücü geometrisinin parabole dayandığı koşullar için yapılmıştır (Şekil 6.4; Simons vd, 2001).



$\beta_ö$: örtücü engel açısı, $A_ö$: örtücü aralığı, F ve $f_ö$: örtücü oluşturulan parabolün odağı ve odak uzaklığı

Şekil 6.4 Örtücü tasarımına örnek

Araştırma kapsamında, örtücü oluşturulan parabolün odak uzaklığındaki değişimin örtücünün geometrik biçimine, dolayısıyla aygıt ışık yeğinlik dağılımı ve aydınlık dağılımına etkisi irdelenmiştir. Bu amaçla, 30^0 örtücü engel açısı dikkate alınarak yükseklikleri aynı, ancak oluşturuldukları parabollerin odak uzaklıkları 2, 2.5, 3, ... , 6, 6.5, 7 cm olan farklı 11 örtücü oluşturulmuştur. Bu işlem, siperlik engel açıları 30^0 ve 36^0 olan iki ayrı genel yansıtıcı kesitli silindir ele alınarak yapılmıştır. Örtücü yüksekliklerinin, siperlik engel açısı 30^0 olan yansıtıcı için 1.74 cm, 36^0 olan yansıtıcı için ise 2.2 cm olması gerekmiştir (Şekil 6.5). Böylece, örtücü ve siperlik engel açılarının eşit ve farklı tutulduğu durumlarda ulaşılan sonuçlar incelenebilmiştir (Çizelge 6.1-6.2-6.3-6.4, Şekil 6.6-6.7-6.8).



Şekil 6.5 Odak uzaklıkları (f) farklı parabollerden oluşturulmuş örtücüler

Çizelge 6.1 Genel silindir yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, MIRO04; örtücü odak uzaklığı değişiminin sonuçlara etkisinin incelenmesi-örtücü ve siperlik engel açılarının farklı tutulduğu durum

No	Yansıtıcı özellikleri	Örtücü özellikleri					Ulaşılan sonuçlar				
		$f_{\text{ö}}$ (cm)	$S_{\text{ö}}$	$A_{\text{ö}}$ (cm)	$h_{\text{ö}}$ (cm)	$\beta_{\text{ö}}$	η (%)	I_0 (cd)	I_{mak} (cd)	α	D
1	$\theta=90^0$ TK=2 cm $\beta_v=36^0$ x=7 cm y=5.22cm	2	29	4.06	2.2	30	84.5	615	1207	35	0.93
2		2.5	29	4.06	2.2	30	83.4	643	1215	35	0.96
3		3	28	4.21	2.2	30	82.8	663	1233	35	0.98
4		3.5	28	4.21	2.2	30	82.2	655	1257	35	0.95
5		4	28	4.21	2.2	30	81.7	662	1253	35	0.96
6		4.5	27	4.37	2.2	30	81.5	667	1264	35	0.96
7		5	27	4.37	2.2	30	81.3	667	1264	35	0.96
8		5.5	27	4.37	2.2	30	81	675	1268	35	0.97
9		6	27	4.37	2.2	30	80.7	686	1282	35	0.97
10		6.5	27	4.37	2.2	30	80.4	679	1277	35	0.97
11		7	27	4.37	2.2	30	80.3	684	1283	35	0.97

Çizelge 6.2 Genel silindir yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, MIRO07; örtücü odak uzaklığı değişiminin sonuçlara etkisinin incelenmesi-örtücü ve siperlik engel açılarının farklı tutulduğu durum

No	Yansıtıcı özellikleri	Örtücü özellikleri					Ulaşılan sonuçlar				
		f_0 (cm)	S_0	A_0 (cm)	h_0 (cm)	β_0	η (%)	I_0 (cd)	I_{mak} (cd)	α	D
1	$\theta=90^0$ TK=2 cm $\beta_y=36^0$ x=7 cm y=5.22cm	2	29	4.06	2.2	30	82.5	610	1126	35	0.99
2		2.5	29	4.06	2.2	30	81.4	663	1152	35	0.96
3		3	28	4.21	2.2	30	80.9	660	1154	35	0.96
4		3.5	28	4.21	2.2	30	80.2	702	1176	35	0.92
5		4	28	4.21	2.2	30	79.7	689	1175	35	0.94
6		4.5	27	4.37	2.2	30	79.5	691	1189	35	0.95
7		5	27	4.37	2.2	30	79.2	721	1196	35	0.91
8		5.5	27	4.37	2.2	30	78.9	690	1180	35	0.94
9		6	27	4.37	2.2	30	78.6	680	1187	35	0.96
10		6.5	27	4.37	2.2	30	78.4	696	1195	35	0.94
11		7	27	4.37	2.2	30	78.2	697	1210	35	0.95

Çizelge 6.3 Genel silindir yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, MIRO04; örtücü odak uzaklığı değişiminin sonuçlara etkisinin incelenmesi-örtücü ve siperlik engel açılarının eşit tutulduğu durum

No	Yansıtıcı özellikleri	Örtücü özellikleri					Ulaşılan sonuçlar				
		f_0 (cm)	S_0	A_0 (cm)	h_0 (cm)	β_0	η (%)	I_0 (cd)	I_{mak} (cd)	α	D
1	$\theta=100^0$ TK=2.3cm $\beta_y=30^0$ x=7.2 cm y=5.07cm	2	35	3.37	1.74	30	84	525	1208	40	0.97
2		2.5	35	3.37	1.74	30	83	537	1234	40	0.97
3		3	35	3.37	1.74	30	82.3	545	1253	40	0.97
4		3.5	34	3.47	1.74	30	81.9	574	1255	40	0.98
5		4	34	3.47	1.74	30	81.6	550	1268	40	0.96
6		4.5	34	3.47	1.74	30	81.2	578	1273	40	0.99
7		5	34	3.47	1.74	30	80.9	575	1289	40	0.99
8		5.5	34	3.47	1.74	30	80.7	565	1280	40	0.98
9		6	34	3.47	1.74	30	80.5	585	1274	40	0.98
10		6.5	34	3.47	1.74	30	80.3	595	1283	40	0.97
11		7	33	3.58	1.74	30	80.5	582	1278	40	0.99

Çizelge 6.4 Genel silindir yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, MIRO07; örtücü odak uzaklığı değişiminin sonuçlara etkisinin incelenmesi-örtücü ve siperlik engel açılarının eşit tutulduğu durum

No	Yansıtıcı özellikleri	Örtücü özellikleri					Ulaşılan sonuçlar				
		f_0 (cm)	S_0	A_0 (cm)	h_0 (cm)	β_0	η (%)	I_0 (cd)	I_{mak} (cd)	α	D
1	$\theta=100^0$ TK=2.3cm $\beta_Y=30^0$ x=7.2 cm y=5.07cm	2	35	3.37	1.74	30	82	564	1126	40	0.90
2		2.5	35	3.37	1.74	30	81	582	1135	40	0.88
3		3	35	3.37	1.74	30	80.2	580	1141	40	0.88
4		3.5	34	3.47	1.74	30	79.9	591	1158	40	0.88
5		4	34	3.47	1.74	30	79.5	605	1167	40	0.87
6		4.5	34	3.47	1.74	30	79.1	605	1169	40	0.87
7		5	34	3.47	1.74	30	78.8	605	1175	40	0.87
8		5.5	34	3.47	1.74	30	78.6	617	1168	40	0.85
9		6	34	3.47	1.74	30	78.4	642	1173	40	0.82
10		6.5	34	3.47	1.74	30	78.2	594	1180	40	0.89
11		7	33	3.58	1.74	30	78.4	621	1186	40	0.86

Çizelge 6.1-6.2-6.3-6.4'te,

θ : aygıttan çıkan ışığın yayılma açısı (derece),

TK: yansıtıcının tepe noktası ile ışık kaynağı merkezi arasındaki uzaklık (cm),

β_Y : siperlik engel açısı (derece),

x: yansıtıcının ağız açıklığı (cm),

y: yansıtıcının yüksekliği (cm),

f_0 : örtücü oluşturulan parabolün odak uzaklığı (cm),

S_0 : örtücü sayısı,

A_0 : örtücü aralığı (cm),

h_0 : örtücü yüksekliği (cm),

β_0 : örtücü engel açısı (derece),

η : aydınlatma aygıtının geriverimi (%),

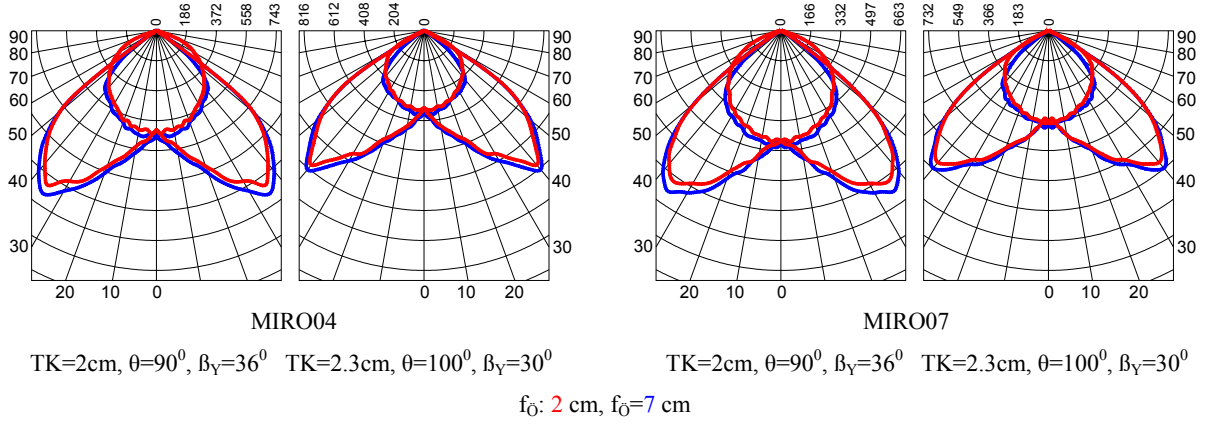
I_0 : aygıt eksenindeki ışık yeğinliği (cd),

I_{mak} : maksimum ışık yeğinliği (cd),

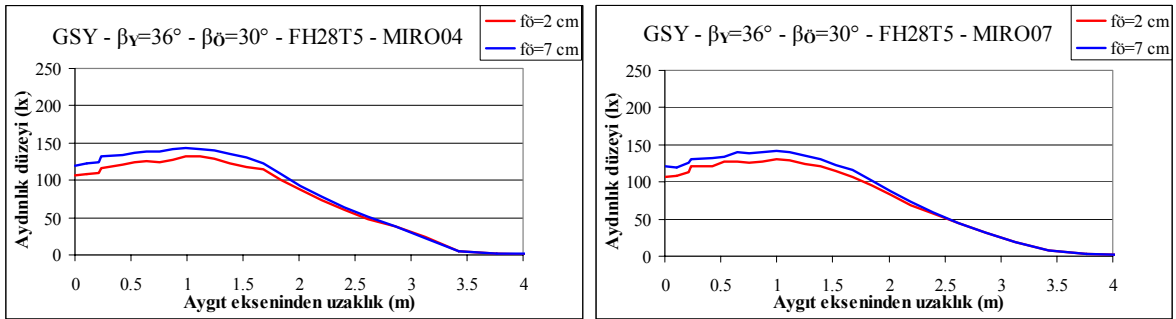
α : maksimum ışık yeğinliği doğrultusunun aygıt eksenine ile yaptığı açı (derece),

D: Düzgünlük değerini

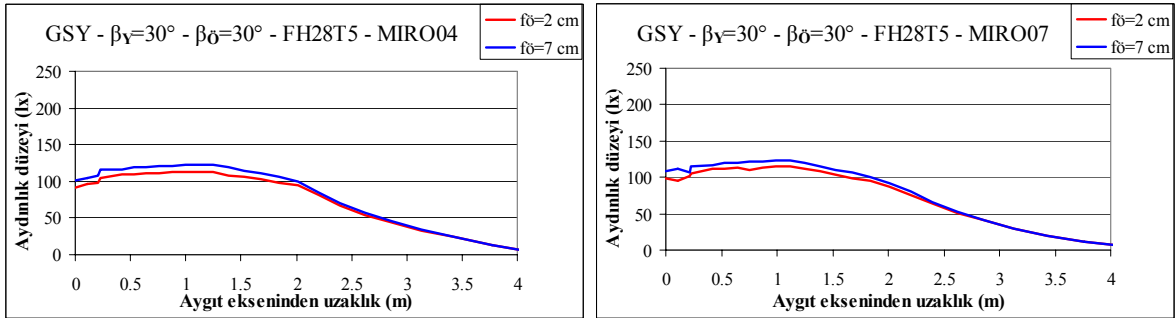
belirtmektedir.



Şekil 6.6 Odak uzaklıkları 2 ve 7 cm olan parabollerden oluşturulmuş örtücü kullanımında elde edilen ışık yeğnilik dağılımları



Şekil 6.7 Odak uzaklıkları 2 ve 7 cm olan parabollerden oluşturulmuş örtücü kullanımında elde edilen aydınlık dağılımları – siperlik ve örtücü engel açısı farklı



Şekil 6.8 Odak uzaklıkları 2 ve 7 cm olan parabollerden oluşturulmuş örtücü kullanımında elde edilen aydınlık dağılımları – siperlik ve örtücü engel açısı eşit

Çizelge 6.1-6.2-6.3-6.4 ve Şekil 6.6-6.7-6.8' de görüldüğü gibi, örtücünün oluşturulduğu parabolün odak uzaklığı büyüdükçe,

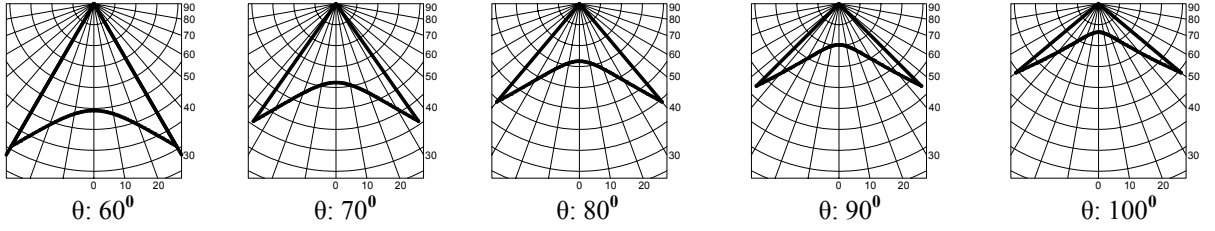
- aydınlatma aygıtının geriverimi azalmakta,
- aydınlık dağılımının düzgünlüğü açısından belirgin bir fark ortaya çıkmamakta,
- gerekli örtücü sayısı azalmakta ve
- örtücü aralığı artmaktadır.

Ele alınan örnek durumlar için, örtücünün oluşturulduğu parabolün odak uzaklığı büyüdükçe aydınlık düzeyleri genel olarak az da olsa yükselmektedir. Siperlik ve örtücü engel açılarının eşit ya da farklı olması ulaşılan sonuçları pek etkilememektedir. Bu çalışmada, bir aydınlatma aygıtında engel açıları farklı örtücülerin kullanılması durumu ayrıca incelenmemiştir. Bununla birlikte, belli bir odak uzaklığı olan parabolden oluşturulmuş örtücünün yüksekliğini artırarak ve/ya da örtücü aralığını azaltarak örtücü engel açısını büyütüldüğünde aydınlatma aygıtı geriveriminin düşeceği açıktır.

Örtücüyü oluşturan parabolün odak uzaklığının sonuçlara etkisini ortaya koyabilmek amacıyla yapılan inceleme sonuçları göz önünde bulundurularak, çalışma içinde ele alınan birbirinden farklı her durum için parabol kesitli örtücü etüdü yapılmıştır. Örtücüyü oluşturan parabolün odak uzaklığı saptanırken aydınlatma aygıtı geriverimi ve oluşan aydınlık düzeyi açısından optimum durumun elde edilebilmesi konusu dikkate alınmıştır. Ayrıca, çalışma içinde bilgisayar programı aracılığı ile elde edilen sonuçların ölçme yolu ile sınanabilmesi için tasarlanan aygıtlardan kimilerinin üretilmesi gerekmektedir. Bu açıdan, araştırma projesini destekleyen kuruluşun üretebildiği iki tip örtücünün ölçülerine yakın ölçülerde örtücülerin tasarlanabilmesi de önem kazanmıştır. Belirtilen nedenlerle, tüm durumlarda örtücü engel açısı 30^0 alınmış ve örtücü üst yatay genişliğinin ~ 0.75 cm, alt yatay genişliğinin 0.2 cm olmasını sağlayacak parabolün odak uzaklığı her durum için ayrı ayrı saptanmıştır. Örtücünün yüksekliği, lamba ile yansıtıcı ağız açıklığı arasındaki uzaklığa bağlı olarak, lamba ile örtücü arasında 0.5 cm kalacak biçimde belirlenmiştir. Her bir durum için örtücü aralığı, dolayısıyla örtücü sayısı saptanırken yine 30^0 engel açısı dikkate alınmıştır.

7. GENEL SİLİNDİR YANSITICI

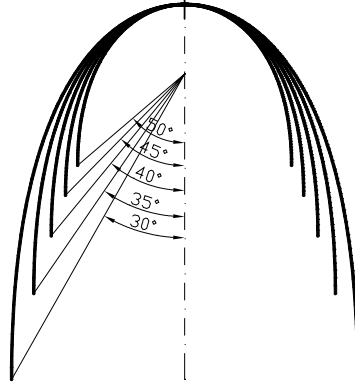
En kesiti genel yansıtıcı olan tekli bükey yüzeyler genel silindir yansıtıcı olarak adlandırılabilir. Bu bölümde, genel silindir yansıtıcı tasarımları, aygıttan çıkan ışığın yayılma açısının (θ) yansıtıcının enine kesitinde (0^0 - 180^0 kesiti) 60^0 , 70^0 , 80^0 , 90^0 , 100^0 olması koşulları için yapılmıştır. Aydınlanan düzlemin her noktasındaki aydınlık düzeyinin birbirine eşit olması için ($E_0^0=E_{10^0}=E_{20^0}=E_{30^0}=E_{40^0}$ vb.), aygıtın aydınlanan düzlemin bu noktaları doğrultusundaki ışık yeğniliklerinin “ $I_{10^0} = I_0^0/\cos^3 10^0$ ”, “ $I_{20^0} = I_0^0/\cos^3 20^0$ ”, “ $I_{30^0} = I_0^0/\cos^3 30^0$ ”, “ $I_{40^0} = I_0^0/\cos^3 40^0$ ” vb. olması gerekir. Buna bağlı olarak, yatay düzlem üzerinde düzgün yayılmış aydınlığın elde edilmesini sağlayacak aygıt ışık yeğnilik dağılımları aygıttan çıkan ışığın yayılma açısının belirtilen büyüklerde olması koşulları için Şekil 7.1’de gösterildiği gibi belirlenmiştir. Aygıttan çıkan ışığın yayılma açısının değişik büyüklüklerde olduğu farklı durumların ele alınması ile değişik büyüklüklerdeki düzlemlerde aydınlığın denetlenebildiği koşullar saptanabilmiştir. (Öztürk vd, 2006a; 2006b).



Şekil 7.1 Aydınlık dağılımının düzgün olmasını sağlayacak aygıt ışık yeğnilik eğrileri

Şekil 7.1’de yer alan aygıt ışık yeğnilik dağılımlarını sağlayacak genel silindir yansıtıcıların enine kesitleri, genel yansıtıcı tasarımında yararlanılan yaklaşımlardan grafik bütünleşme uygulanarak elde edilmiştir (Şekil 7.2). Grafik bütünleşme yaklaşımı uyarınca yansıtıcı kesitleri saptanırken, zorunlu olarak yansıtıcı yüzeyinin düzgün yansıma yaptığı, yansıtıcının ve aygıt ışık yeğnilik eğrisinin aygıt eksenine göre simetrik olduğu varsayımları yapılmış ve boyutsuz, izotrop dağıtımlı nokta kaynak dikkate alınmıştır (Anon., IES, 1984; Anon., IESNA, 2000; Weis, 2000; Aydın, 2005). Bilgisayar programı ile yapılan analiz sonuçlarının veri oluşturan aygıt ışık yeğnilik dağılımlarına uygunluğu doğal olarak yapılan varsayımların ne oranda uygulanabildiğine bağlıdır. Kullanılan malzemenin ışık yansıtma biçimi düzgün yansımadan ne kadar uzak, lamba boyutu ne kadar büyük ve izotrop dağıtımlı olma özelliğinden ne kadar uzak olursa elde edilen sonuçlar da o denli hedeflenenden farklı olacaktır. Öte yandan, Şekil 7.1’de yer alan aygıt ışık yeğnilik dağılımlarının yalnızca 0^0 - 180^0 yatay açılarında söz konusu olabileceği açıktır. Bir başka deyişle, yansıtıcıların Şekil 7.2’de

görülen enine kesitlerinde veri oluşturan ışık yeğinlik dağılımları elde edilebilecek, bu dağılım 0^0 - 180^0 yatay açılarından 90^0 - 270^0 yatay açılara doğru gittikçe değişecektir.



Şekil 7.2 Aygıttan çıkan ışığın yayılma açısının 60^0 , 70^0 , 80^0 , 90^0 ve 100^0 olması durumları için tasarlanan genel yansıtıcı kesitleri

Şekil 7.2’ de görüldüğü gibi, özellikle aydınlatma aygıtından çıkan ışığın yayılma açısının küçük olduğu yansıtıcı kesitlerinde yansıtıcının, dolayısıyla aydınlatma aygıtının yüksekliği uygulamada yaygın olarak kullanılan aygıtlara göre daha yüksek olabilmektedir. Bu nedenle, aygıttan çıkan ışığın yayılma açısına ilişkin oluşturulan çeşitli yansıtıcı kesitlerinin belli büyüklüklerde tutulması ile elde edilen çeşitli durumlar, yansıtıcıların etekleri kesilerek yüksekliklerinin azaltılıp azaltılamayacağı açısından incelenmiştir.

7.1 Uygulama Örneklerinin Yapıldığı Koşullar

Genel silindir yansıtıcılar içinde kullanılan doğrusal flüoresan lamba ile düzgün yayılmış aydınlığın oluşturulabileceği koşulları belirlemek amacıyla ilk aşamada 76 adet örnek uygulama yapılmıştır. Uygulama örneklerinin yapıldığı koşullar ve ulaşılan sonuçlar aşağıda sıralanmıştır (Çizelge 7.1-3, Şekil 7.3; Yiğit, 2006):

- yansıtıcının tepe noktası ile ışık kaynağı merkezi arasındaki uzaklık (TK): 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6, 1.7, 1.8, 1.9, 2, 2.2, 2.4, 2.6, 2.8, 3, 3.2 cm
- aygıttan çıkan ışığın yayılma açısı (θ): 60^0 , 70^0 , 80^0 , 90^0 , 100^0

Çizelge 7.1’de, ele alınan her bir duruma ilişkin “yansıtıcının özellikleri”,

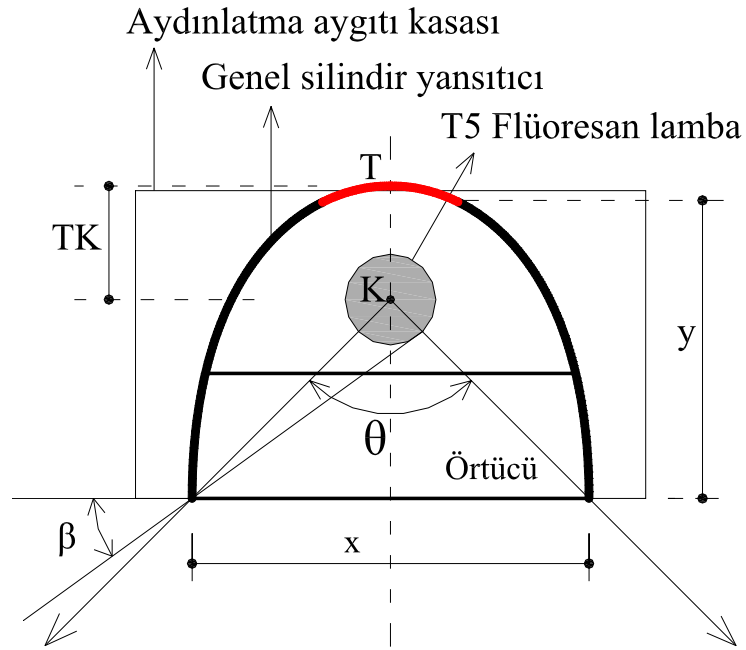
- aygıttan çıkan ışığın yayılma açısı (θ),
- yansıtıcının tepe noktası ile ışık kaynağı merkezi arasındaki uzaklık (TK),
- siperlik engel açısı (β_Y),
- yansıtıcının ağız açıklığı (x) ve yansıtıcının yüksekliği (y)

başlıklı kolonlarda (Kolon 2-6, Şekil 7.3);

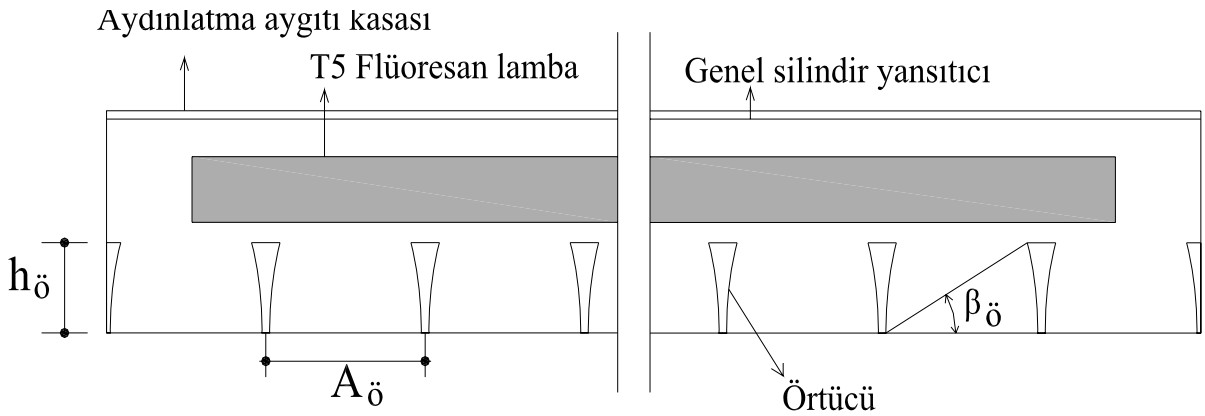
“örtücünün özellikleri”,

- örtücüyu oluşturan parabolün odak uzaklığı ($f_{\text{ö}}$)
- örtücü engel açısı ($\beta_{\text{ö}}$)
- örtücü yüksekliği ($h_{\text{ö}}$),
- örtücü sayısı ($S_{\text{ö}}$),
- örtücü aralığı ($A_{\text{ö}}$)

başlıklı kolonlarda (Kolon 7-11; Şekil 7.4) verilmiştir.



Şekil 7.3 Genel silindir yansıtıcının özelliklerini belirleyen büyüklükler



Şekil 7.4 Örtücünün özelliklerini belirleyen büyüklükler

Çizelge 7.1 Genel silindir yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, ele alınan yansıtıcı ve örtücü özellikleri

No	Yansıtıcı özellikleri					Örtücü özellikleri				
	θ	TK (cm)	β_Y	x (cm)	y (cm)	f_0 (cm)	S_0	A_0 (cm)	h_0 (cm)	β_0
1	60	1.3	53.65	6.62	6.83	6.5	15	7.87	4.43	30
2	60	1.4	54.12	7.13	7.27	5.5	13	9.07	4.87	30
3	60	1.5	54.55	7.64	7.71	6.5	12	9.83	5.31	30
4	60	1.6	54.9	8.14	8.35	7	11	10.72	5.75	30
5	60	1.7	55.21	8.65	8.92	7.0	11	10.72	6.19	30
6	70	1.1	44.50	4.88	4.59	3.5	29	4.07	2.19	30
7	70	1.2	45.50	5.33	4.90	3.5	25	4.72	2.50	30
8	70	1.3	46.40	5.85	5.29	3.5	22	5.36	2.89	30
9	70	1.4	46.9	6.21	5.47	4	20	5.9	3.13	30
10	70	1.5	47.50	6.66	5.91	4.0	19	6.21	3.45	30
11	70	1.6	47.94	7.10	6.35	4.5	17	6.94	3.77	30
12	70	1.7	48.40	7.54	6.79	5.0	16	7.38	4.09	30
13	80	1.2	37.50	4.71	3.91	4.0	39	3.03	1.51	30
14	80	1.3	38.5	5.1	4.14	3.5	34	3.47	1.74	30
15	80	1.4	39.40	5.49	4.37	3.5	31	3.81	1.97	30
16	80	1.5	40.1	5.88	4.64	3.5	28	4.21	2.2	30
17	80	1.6	40.80	6.28	5.00	3.5	25	4.72	2.44	30
18	80	1.7	41.3	6.67	5.36	3.5	23	5.13	2.67	30
19	80	1.8	41.70	7.00	5.3	3.5	22	5.36	2.87	30
20	80	1.9	42.26	7.45	6.06	4.0	20	5.90	3.14	30
21	80	2	42.66	7.85	6.41	5.0	19	6.21	3.38	30
22	90	1.4	31.70	4.91	3.43	6.5	48	2.46	1.15	30
23	90	1.5	32.6	5.25	3.73	4	43	2.74	1.32	30
24	90	1.6	33.40	5.61	4.04	4.0	39	3.03	1.50	30
25	90	1.7	34.1	5.95	4.33	3.5	35	3.37	1.67	30
26	90	1.8	34.70	6.31	4.63	3.5	32	3.69	1.85	30
27	90	1.9	35.3	6.65	4.92	3.5	30	3.93	2.02	30
28	90	2	35.75	7.00	5.21	3.5	28	4.21	2.20	30
29	90	2.2	36.62	7.71	5.80	3.5	24	4.91	2.55	30
30	90	2.4	37.4	8.41	6.37	3.5	22	5.36	2.9	30
31	90	2.6	37.94	9.11	6.94	4.0	20	5.90	3.26	30
32	90	2.8	38.45	9.81	7.51	5.0	18	6.55	3.61	30
33	100	2.2	30.00	7.00	4.89	3.5	36	3.28	1.64	30
34	100	2.4	30.67	7.55	5.32	3.5	32	3.69	1.87	30
35	100	2.6	31.4	8.18	5.8	3.5	29	4.07	2.13	30
36	100	2.8	32.00	8.81	6.28	3.5	26	4.53	2.40	30
37	100	3	32.50	9.44	6.76	3.5	24	4.92	2.66	30
38	100	3.2	33.00	10.07	7.24	3.5	22	5.36	2.93	30

θ : aygıttan çıkan ışığın yayılma açısı, TK: yansıtıcının tepe noktası ile ışık kaynağı merkezi arasındaki uzaklık
 β_Y : siperlik engel açısı, x: yansıtıcının ağız açıklığı, y: yansıtıcının yüksekliği, β_0 : örtücü engel açısı
 f_0 : örtücüyü oluşturan parabolün odak uzaklığı, S_0 : örtücü sayısı, A_0 : örtücü aralığı, h_0 : örtücü yüksekliği,

Çizelge 7.1’de yansıtıcı ve örtücü özellikleri verilmiş her bir durum için bilgisayar programı ile yapılan analizlerin sonuçları Çizelge 7.2-7.3’te,

- aydınlatma aygıtının geriverimi (η),
- aygıt eksenindeki ışık yeğnliği (I_0),
- maksimum ışık yeğnliği (I_{mak}),
- maksimum ışık yeğnliği doğrultusunun aygıt eksenine ile yaptığı açı (α),
- Düzgünlük (D)

başlıklı kolonlarda sunulmuştur.

Çizelge 7.2 Genel silindir yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, MIRO04 yansıtıcı gerecinin kullanıldığı durumda ulaşılan sonuçlar

No	η (%)	I_0 (cd)	I_{mak} (cd)	α	D	No	η (%)	I_0 (cd)	I_{mak} (cd)	α	D
1	74.8	1083	1274	22.5	0.93	20	83.3	800	1338	32.5	1.00
2	79.7	1120	1348	25	0.90	21	83.1	772	1409	32.5	0.90
3	82.2	1157	1444	25	0.93	22	73.4	806	1013	30	0.82
4	82.1	1096	1527	25	0.96	23	76	769	1052	30	0.89
5	82.9	1102	1582	25	0.94	24	77.5	729	1095	32.5	0.90
6	66.5	797	958	25	0.89	25	79.2	716	1123	32.5	0.94
7	71	873	1035	25	0.88	26	80.4	691	1157	35	0.92
8	75.9	932	1126	25	0.90	27	81.3	675	1203	35	0.98
9	79.4	988	1198	27.5	0.85	28	82.2	657	1238	35	0.97
10	80.9	977	1257	27.5	0.90	29	83.9	633	1322	37.5	0.96
11	81.8	969	1311	27.5	0.94	30	85.1	603	1432	37.5	0.84
12	82.4	924	1371	27.5	0.97	31	85.6	584	1500	37.5	0.78
13	67.3	764	952	27.5	0.87	32	85.6	616	1560	37.5	0.79
14	71.9	821	1016	25	0.92	33	81.4	577	1225	40	0.95
15	75.8	826	1070	27.5	0.90	34	82.6	541	1279	40	0.94
16	79	878	1134	27.5	0.90	35	83.6	544	1337	42.5	0.98
17	80.6	865	1173	27.5	0.95	36	84.7	554	1411	42.5	0.98
18	81.9	814	1214	30	0.97	37	85.6	530	1464	42.5	0.90
19	81	718	1225	32.5	0.98	38	86.4	514	1510	42.5	0.85

I_0 : aygıt eksenindeki ışık yeğnliği, I_{mak} : maksimum ışık yeğnliği, D: Düzgünlük

α : maksimum ışık yeğnliği doğrultusunun aygıt eksenine ile yaptığı açı, η : aydınlatma aygıtının geriverimi

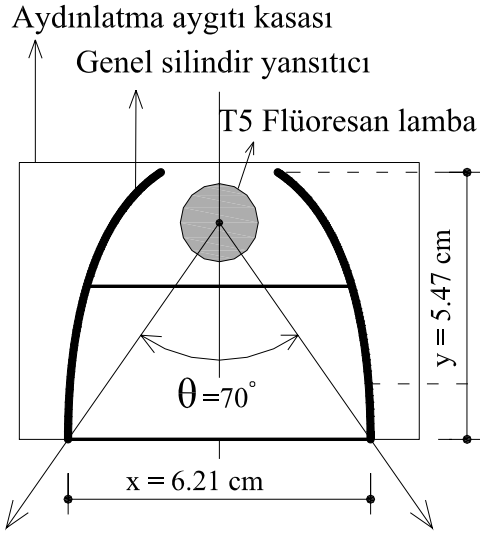
Çizelge 7.3 Genel silindirik yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, MİRO07 yansıtıcı gerecinin kullanıldığı durumda ulaşılan sonuçlar

No	η (%)	I_0 (cd)	I_{mak} (cd)	α	D	No	η (%)	I_0 (cd)	I_{mak} (cd)	α	D
1	72.7	1060	1231	22.5	0.92	20	81.3	793	1252	30	0.98
2	77.6	1114	1300	25	0.87	21	81	778	1316	32.5	0.99
3	80	1149	1373	22.5	0.94	22	71.3	799	972	30	0.79
4	79.9	1089	1423	22.5	0.97	23	74	770	1008	32.5	0.79
5	80.7	1077	1485	25	0.97	24	75.4	758	1044	30	0.89
6	64.8	801	940	27.5	0.82	25	77.2	711	1065	32.5	0.90
7	69.1	847	1007	25	0.89	26	78.4	683	1097	35	0.88
8	73.9	923	1090	25	0.88	27	79.3	668	1127	35	0.93
9	77.3	987	1159	27.5	0.82	28	80.1	681	1168	35	0.94
10	78.7	962	1205	27.5	0.87	29	81.9	652	1242	35	0.96
11	79.7	948	1261	27.5	0.93	30	83.1	629	1304	37.5	0.97
12	80.3	922	1315	27.5	1.00	31	83.5	625	1372	37.5	0.91
13	65.5	757	928	25	0.91	32	83.6	628	1410	37.5	0.89
14	70	795	974	27.5	0.86	33	79.3	590	1134	40	0.86
15	73.8	835	1036	27.5	0.87	34	80.6	604	1176	40	0.88
16	76.9	854	1101	27.5	0.90	35	81.6	575	1222	42.5	0.85
17	78.6	839	1128	30	0.87	36	82.7	570	1274	42.5	0.90
18	79.9	819	1170	30	0.93	37	83.6	560	1313	42.5	0.94
19	79	731	1177	32.5	0.97	38	84.4	548	1352	42.5	0.99

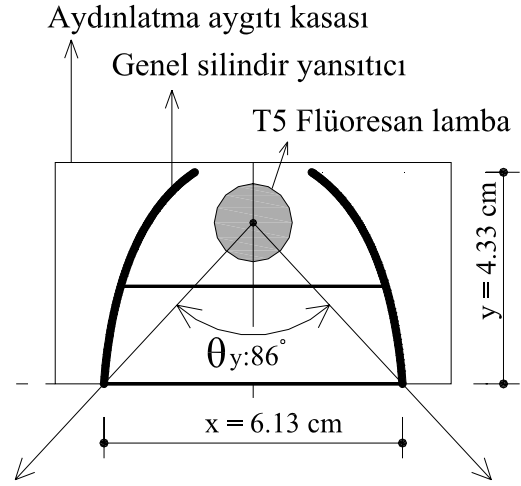
I_0 : aygıt eksenindeki ışık yeğirliği, I_{mak} : maksimum ışık yeğirliği, D: Düzgünlük

α : maksimum ışık yeğirliği doğrultusunun aygıt eksenini ile yaptığı açı, η : aydınlatma aygıtının geriverimi

Çizelge 7.1’de özellikleri verilen 38 farklı yansıtıcı arasından, 2 cm yüksekliğindeki örtücünün yerleştirilmesine olanak veren ve siperlik engel açısının genelde $\geq 30^0$ olmasını sağlayanların etekleri, 2 cm yüksekliğindeki örtücü yerleştirilebilecek şekilde kesilmiş ve böylece 22 farklı durum daha oluşturulmuştur (Şekil 7.5). Bu durumların her biri için yine tek tek örtücü tasarımı yapılmış ve örtücü sayısı hesaplanmıştır (Çizelge 7.4). Çizelge 7.4-7.6’da yer alan her yeni durum, hangi yansıtıcıların etekleri kesilerek oluşturulduklarını belirtmek amacıyla, Çizelge 7.1-7.3’teki numaraların yanına k harfi eklenerek numaralandırılmıştır.



Çizelge 7.1, No 9



Çizelge 7.4, No 9k

Şekil 7.5 Yansıtıcı yüksekliğinin kısaltılmasına bir örnek

Çizelge 7.4 Genel silindirik yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, yansıtıcı yüksekliğinin kısaltıldığı koşullar için yansıtıcı ve örtücü özellikleri

No	Yansıtıcı özellikleri						Örtücü özellikleri				
	θ	θ_y	TK (cm)	β_y	x (cm)	y (cm)	f_0 (cm)	S_0	A_0 (cm)	h_0 (cm)	β_0
1k	60	87.62	1.3	46.18	6.33	4.40	3.5	30	3.93	2	30
2k	60	91.26	1.4	34.64	6.75	4.40	3.5	30	3.93	2	30
3k	60	94.62	1.5	33.25	7.16	4.48	3.5	30	3.93	2	30
4k	60	97.72	1.6	32	7.55	4.6	3.5	30	3.93	2	30
5k	60	100.6	1.7	30.79	7.95	4.72	3.5	30	3.93	2	30
7k	70	77.6	1.2	40.50	5.31	4.4	3.5	30	3.93	2	30
8k	70	82.64	1.3	38.30	5.90	4.40	3.5	30	3.93	2	30
9k	70	85.78	1.4	37	6.13	4.33	3.5	30	3.93	2	30
10k	70	89.2	1.5	35.43	6.53	4.46	3.5	30	3.93	2	30
11k	70	92.7	1.6	34.04	6.92	4.58	3.5	30	3.93	2	30
12k	70	95.8	1.7	32.76	7.30	4.70	3.5	30	3.93	2	30
18k	80	90.32	1.7	35.1	6.63	4.68	3.5	30	3.93	2	30
19k	80	92.92	1.8	33.95	6.95	4.43	3.5	30	3.93	2	30
20k	80	96.28	1.9	32.56	7.37	4.92	3.5	30	3.93	2	30
21k	80	98.98	2	31.45	7.73	5.04	3.5	30	3.93	2	30
29k	90	98.68	2.2	31.60	7.69	5.24	3.5	30	3.93	2	30
30k	90	103.36	2.4	29.7	8.35	5.46	3.5	30	3.93	2	30
31k	90	107.52	2.6	28.00	9.01	5.69	3.5	30	3.93	2	30
32k	90	111.24	2.8	26.50	9.65	5.90	3.5	30	3.93	2	30
36k	100	106.24	2.8	28.50	8.80	5.89	3.5	30	3.93	2	30
37k	100	109.9	3	27.00	9.41	6.10	3.5	30	3.93	2	30
38k	100	113.2	3.2	26.00	10.01	6.31	3.5	30	3.93	2	30

θ : aygıttan çıkan ışığın yayılma açısı, TK: yansıtıcının tepe noktası ile ışık kaynağı merkezi arasındaki uzaklık
 θ_y : yansıtıcı yüksekliğinin kısaltıldığı durumda aygıttan çıkan ışığın yayılma açısı, β_y : siperlik engel açısı
x: yansıtıcının ağız açıklığı, y: yansıtıcının yüksekliği, f_0 : örtücü oluşturulan parabolün odak uzaklığı
 S_0 : örtücü sayısı, A_0 : örtücü aralığı, h_0 : örtücü yüksekliği, β_0 : örtücü engel açısı

Çizelge 7.5 Genel silindir yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, yansıtıcı yüksekliğinin kısaltıldığı koşullar için MIRO04 yansıtıcı gerecinin kullanıldığı durumda ulaşılan sonuçlar

No	η (%)	I_0 (cd)	I_{mak} (cd)	α	D	No	η (%)	I_0 (cd)	I_{mak} (cd)	α	D
1k	74.8	1053	1169	25	0.83	18k	80.7	842	1218	30	0.94
2k	78.1	1122	1210	20	0.89	19k	79.6	721	1198	32.5	1.00
3k	80	1101	1258	20	0.95	20k	82.2	799	1287	30	0.96
4k	81	1087	1285	20	0.98	21k	82.8	776	1317	30	0.91
5k	81.9	1081	1326	20	0.98	29k	83	635	1299	35	0.89
7k	70.2	839	1033	22.5	0.97	30k	83.8	614	1370	35	0.82
8k	74.4	916	1106	25	0.90	31k	84.5	617	1406	37.5	0.88
9k	78.2	1020	1175	22.5	0.91	32k	85.1	611	1447	35	0.77
10k	79.4	971	1208	25	0.93	36k	84.2	532	1374	42.5	0.97
11k	80.5	972	1240	25	0.95	37k	84.7	541	1402	42.5	0.96
12k	81.4	969	1282	25	0.98	38k	85.2	538	1427	42.5	0.94

I_0 : aygıt eksenindeki ışık yeğirliği, I_{mak} : maksimum ışık yeğirliği, D: Düzgünlük

α : maksimum ışık yeğirliği doğrultusunun aygıt eksenine ile yaptığı açı, η : aydınlatma aygıtının geriverimi

Çizelge 7.6 Genel silindir yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, yansıtıcı yüksekliğinin kısaltıldığı koşullar için MIRO07 yansıtıcı gerecinin kullanıldığı durumda ulaşılan sonuçlar

No	η (%)	I_0 (cd)	I_{mak} (cd)	α	D	No	η (%)	I_0 (cd)	I_{mak} (cd)	α	D
1k	73	1026	1144	25	0.83	18k	78.7	823	1172	30	0.92
2k	76.3	1080	1182	25	0.81	19k	77.7	751	1157	30	1.00
3k	78.1	1092	1228	22.5	0.89	20k	80.2	792	1222	30	1.00
4k	79.1	1074	1262	22.5	0.93	21k	80.8	766	1252	30	0.94
5k	79.9	1074	1268	25	0.88	29k	81	676	1218	35	0.99
7k	68.4	866	1011	25	0.87	30k	81.9	650	1260	35	0.94
8k	72.6	904	1078	25	0.89	31k	82.6	642	1290	35	0.91
9k	76.2	976	1138	25	0.87	32k	83.2	655	1323	35	0.90
10k	77.4	963	1175	25	0.91	36k	82.2	589	1250	40	0.95
11k	78.5	956	1200	25	0.93	37k	82.8	588	1269	40	0.97
12k	79.4	950	1245	27.5	0.91	38k	83.2	564	1291	42.5	0.92

I_0 : aygıt eksenindeki ışık yeğirliği, I_{mak} : maksimum ışık yeğirliği, D: Düzgünlük

α : maksimum ışık yeğirliği doğrultusunun aygıt eksenine ile yaptığı açı, η : aydınlatma aygıtının geriverimi

Ulaşılan tüm sonuçlar ile ilgili daha ayrıntılı bilgi, aydınlatma aygıtlarının ışık yeğirlik dağılımları ve aygıttan 2.4 m uzaklıktaki düzlemde oluşan aydınlık dağılımları aracılığı ile bundan sonraki bölümde verilmiştir. Her bir ışık yeğirlik eğrisi ve aydınlık dağılımı grafiğinin altında Çizelge 7.1 ve/ya da Çizelge 7.4'teki numaraları belirtilmiştir.

7.2 Elde Edilen Işık Yeğİnlik ve Aydınlik Dağılımları

7.1. bölümde Çizelge 7.1 ve 7.4'te yer alan tüm uygulama örnekleri için elde edilen aygıt ışık yeğİnlik eğrileri ve aydınlık dağılımları, ulaşılan sonuçların çeşitli açılardan karşılaştırılabilmesi açısından,

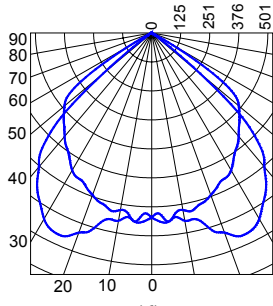
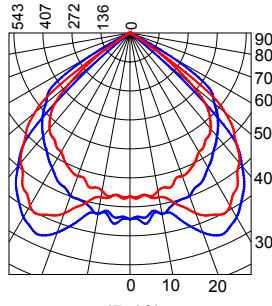
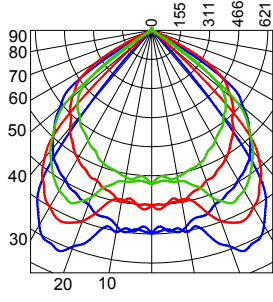
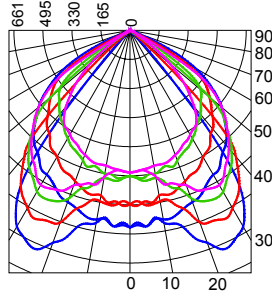
- genel silindir yansıtıcılarda, aygıttan çıkan ışığın yayılma açısının ışık yeğİnlik ve aydınlık dağılımına etkisi,
- yansıtıcının enine ve boyuna kesitindeki ışık yeğİnlik ve aydınlık dağılımını gösteren örnek durumlar,
- genel silindir yansıtıcılarda, yansıtıcının tepe noktası ile ışık kaynağı merkezi arasındaki uzaklığın ışık yeğİnlik ve aydınlık dağılımına etkisi,
- aydınlatma aygıtı ile aydınlanan düzlem arasındaki uzaklığın aydınlık dağılımına etkisini gösteren örnek durumlar,
- genel silindir yansıtıcılarda, yansıtıcı yüksekliğinin kısaltılmasının ışık yeğİnlik ve aydınlık dağılımına etkisi

başlıkları altında verilmiştir.

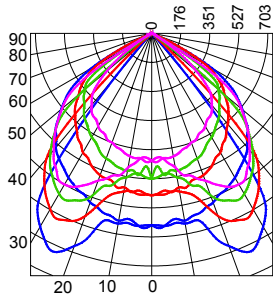
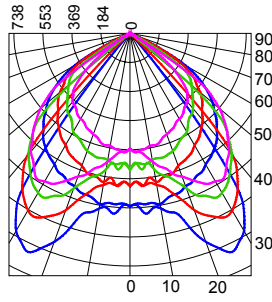
7.2.1 Genel Silindir Yansıtıcılarda, Aygıttan Çıkan Işık Yayılma Açısının Işık Yeğİnlik ve Aydınlik Dağılımına Etkisi

Özellikleri 7.1. Bölüm Çizelge 7.1'de belirtilmiş olan, biçim ve boyutları birbirinden farklı 38 adet genel silindir yansıtıcılı aydınlatma aygıtlarının her biri iki ayrı yansıtıcı gereci kullanılarak analiz edilmiş ve böylece ulaşılan 76 farklı sonuca ilişkin aydınlatma aygıtı ışık yeğİnlik eğrileri Şekil 7.6'da, aydınlatma aygıtından 2.4 m uzaklıktaki düzlemde oluşan aydınlık dağılımları Şekil 7.7'de gösterilmiştir. Gerek ışık yeğİnlik gerekse aydınlık dağılımlarında, yansıtıcının tepe noktası ile ışık kaynağı merkezi arasındaki uzaklığın (TK) aynı, aygıttan çıkan ışığın yayılma açısının (θ) farklı olduğu durumlar üst üste gösterilmiştir. Böylece, θ açısının ışık yeğİnlik ve aydınlık dağılımları üzerindeki etkisi ortaya konmuştur.

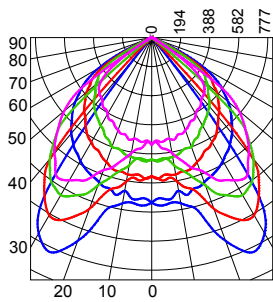
Düzgün yansıma yapan yansıtıcı gereci

(6)
TK:1.1 cm, $\theta:70^\circ$ (7-13)
TK:1.2 cm, $\theta:70^\circ-80^\circ$ (1-8-14)
TK:1.3 cm, $\theta:60^\circ-70^\circ-80^\circ$ 

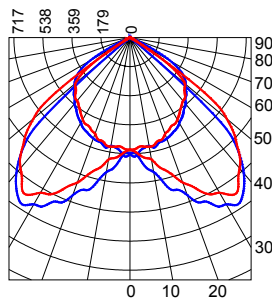
(2-9-15-22)

(3-10-16-23)
TK:1.5 cm, $\theta:60^\circ-70^\circ-80^\circ-90^\circ$ 

(4-11-17-24)



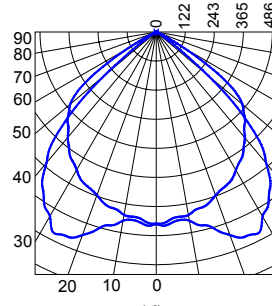
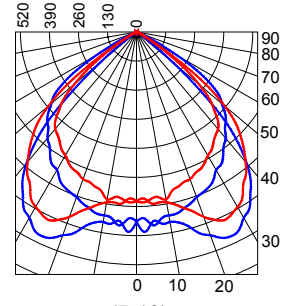
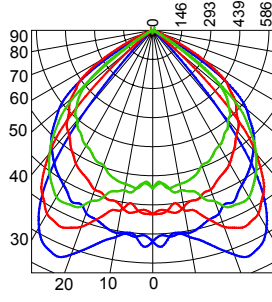
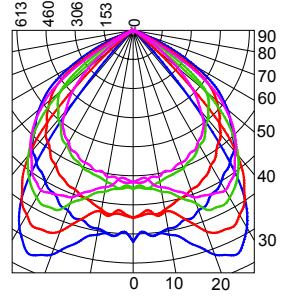
(5-12-18-25)



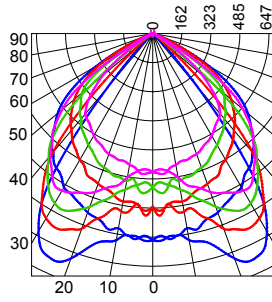
(19-26)

TK:1.7 cm, $\theta:60^\circ-70^\circ-80^\circ-90^\circ$ TK:1.8 cm, $\theta:80^\circ-90^\circ$

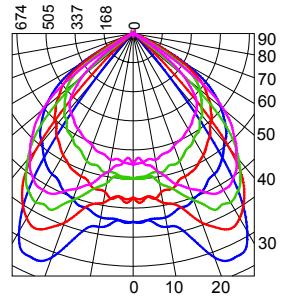
Yayınık yansıma yapan yansıtıcı gereci

(6)
TK:1.1 cm, $\theta:70^\circ$ (7-13)
TK:1.2 cm, $\theta:70^\circ-80^\circ$ (1-8-14)
TK:1.3 cm, $\theta:60^\circ-70^\circ-80^\circ$ 

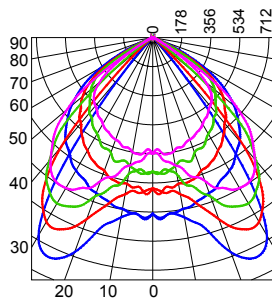
(2-9-15-22)



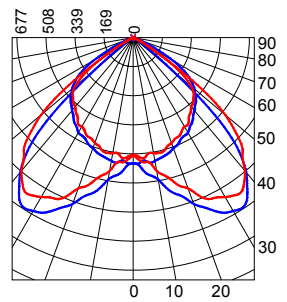
(3-10-16-23)



(4-11-17-24)



(5-12-18-25)

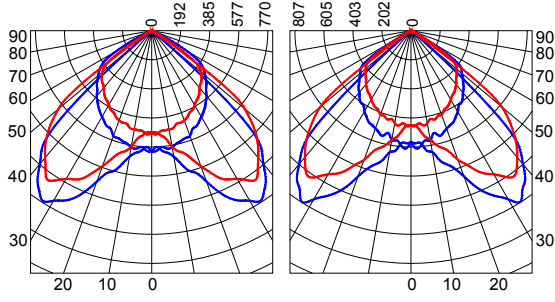


(19-26)

TK:1.7 cm, $\theta:60^\circ-70^\circ-80^\circ-90^\circ$ TK:1.8 cm, $\theta:80^\circ-90^\circ$

Şekil 7.6a Aygıttan çıkan ışığın yayılma açısının aydınlatma aygıtı ışık yoğunluk dağılımına etkisi

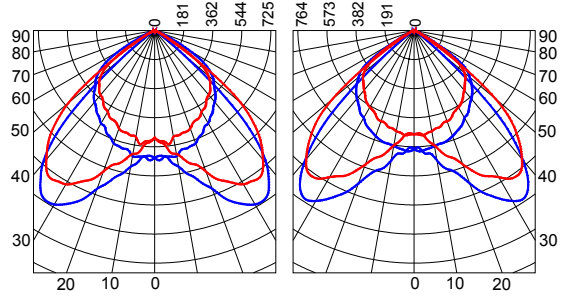
Düzgün yansıma yapan yansıtıcı gereci



(20-27)
TK: 1.9 cm, $\theta: 80^\circ-90^\circ$

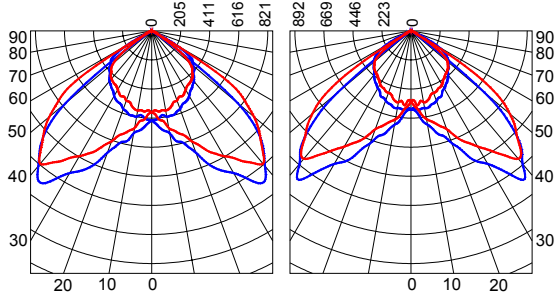
(21-28)
TK: 2 cm, $\theta: 80^\circ-90^\circ$

Yayınık yansıma yapan yansıtıcı gereci



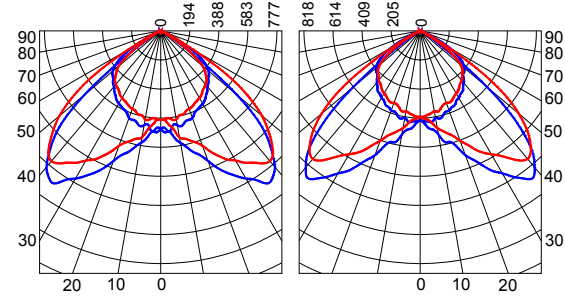
(20-27)
TK: 1.9 cm, $\theta: 80^\circ-90^\circ$

(21-28)
TK: 2 cm, $\theta: 80^\circ-90^\circ$



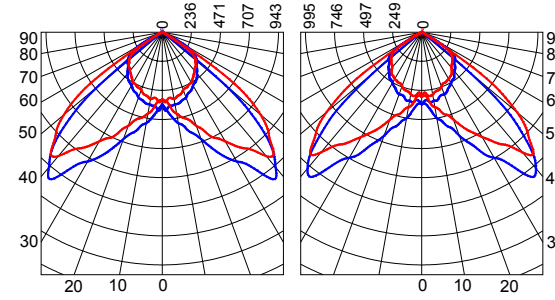
(29-33)
TK: 2.2 cm, $\theta: 90^\circ-100^\circ$

(30-34)
TK: 2.4 cm, $\theta: 90^\circ-100^\circ$



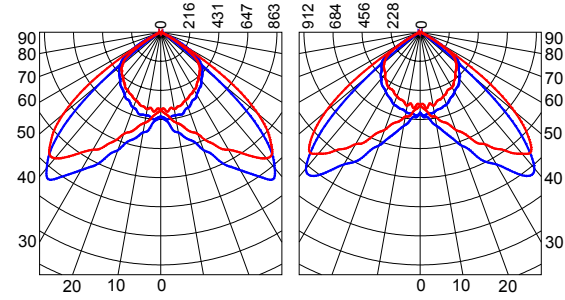
(29-33)
TK: 2.2 cm, $\theta: 90^\circ-100^\circ$

(30-34)
TK: 2.4 cm, $\theta: 90^\circ-100^\circ$



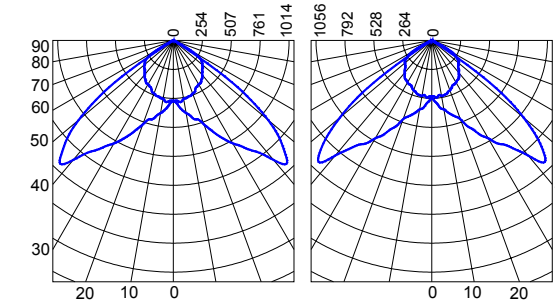
(31-35)
TK: 2.6 cm, $\theta: 90^\circ-100^\circ$

(32-36)
TK: 2.8 cm, $\theta: 90^\circ-100^\circ$



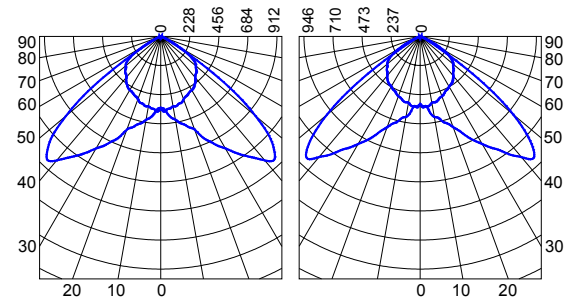
(31-35)
TK: 2.6 cm, $\theta: 90^\circ-100^\circ$

(32-36)
TK: 2.8 cm, $\theta: 90^\circ-100^\circ$



(37)
TK: 3 cm, $\theta: 100^\circ$

(38)
TK: 3.2 cm, $\theta: 100^\circ$



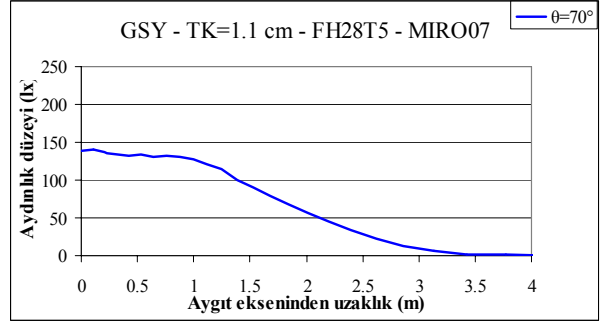
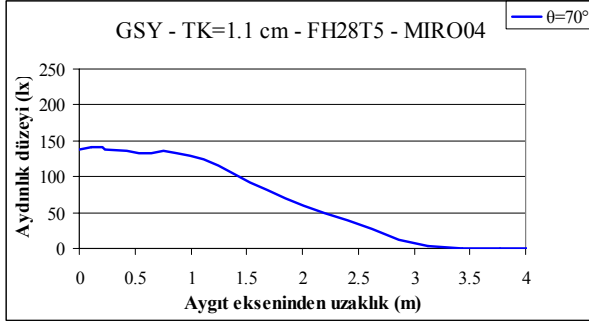
(37)
TK: 3 cm, $\theta: 100^\circ$

(38)
TK: 3.2 cm, $\theta: 100^\circ$

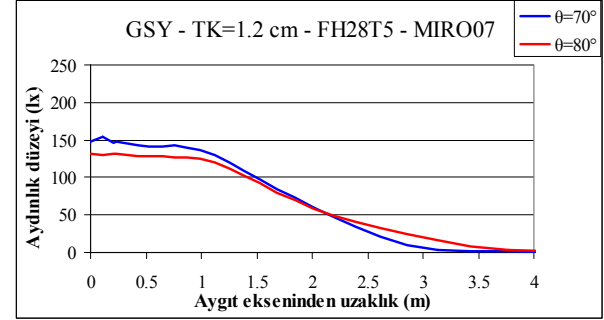
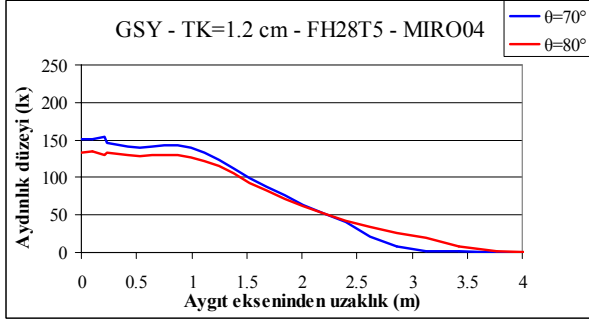
Şekil 7.6b Aygıttan çıkan ışığın yayılma açısının aydınlatma aygıtı ışık yeğnlik dağılımına etkisi

Düzgün yansıma yapan yansıtıcı gereci

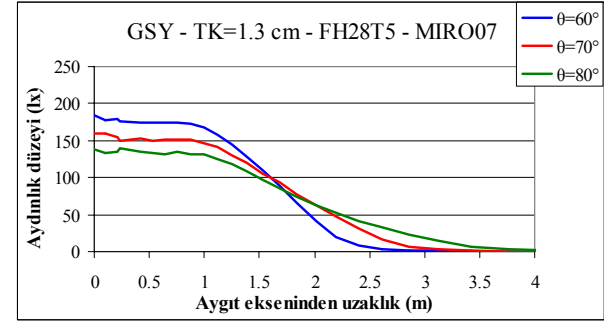
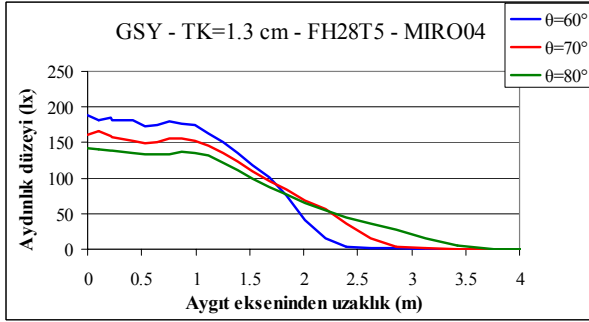
Yayınık yansıma yapan yansıtıcı gereci



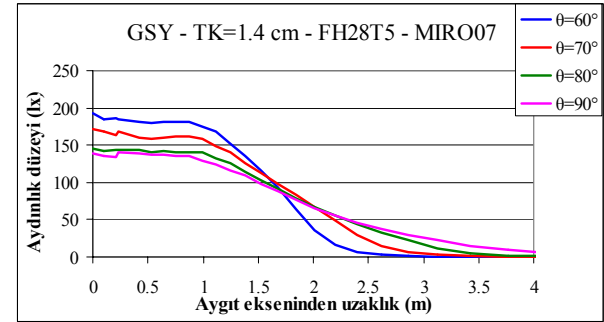
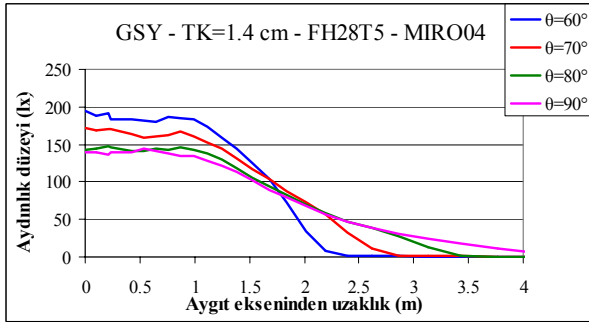
(6)



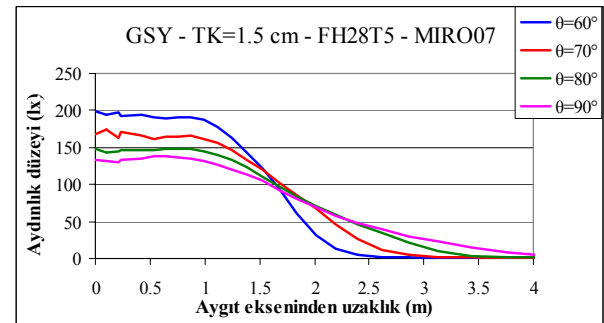
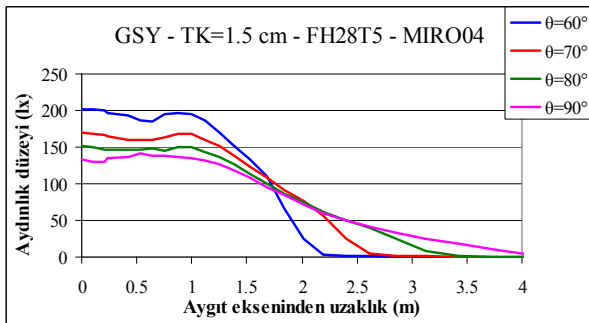
(7-13)



(1-8-14)



(2-9-15-22)

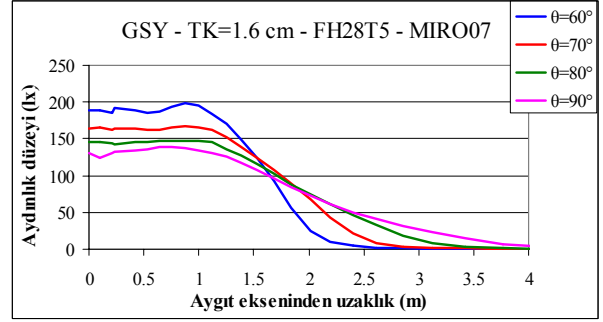
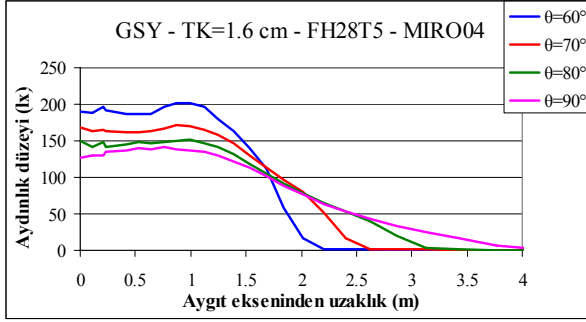


(3-10-16-23)

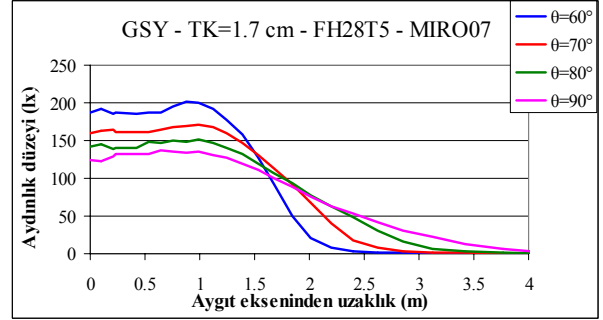
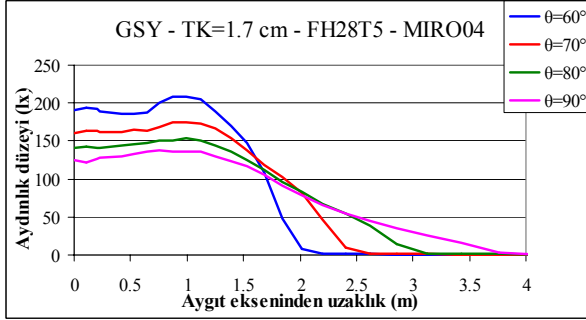
Şekil 7.7a Aygıttan çıkan ışığın yayılma açısının aydınlık dağılımına etkisi

Düzgün yansıma yapan yansıtıcı gereci

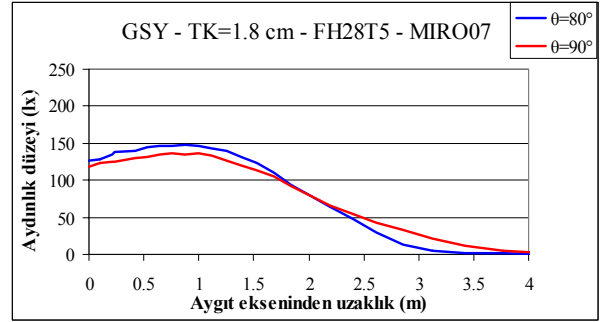
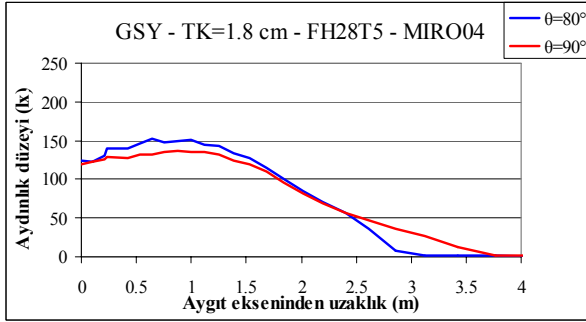
Yayınık yansıma yapan yansıtıcı gereci



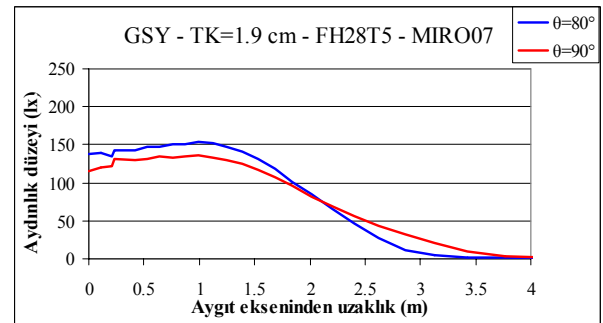
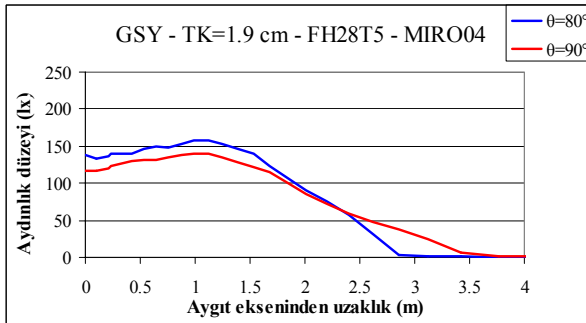
(4-11-17-24)



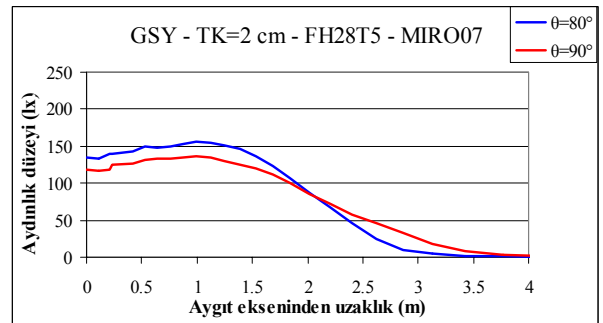
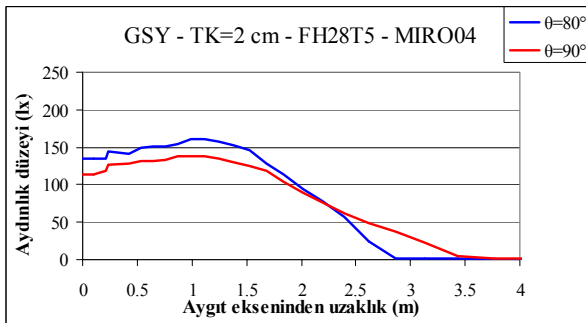
(5-12-18-25)



(19-26)



(20-27)

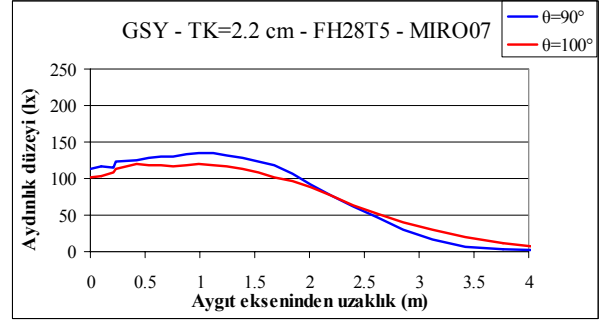
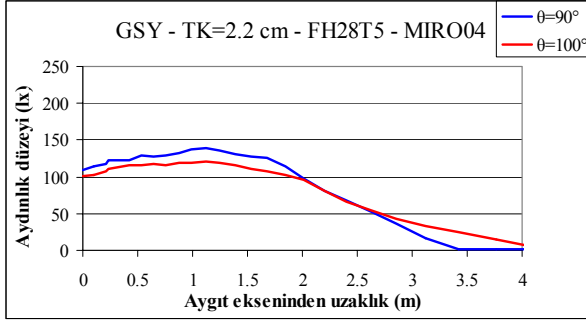


(21-28)

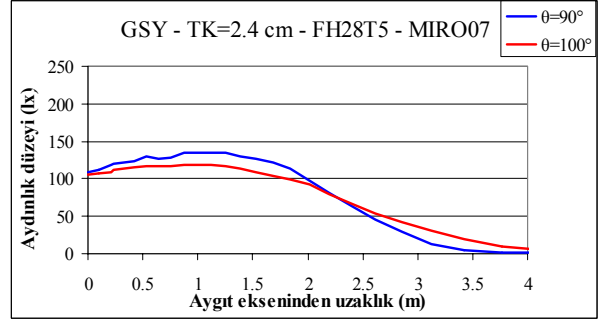
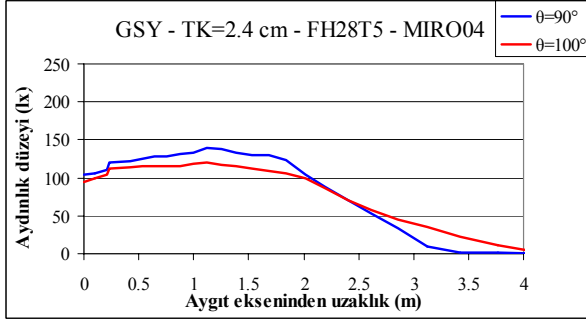
Şekil 7.7b Aygıttan çıkan ışığın yayılma açısının aydınlık dağılımına etkisi

Düzgün yansıma yapan yansıtıcı gereci

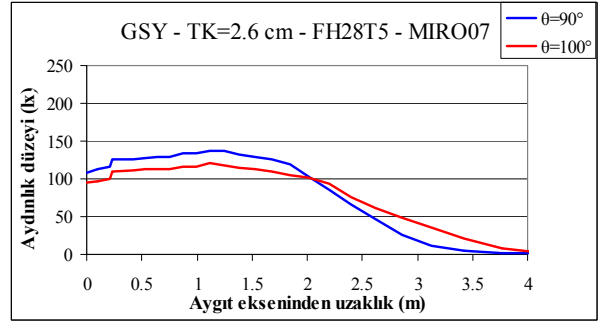
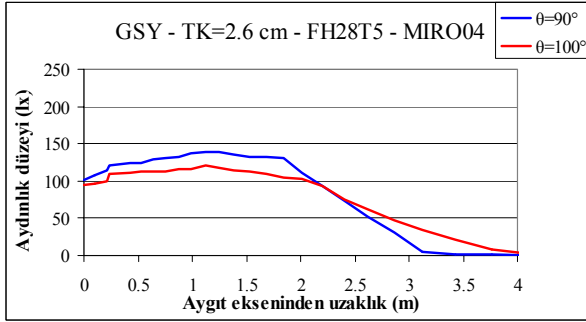
Yayınık yansıma yapan yansıtıcı gereci



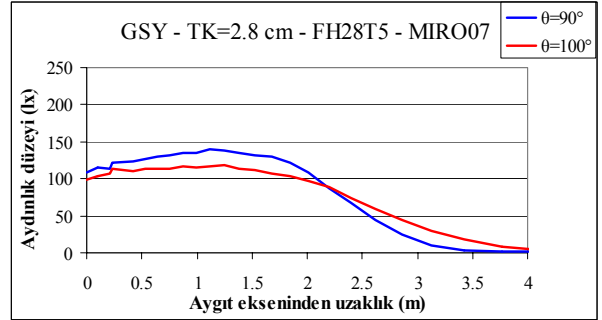
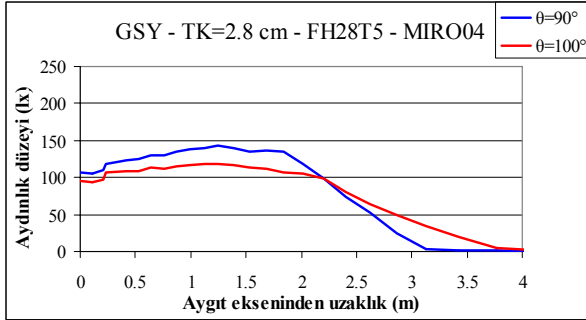
(29-33)



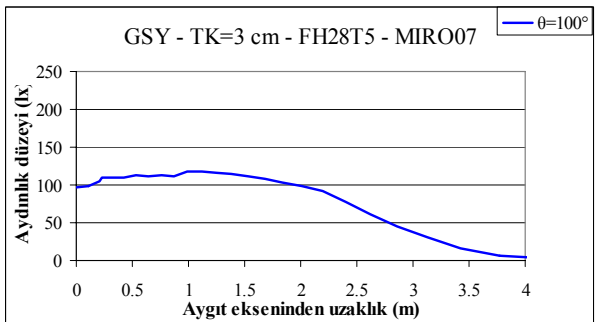
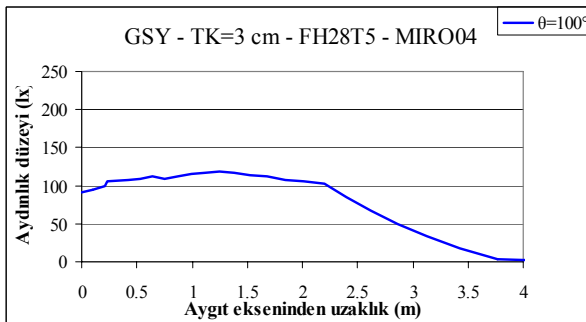
(30-34)



(31-35)

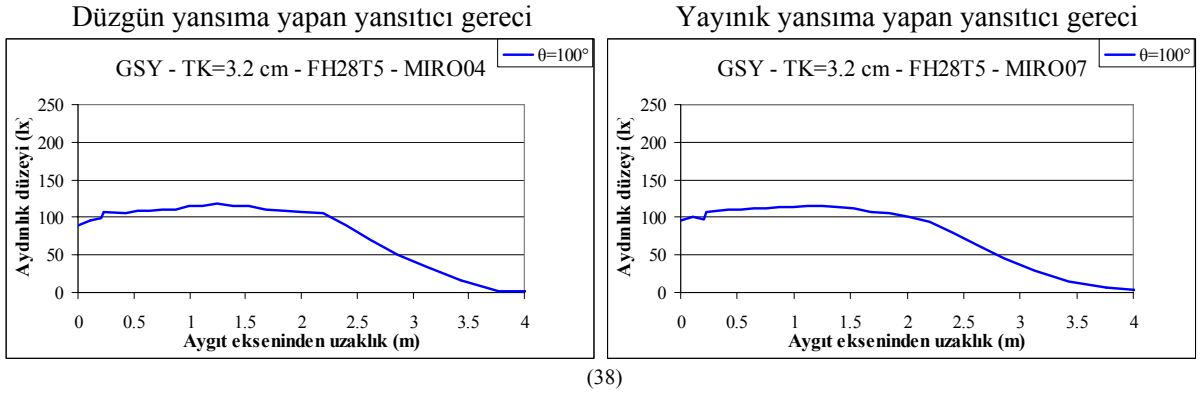


(32-36)



(37)

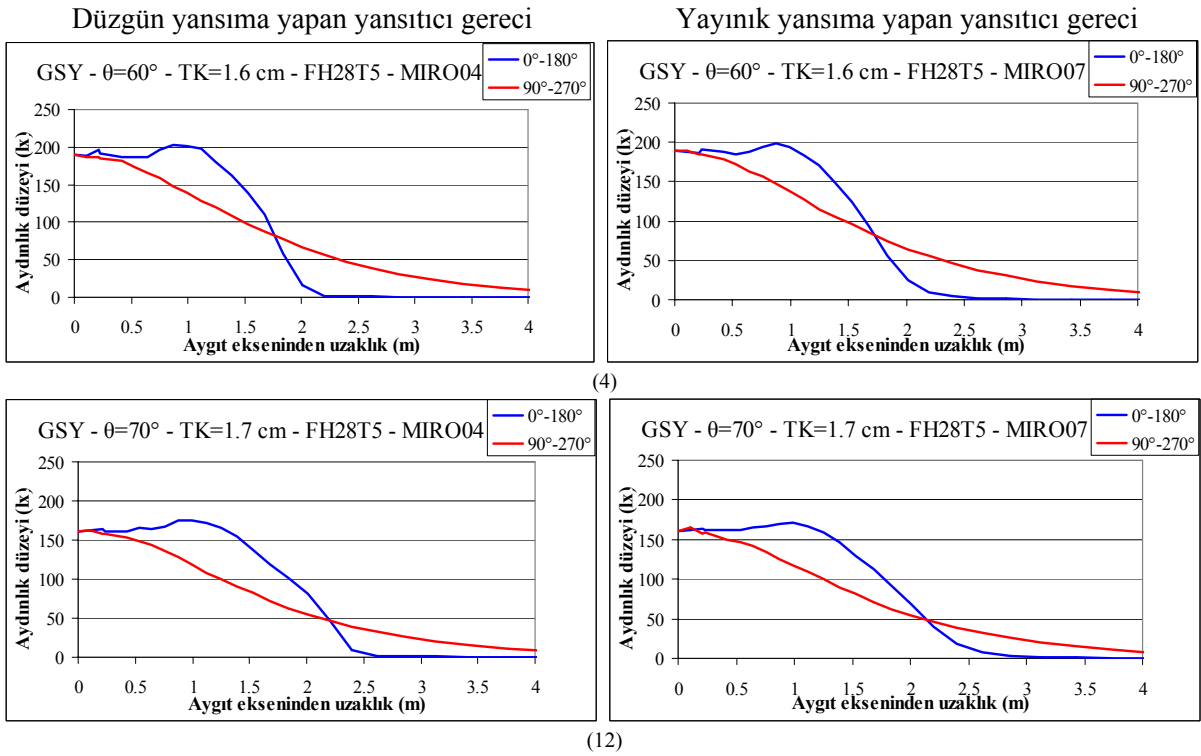
Şekil 7.7c Aygıttan çıkan ışığın yayılma açısının aydınlık dağılımına etkisi



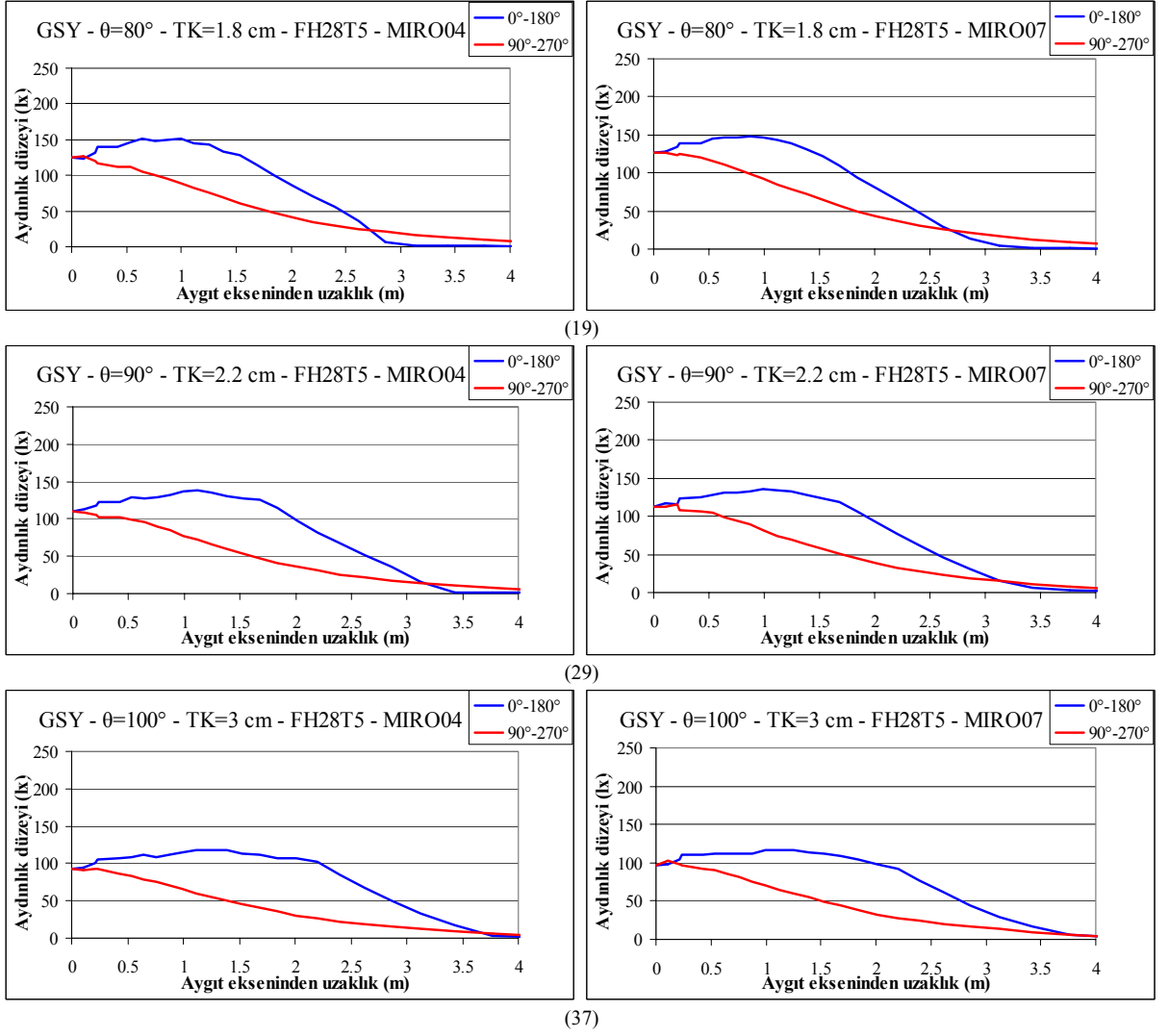
Şekil 7.7d Aygıttan çıkan ışığın yayılma açısının aydınlık dağılımına etkisi

7.2.2 Yansıtıcının Enine ve Boyuna Kesitindeki Işık Yeğirlik ve Aydınlık Dağılımını Gösteren Örnek Durumlar

Yukarıda yer alan 76 farklı durum arasından seçilen 10 ayrı örnek için ayrıca 0° - 180° ve 90° - 270° yatay açılarındaki aydınlık dağılımları birlikte Şekil 7.8'de gösterilmiştir.



Şekil 7.8a Yansıtıcının enine ve boyuna kesitindeki aydınlık dağılımını gösteren örnek durumlar



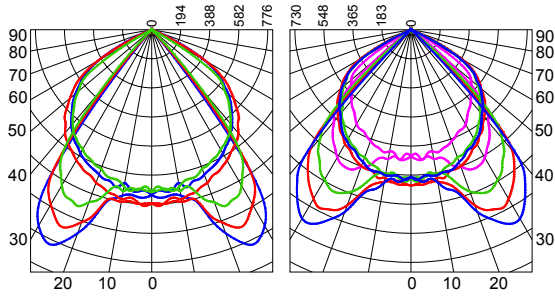
Şekil 7.8b Yansıtıcının enine ve boyuna kesitindeki aydınlık dağılımını gösteren örnek durumlar

7.2.3 Genel Silindir Yansıtıcılarda Yansıtıcının Tepe Noktası ile Işık Kaynağı Merkezi Arasındaki Uzaklığın Işık Yeğİnlik ve Aydİnlık Dağılımına Etkisi

Yansıtıcının tepe noktası ile ışık kaynağı merkezi arasındaki uzaklığın (TK) sonuçlara etkisini gösterebilmek amacıyla, aygıttan çıkan ışığın yayılma açısı aynı, ancak TK uzaklıkları farklı olan aşağıdaki durumlara ilişkin ışık yeğİnlik ve aydınlık dağılımları Şekil 7.9 ve 7.10'da gösterilmiştir:

- $\theta=60^0$; TK=1.3, 1.5, 1.7 cm
- $\theta=70^0$; TK=1.1, 1.3, 1.5, 1.7 cm
- $\theta=80^0$; TK=1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 2 cm
- $\theta=90^0$; TK=1.4, 1.6, 1.8, 2, 2.4, 2.8 cm
- $\theta=100^0$; TK=2, 2.4, 2.6, 2.8 3, 3.2 cm

Düzgün yansıma yapan yansıtıcı gereci

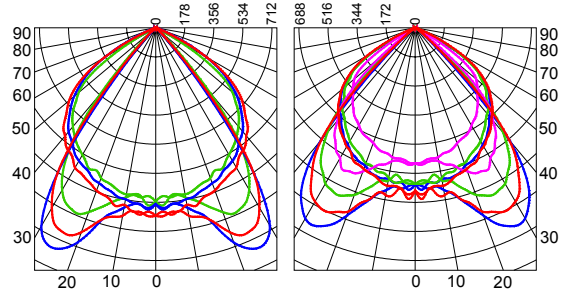


(1-3-5)

(6-8-10-12)

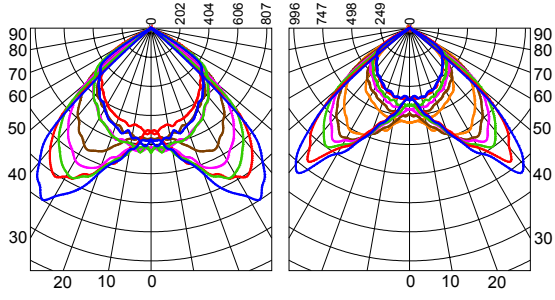
TK:1.3-1.5-1.7 cm, $\theta:60^\circ$ TK:1.1-1.3-1.5-1.7 cm, $\theta:70^\circ$

Yayınık yansıma yapan yansıtıcı gereci



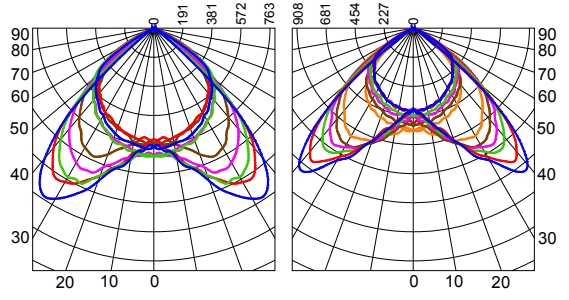
(1-3-5)

(6-8-10-12)

TK:1.3-1.5-1.7 cm, $\theta:60^\circ$ TK:1.1-1.3-1.5-1.7 cm, $\theta:70^\circ$ 

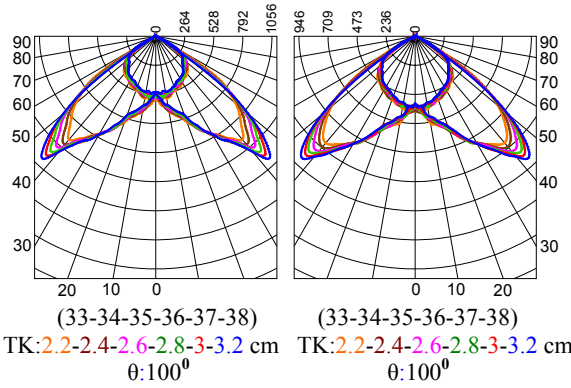
(13-15-17-19-21)

(22-24-26-28-30-32)

TK:1.2-1.4-1.6-1.8-2 cm, $\theta:80^\circ$ TK:1.4-1.6-1.8-2-2.4-2.8 cm, $\theta:90^\circ$ 

(13-15-17-19-21)

(22-24-26-28-30-32)

TK:1.2-1.4-1.6-1.8-2 cm, $\theta:80^\circ$ TK:1.4-1.6-1.8-2-2.4-2.8 cm, $\theta:90^\circ$ 

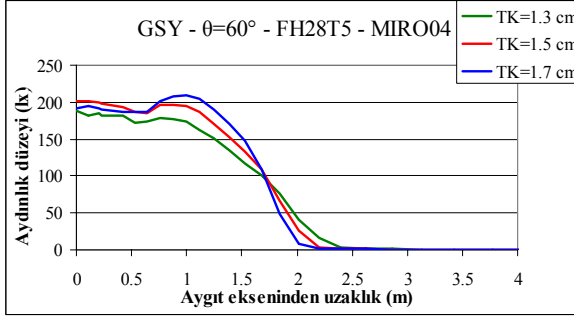
(33-34-35-36-37-38)

(33-34-35-36-37-38)

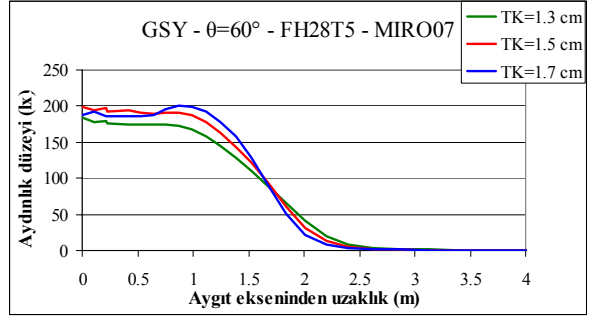
TK:2.2-2.4-2.6-2.8-3-3.2 cm, $\theta:100^\circ$ TK:2.2-2.4-2.6-2.8-3-3.2 cm, $\theta:100^\circ$

Şekil 7.9 Genel silindir yansıtıcılarda yansıtıcının tepe noktası ile ışık kaynağı merkezi arasındaki uzaklığın aydınlatma aygıtı ışık yeğinlik dağılımına etkisi

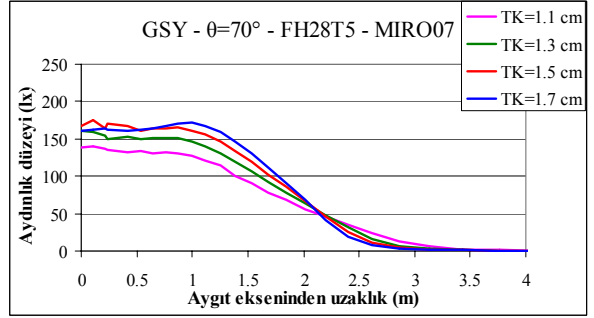
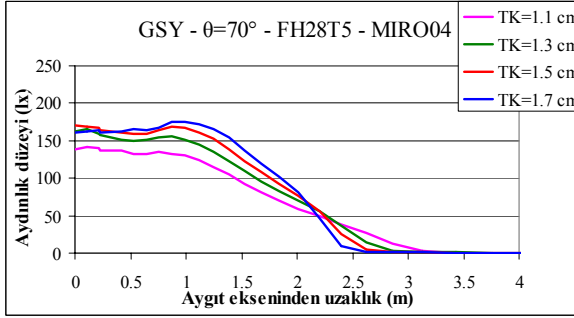
Düzgün yansımaya yapan yansıtıcı gereci



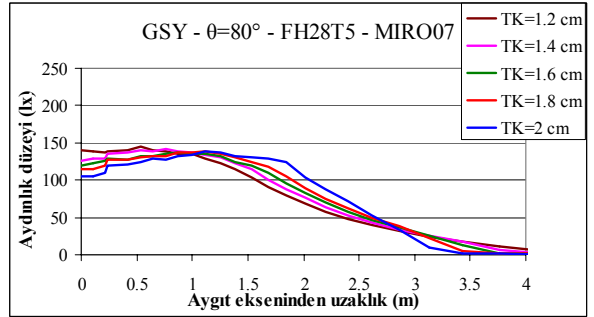
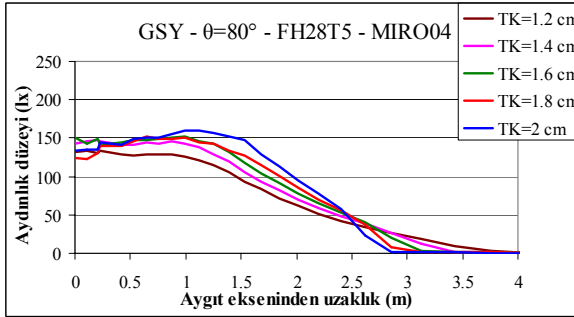
Yayınık yansımaya yapan yansıtıcı gereci



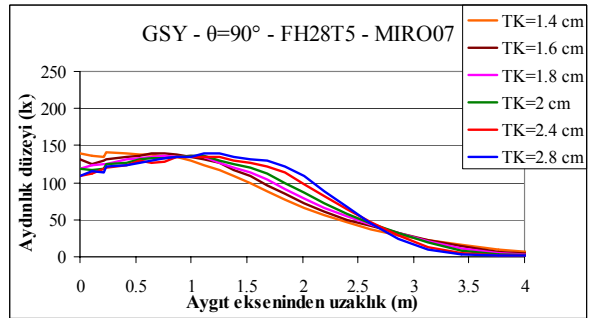
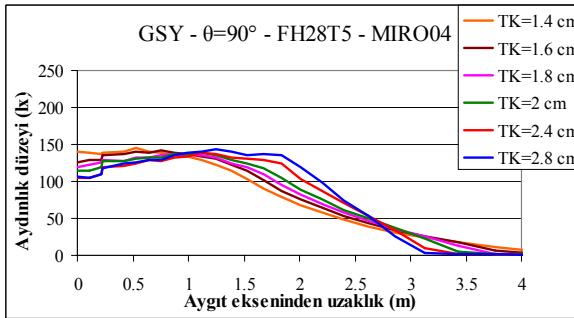
(1-3-5)



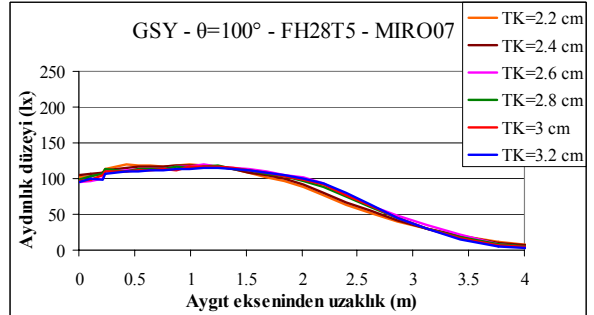
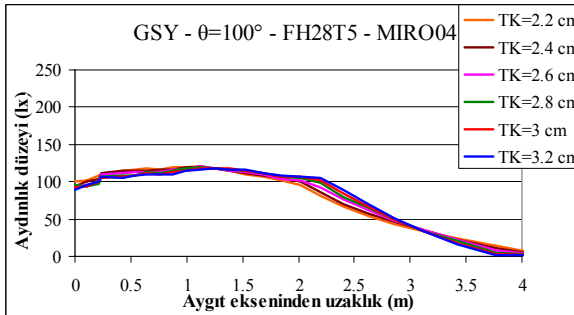
(6-8-10-12)



(13-15-17-19-21)



(22-24-26-28-30-32)



(33-34-35-36-37-38)

Şekil 7.10 Genel silindir yansıtıcılarda yansıtıcının tepe noktası ile ışık kaynağı merkezi arasındaki uzaklığın aydınlık dağılımına etkisi

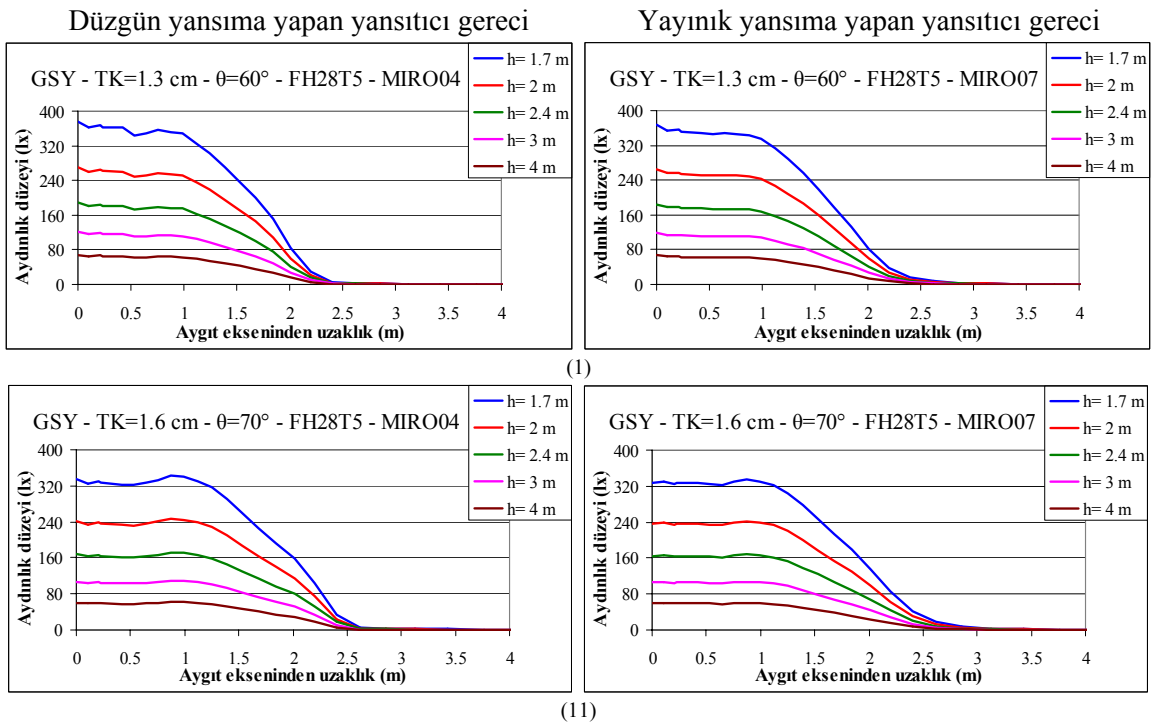
7.2.4 Aydınlatma Aygıtı ile Aydınlanan Düzlem Arasındaki Uzaklığın Aydınlik Dağılımına Etkisini Gösteren Örnek Durumlar

Bilindiği gibi, aydınlatma aygıtı ile aydınlanan düzlem arasındaki uzaklığa bağlı olarak bu düzlem üzerinde oluşan aydınlığın niceliği ve belli oranda aydınlığın dağılım özellikleri değişir. Ele alınan örnek uygulamalar arasından seçilen on ayrı durum üzerinde uzaklığa bağlı olarak aydınlık dağılımındaki değişim gösterilmiştir. Aydınlatma aygıtı ile aydınlanan düzlem arasındaki uzaklık sırası ile, 1.7, 2, 2.4, 3 ve 4 m alınmıştır (Şekil 7.11).

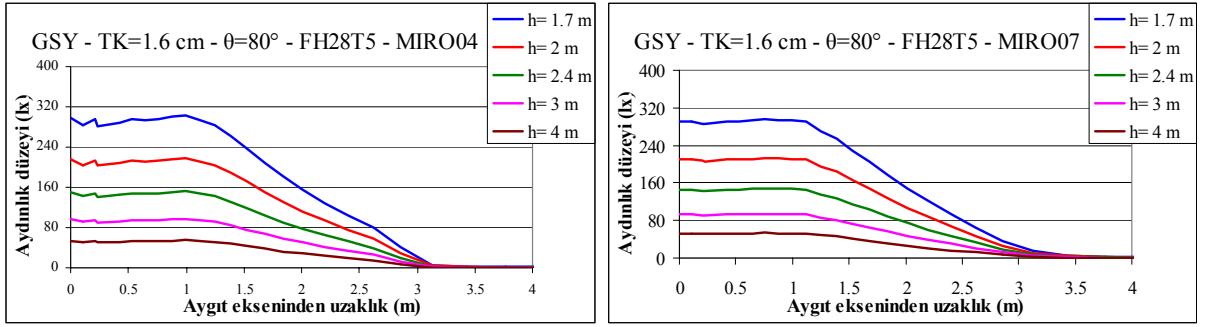
Birden çok sayıda aydınlatma aygıtının kullanılması durumu için, söz konusu on örnek uygulama için iki aygıt arasındaki uzaklık (aydınlatma aygıtı aralığı; A_A) saptanarak Çizelge 7.7’de verilmiştir.

Çizelge 7.7 Genel silindirik yansıtıcıda iki aygıt arasındaki uzaklığın (m) belirlenmesine örnekler -T5 doğrusal flüoresan lamba

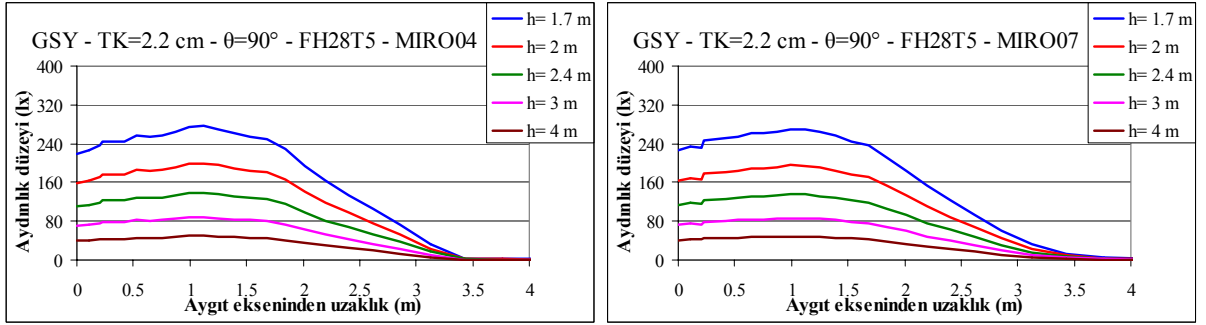
No	TK cm	θ	MIRO04					MIRO07				
			1.7 m	2 m	2.4 m	3 m	4 m	1.7 m	2 m	2.4 m	3 m	4 m
1	1.3	60^0	3.46 m	3.47 m	3.45 m	3.45 m	3.43 m	3.34 m	3.36 m	3.35 m	3.32 m	3.31 m
11	1.6	70^0	3.93 m	3.94 m	3.93 m	3.97 m	3.88 m	3.80 m	3.81 m	3.78 m	3.78 m	3.75 m
17	1.6	80^0	4.09 m	4.07 m	4.07 m	4.11 m	4.19 m	4.06 m	4.06 m	4.08 m	4.00 m	3.99 m
29	2.2	90^0	5.18 m	5.17 m	5.17 m	5.12 m	5.19 m	4.95 m	4.93 m	4.98 m	4.95 m	4.99 m
36	2.8	100^0	5.75 m	5.73 m	5.76 m	5.77 m	5.70 m	5.58 m	5.57 m	5.56 m	5.54 m	5.54 m



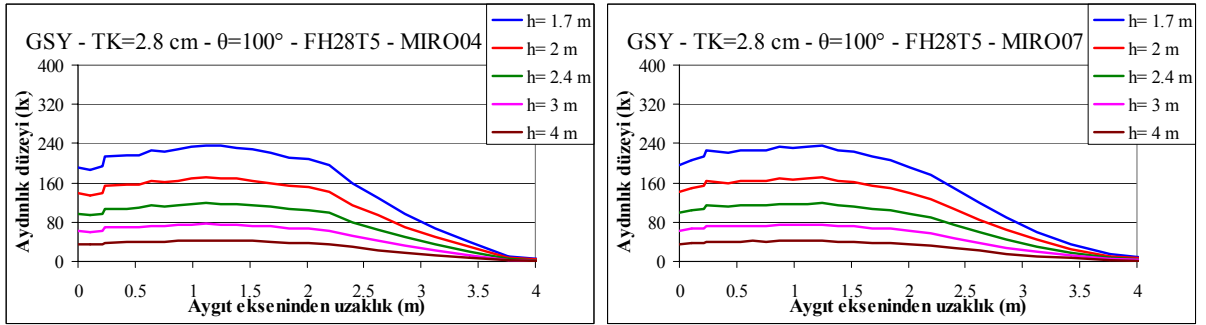
Şekil 7.11a Aydınlatma aygıtı ile aydınlanan düzlem arasındaki uzaklığın aydınlık dağılımına etkisini gösteren örnek durumlar



(17)



(29)



(36)

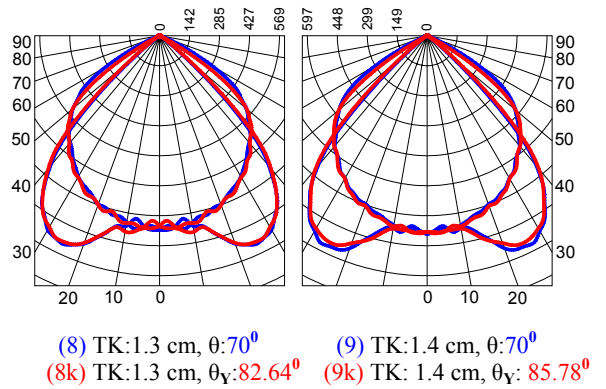
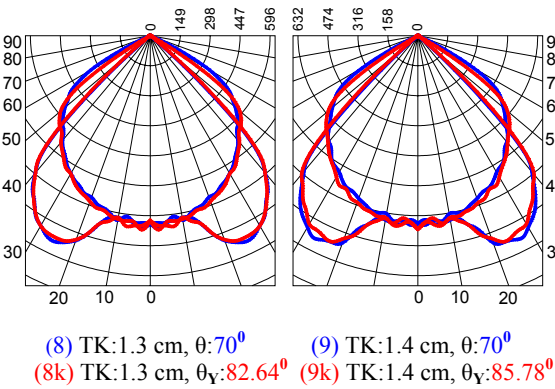
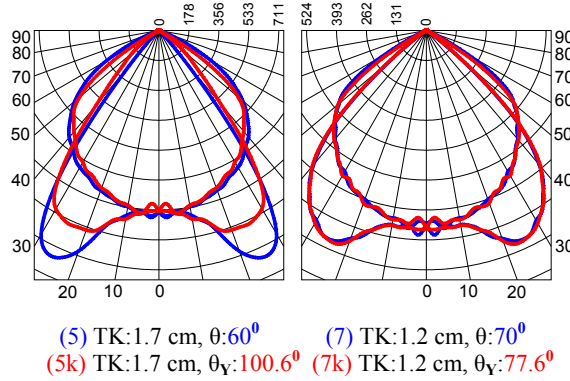
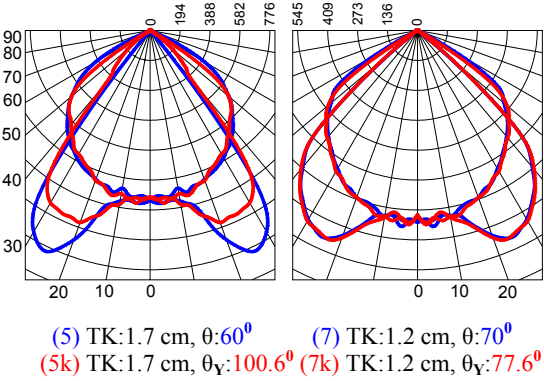
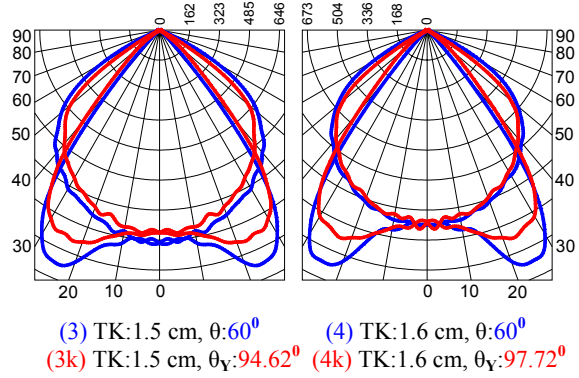
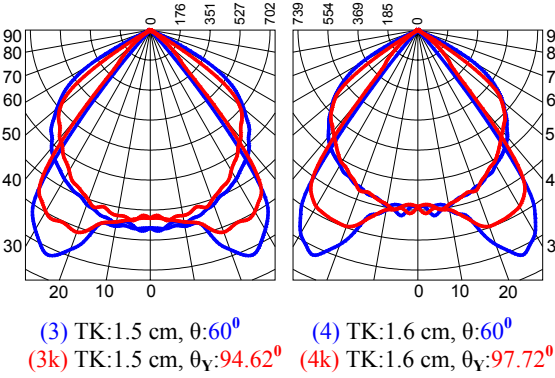
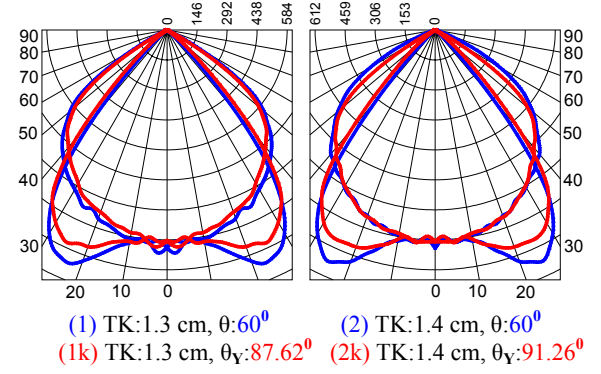
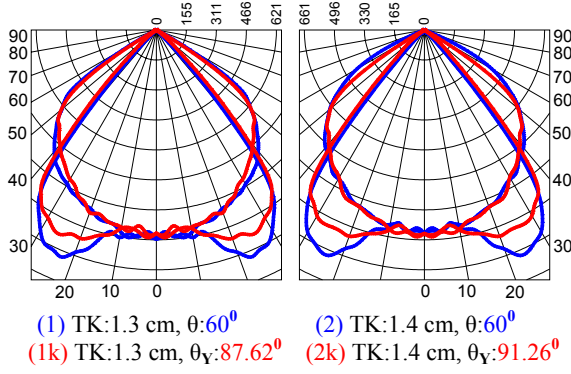
Şekil 7.11b Aydınlatma aygıtı ile aydınlanan düzlem arasındaki uzaklığın aydınlık dağılımına etkisini gösteren örnek durumlar

7.2.5 Genel Silindir Yansıtıcılarda Yansıtıcı Yüksekliğinin Kısaltılmasının Işık Yeğnlik ve Aydınlik Dağılımına Etkisi

Belli bir aygıttan çıkan ışığın yayılma açısı için tasarlanan yansıtıcılar (θ) ile bunların yüksekliklerinin kısaltıldığı durumda (θ_Y) elde edilen ışık yeğnlik dağılımları Şekil 7.12'de üst üste çizilerek gösterilmiş, bu örnek durumlarda oluşan aydınlık dağılımları Şekil 7.13'te verilmiştir. Böylece, yansıtıcı yüksekliğinin azaltılmasının sonuçlara etkisi ortaya konmuştur (Şekil 7.5).

Düzgün yansıma yapan yansıtıcı geci

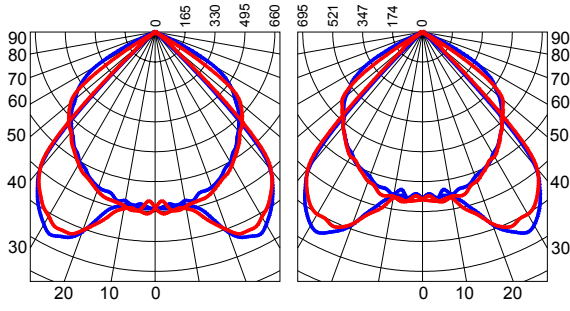
Yayınık yansıma yapan yansıtıcı geci



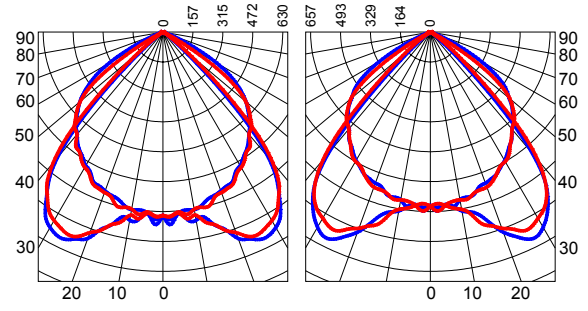
Şekil 7.12a Genel silindir yansıtıcılarda yansıtıcı yüksekliğinin kısaltılmasının aydınlatma aygıtı ışık yeğinlik dağılımına etkisi

Düzgün yansıma yapan yansıtıcı gereci

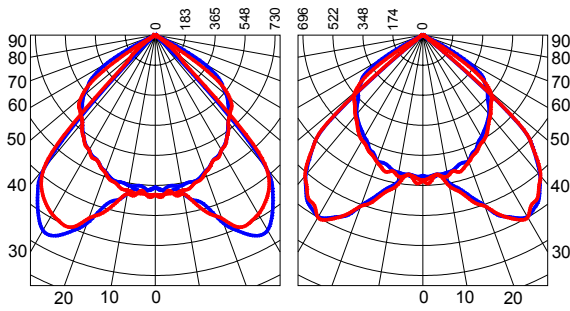
Yayınık yansıma yapan yansıtıcı gereci



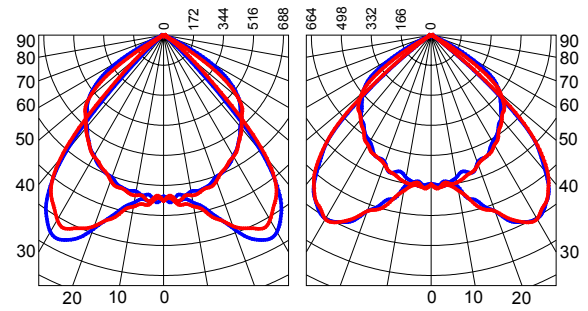
(10) TK: 1.5 cm, $\theta: 70^\circ$
 (10k) TK: 1.5 cm, $\theta_\gamma: 89.2^\circ$ (11) TK: 1.6 cm, $\theta: 70^\circ$
 (11k) TK: 1.6 cm, $\theta_\gamma: 92.7^\circ$



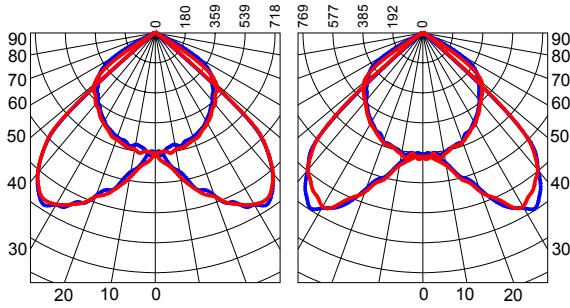
(10) TK: 1.5 cm, $\theta: 70^\circ$
 (10k) TK: 1.5 cm, $\theta_\gamma: 89.2^\circ$ (11) TK: 1.6 cm, $\theta: 70^\circ$
 (11k) TK: 1.6 cm, $\theta_\gamma: 92.7^\circ$



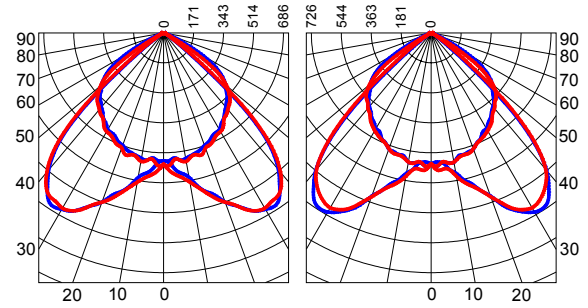
(12) TK: 1.7 cm, $\theta: 70^\circ$
 (12k) TK: 1.7 cm, $\theta_\gamma: 95.8$ (18) TK: 1.7 cm, $\theta: 80^\circ$
 (18k) TK: 1.7 cm, $\theta_\gamma: 90.32^\circ$



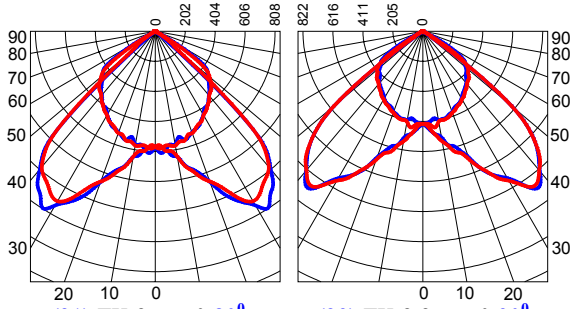
(12) TK: 1.7 cm, $\theta: 70^\circ$
 (12k) TK: 1.7 cm, $\theta_\gamma: 95.8^\circ$ (18) TK: 1.7 cm, $\theta: 80^\circ$
 (18k) TK: 1.7 cm, $\theta_\gamma: 90.32^\circ$



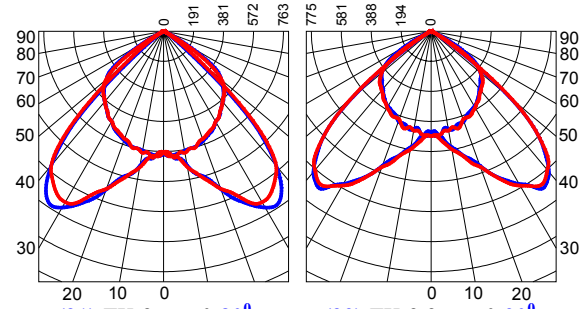
(19) TK: 1.8 cm, $\theta: 80^\circ$
 (19k) TK: 1.8 cm, $\theta_\gamma: 92.92^\circ$ (20) TK: 1.9 cm, $\theta: 80^\circ$
 (20k) TK: 1.9 cm, $\theta_\gamma: 96.28^\circ$



(19) TK: 1.8 cm, $\theta: 80^\circ$
 (19k) TK: 1.8 cm, $\theta_\gamma: 92.92^\circ$ (20) TK: 1.9 cm, $\theta: 80^\circ$
 (20k) TK: 1.9 cm, $\theta_\gamma: 96.28^\circ$



(21) TK: 2 cm, $\theta: 80^\circ$
 (21k) TK: 2 cm, $\theta_\gamma: 98.98^\circ$ (29) TK: 2.2 cm, $\theta: 90^\circ$
 (29k) TK: 2.2 cm, $\theta_\gamma: 98.68^\circ$

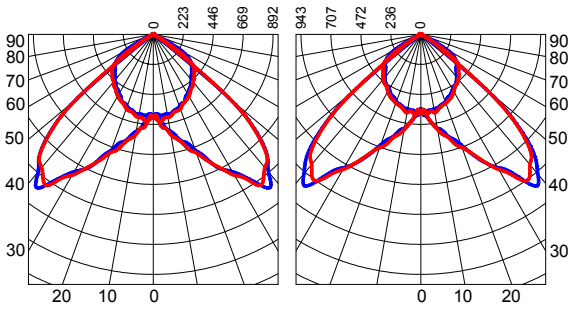


(21) TK: 2 cm, $\theta: 80^\circ$
 (21k) TK: 2 cm, $\theta_\gamma: 98.98^\circ$ (29) TK: 2.2 cm, $\theta: 90^\circ$
 (29k) TK: 2.2 cm, $\theta_\gamma: 98.68^\circ$

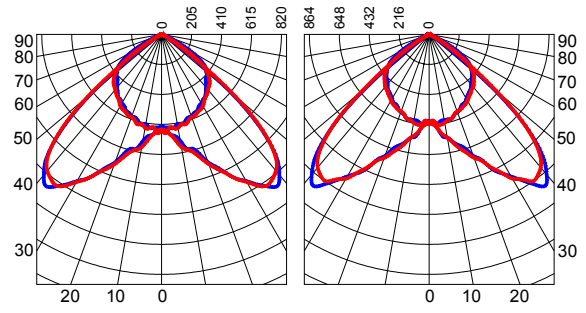
Şekil 7.12b Genel silindirik yansıtıcılarda yansıtıcı yüksekliğinin kısaltılmasının aydınlatma aygıtı ışık yeğinlik dağılımına etkisi

Düzgün yansıma yapan yansıtıcı gereci

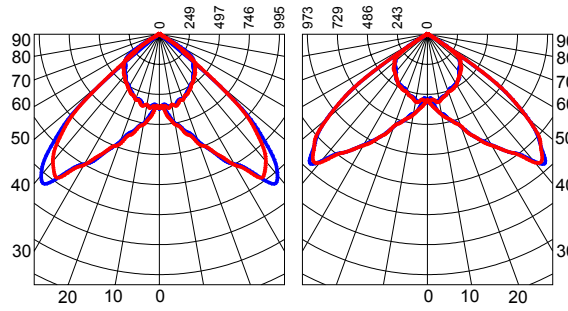
Yayınık yansıma yapan yansıtıcı gereci



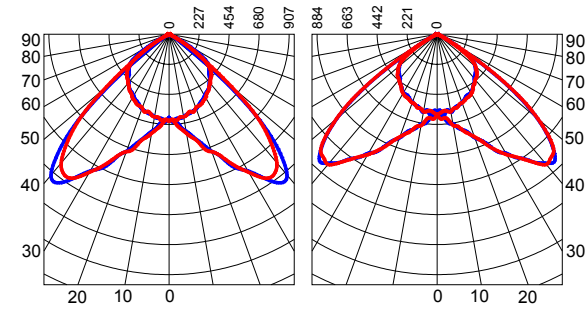
(30) TK:2.4 cm, $\theta:90^\circ$ (31) TK:2.6 cm, $\theta:90^\circ$
 (30k) TK:2.4 cm, $\theta_V:103.36^\circ$ (31k) TK:2.6 cm, $\theta_V:107.52^\circ$



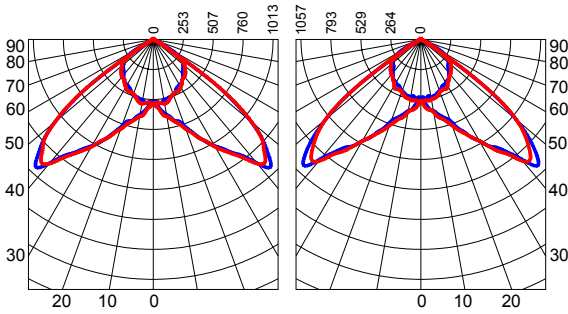
(30) TK:2.4 cm, $\theta:90^\circ$ (31) TK:2.6 cm, $\theta:90^\circ$
 (30k) TK:2.4 cm, $\theta_V:103.36^\circ$ (31k) TK:2.6 cm, $\theta_V:107.52^\circ$



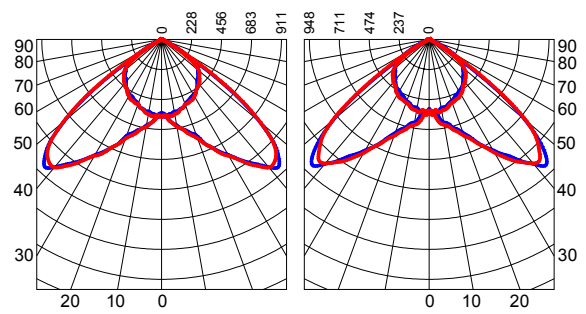
(32) TK:2.8 cm, $\theta:90^\circ$ (36) TK:2.8 cm, $\theta:100^\circ$
 (32k) TK:2.8 cm, $\theta_V:111.24^\circ$ (36k) TK:2.8 cm, $\theta_V:106.24^\circ$



(32) TK:2.8 cm, $\theta:90^\circ$ (36) TK:2.8 cm, $\theta:100^\circ$
 (32k) TK:2.8 cm, $\theta_V:111.24^\circ$ (36k) TK:2.8 cm, $\theta_V:106.24^\circ$



(37) TK:3 cm, $\theta:100^\circ$ (38) TK:3.2 cm, $\theta:100^\circ$
 (37k) TK:3 cm, $\theta_V:109.9^\circ$ (38k) TK:3.2 cm, $\theta_V:113.2^\circ$

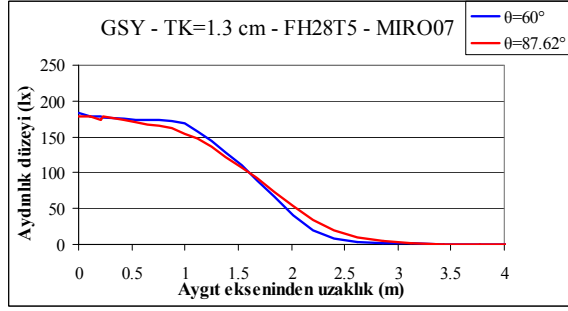
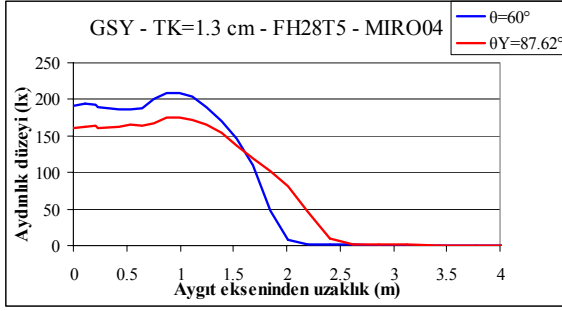


(37) TK:3 cm, $\theta:100^\circ$ (38) TK:3.2 cm, $\theta:100^\circ$
 (37k) TK:3 cm, $\theta_V:109.9^\circ$ (38k) TK:3.2 cm, $\theta_V:113.2^\circ$

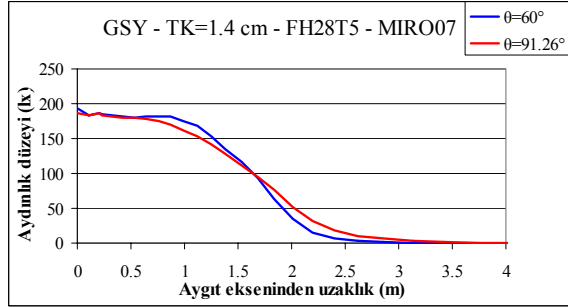
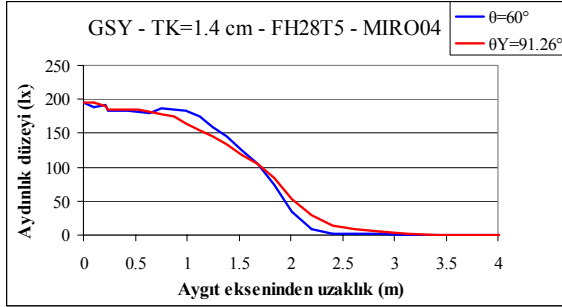
Şekil 7.12c Genel silindirik yansıtıcılarda yansıtıcı yüksekliğinin kısaltılmasının aydınlatma aygıtı ışık yeğirlik dağılımına etkisi

Düzgün yansıma yapan yansıtıcı gereci

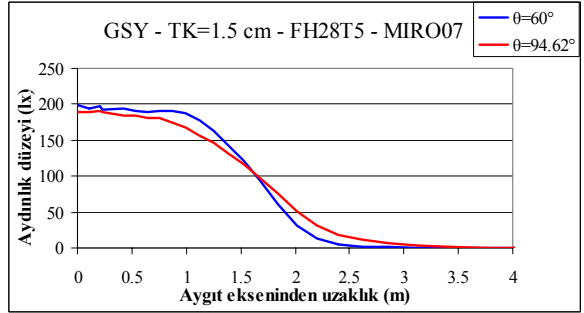
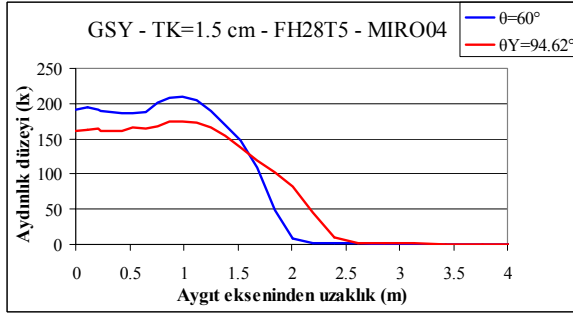
Yayınık yansıma yapan yansıtıcı gereci



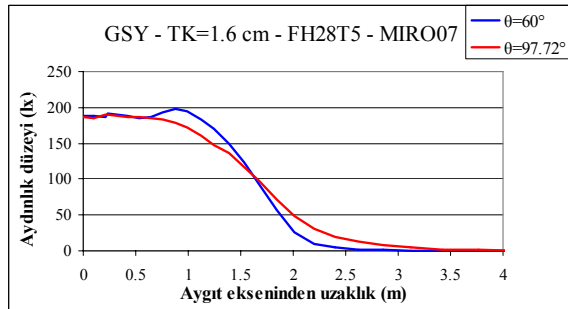
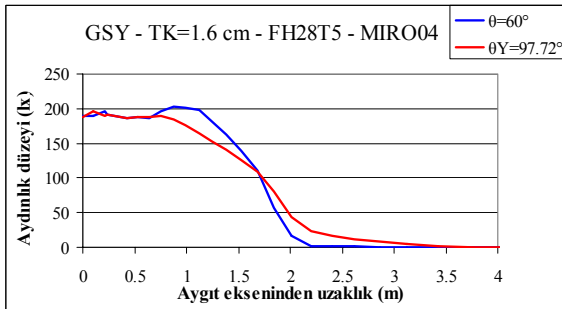
(1-1k)



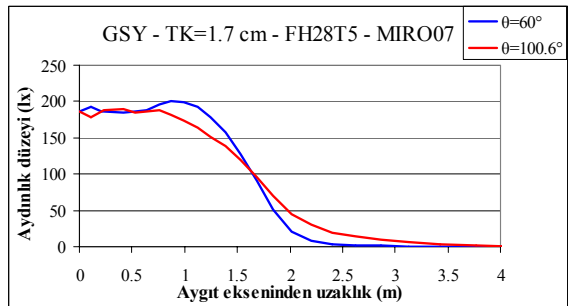
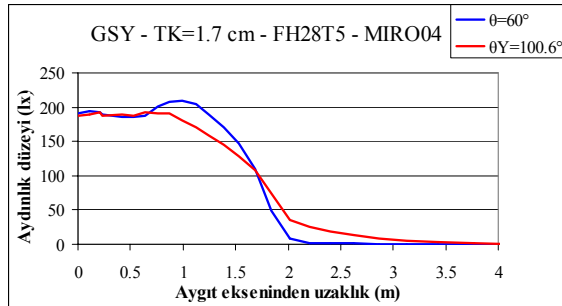
(2-2k)



(3-3k)



(4-4k)

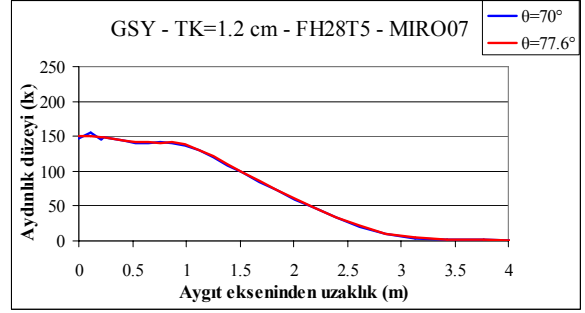
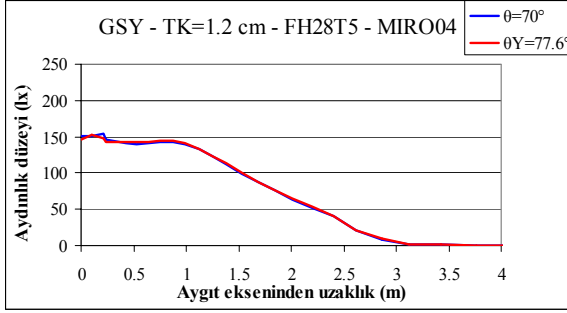


(5-5k)

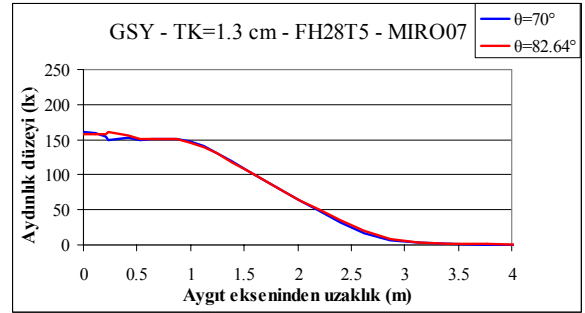
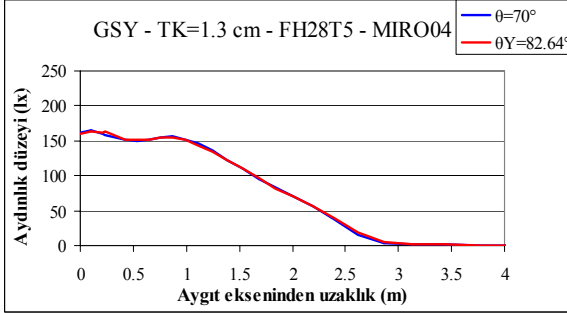
Şekil 7.13a Genel silindir yansıtıcılarda yansıtıcı yüksekliğinin kısaltılmasının aydınlık dağılımına etkisi

Düzgün yansıma yapan yansıtıcı gereci

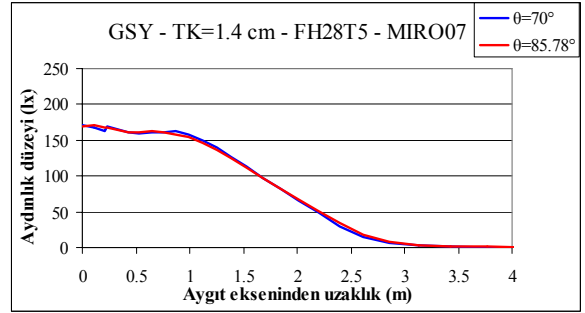
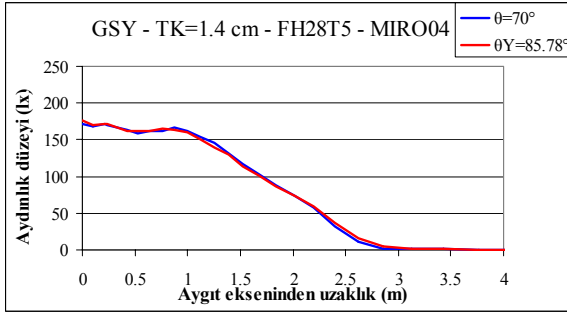
Yayınık yansıma yapan yansıtıcı gereci



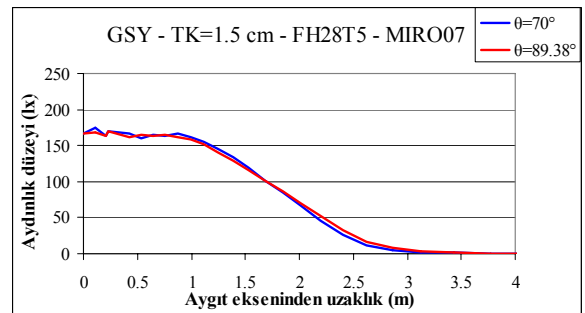
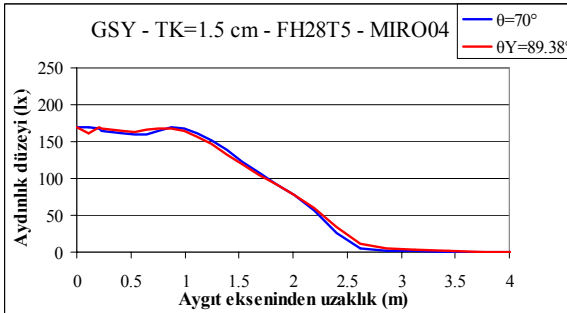
(7-7k)



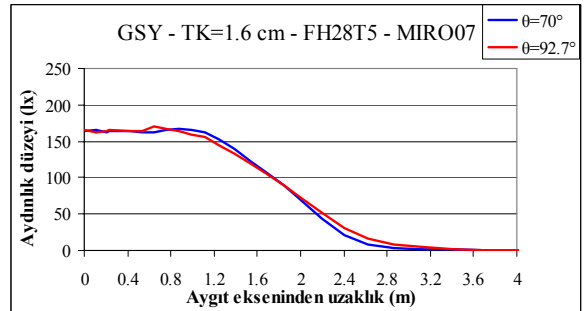
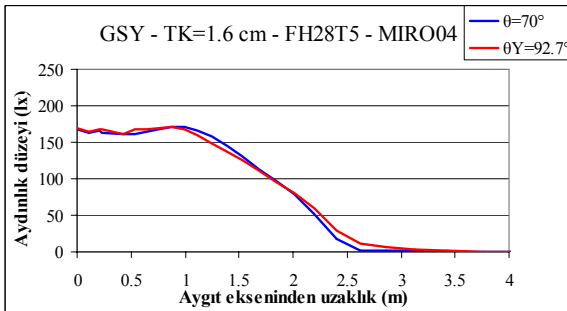
(8-8k)



(9-9k)



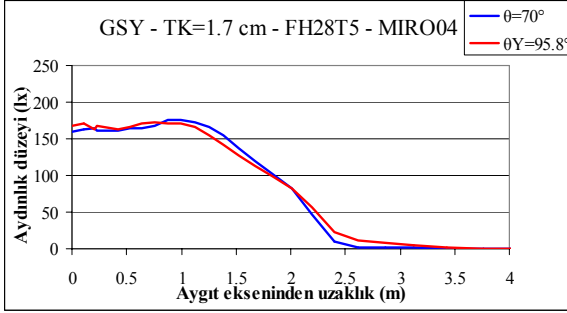
(10-10k)



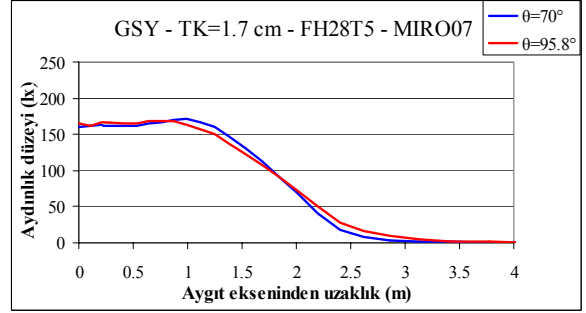
(11-11k)

Şekil 7.13b Genel silindir yansıtıcılarda yansıtıcı yüksekliğinin kısaltılmasının aydınlık dağılımına etkisi

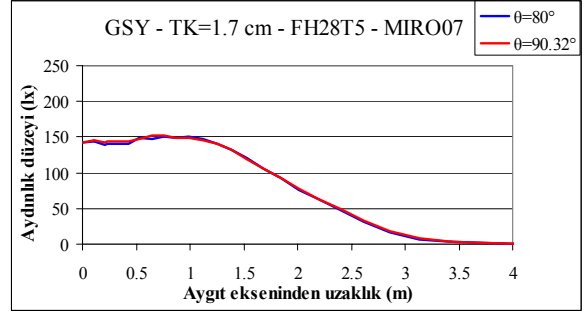
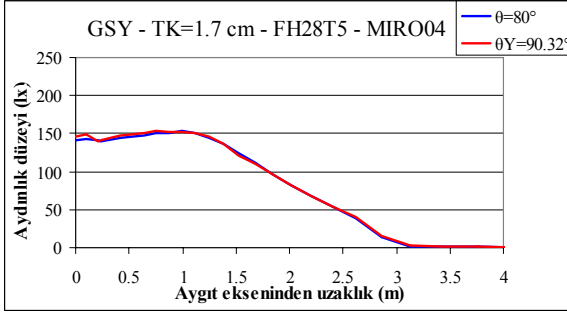
Düzgün yansıma yapan yansıtıcı gereci



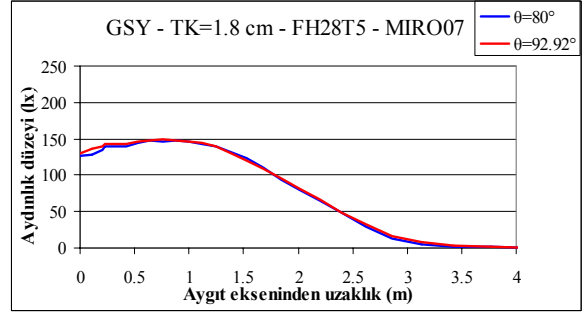
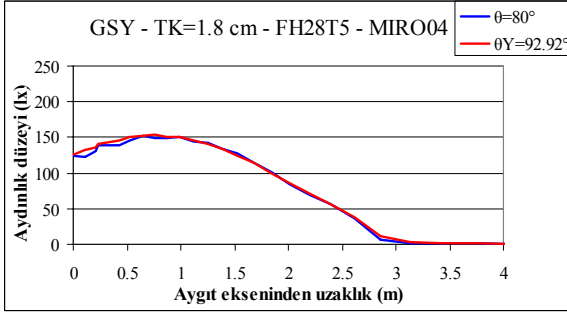
Yayınık yansıma yapan yansıtıcı gereci



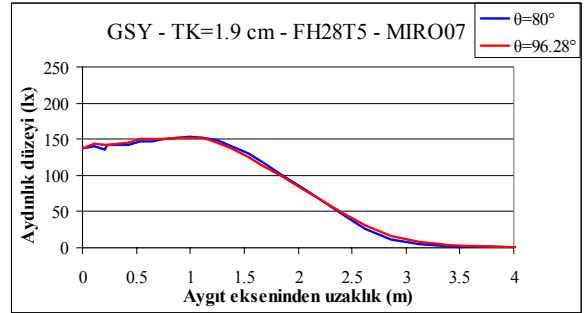
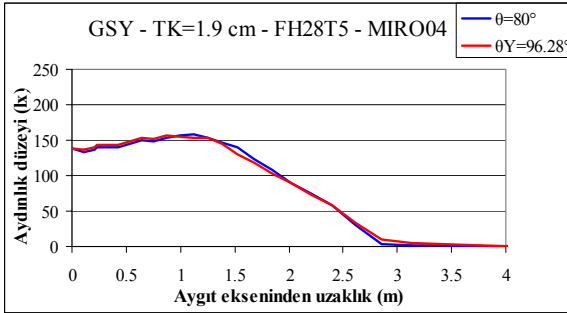
(12-12k)



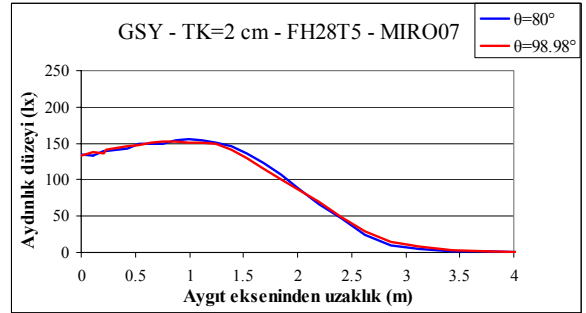
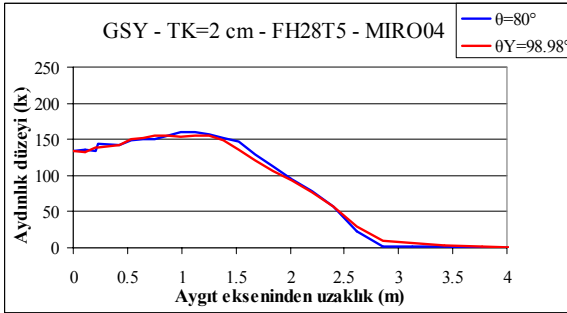
(18-18k)



(19-19k)



(20-20k)

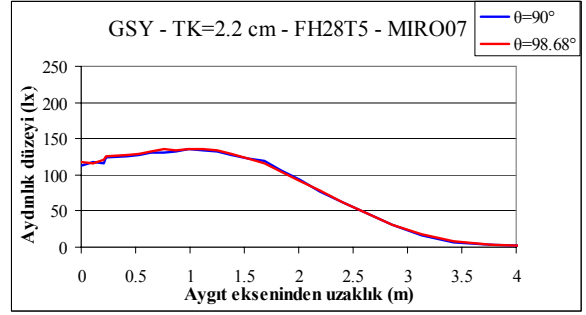
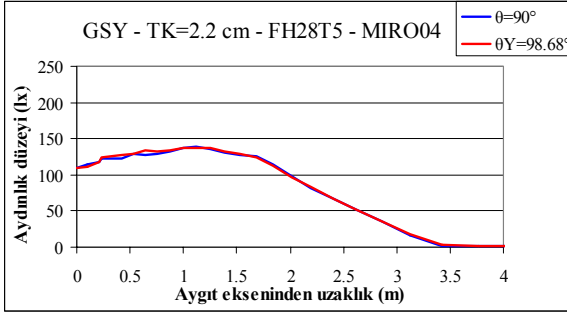


(21-21k)

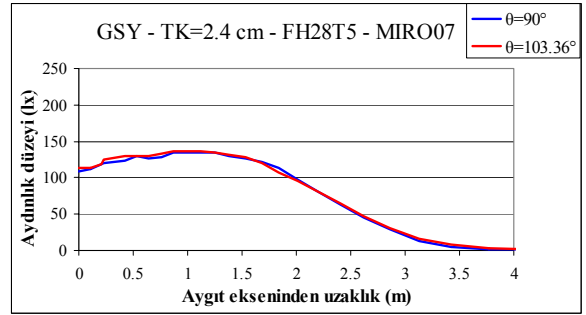
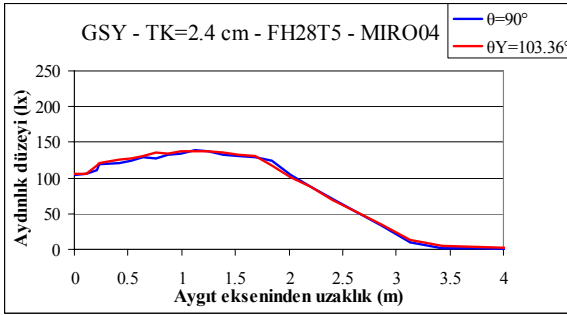
Şekil 7.13c Genel silindir yansıtıcılarda yansıtıcı yüksekliğinin kısaltılmasının aydınlık dağılımına etkisi

Düzgün yansıma yapan yansıtıcı gereci

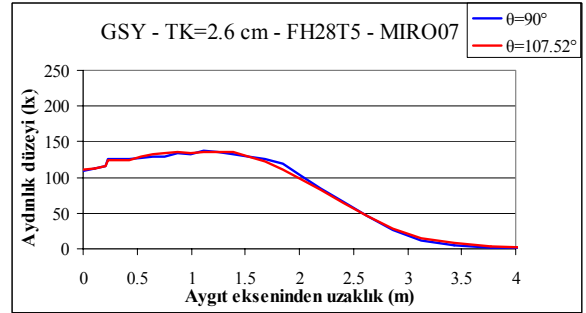
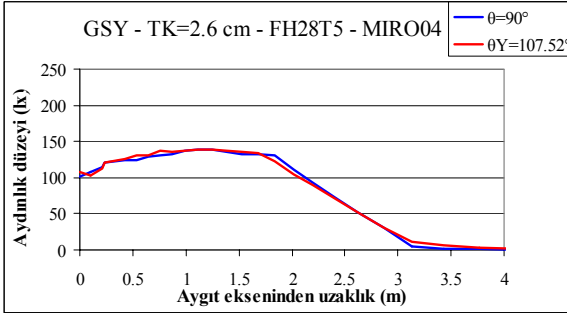
Yayınık yansıma yapan yansıtıcı gereci



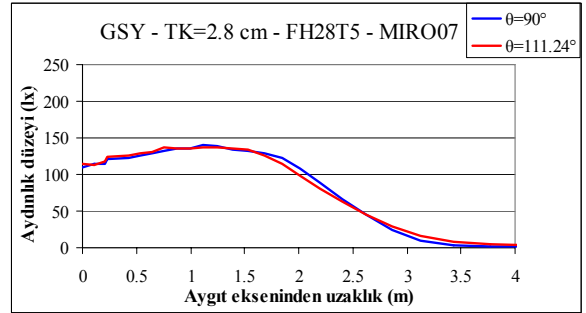
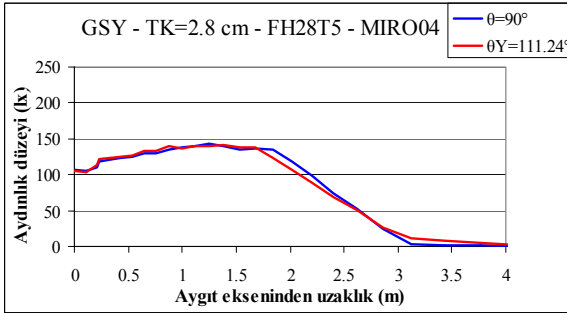
(29-29k)



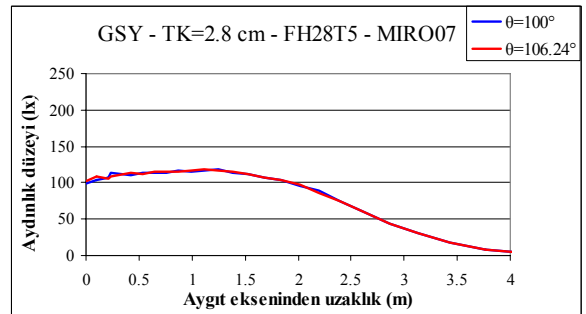
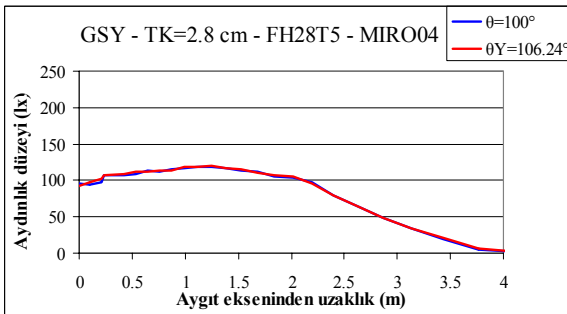
(30-30k)



(31-31k)

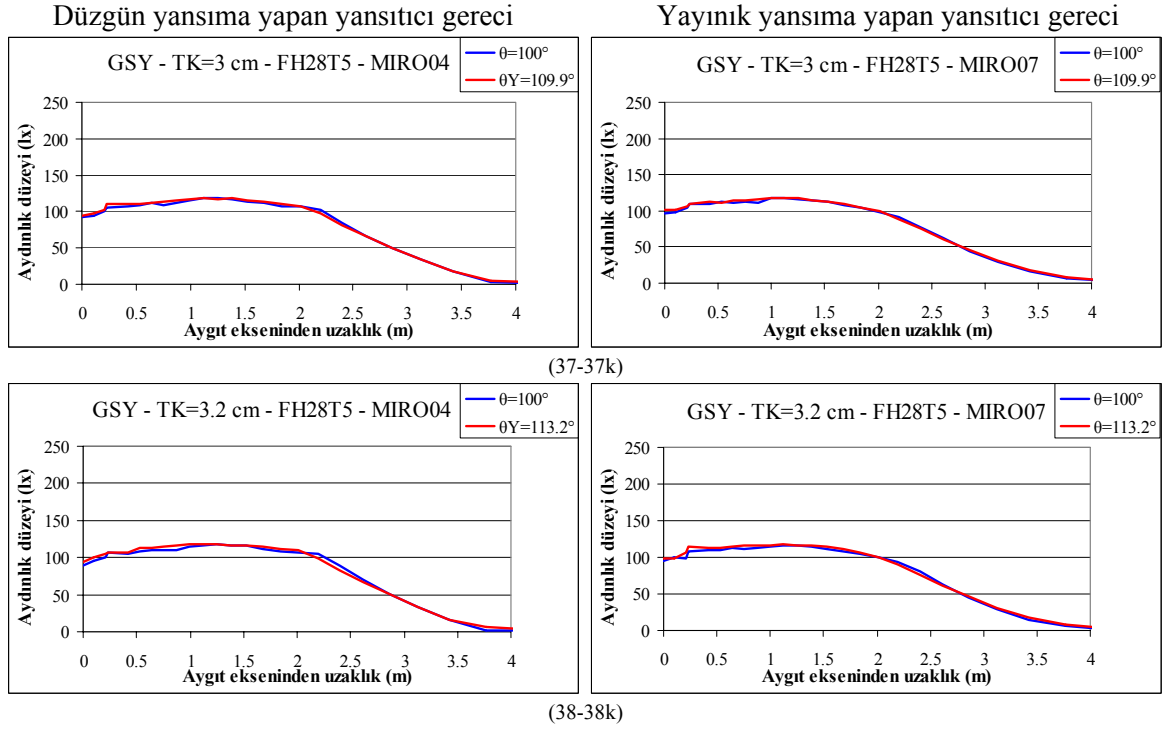


(32-32k)



(36-36k)

Şekil 7.13d Genel silindirik yansıtıcılarda yansıtıcı yüksekliğinin kısaltılmasının aydınlık dağılımına etkisi



Şekil 7.13e Genel silindir yansıtıcılarda yansıtıcı yüksekliğinin kısaltılmasının aydınlık dağılımına etkisi

7.3 Sonuçların Karşılaştırması ve Değerlendirmesi

Örnek uygulamalarda ulaşılan sonuçların karşılaştırma ve değerlendirilmesi aşağıdaki gibi yapılabilir:

- a. Yansıtıcının tepe noktası ile ışık kaynağı merkezi arasındaki uzaklık değişmeden, aygıttan çıkan ışığın yayılma açısı büyüdükçe,
 - aygıt geriverimi ve
 - aygıt eksenindeki ışık yeğnliği (I_0) ile maksimum ışık yeğnliği (I_{mak}) azalmaktadır.
- b. Aygıttan çıkan ışığın yayılma açısı değişmeden, yansıtıcının boyutu, yani tepe noktası ile ışık kaynağı merkezi arasındaki uzaklık büyüdükçe,
 - aygıt geriverimi ve
 - maksimum ışık yeğnliği (I_{mak}) artmaktadır.
- c. Düzgün yansıtıcı yapan yansıtıcı gerecinin kullanıldığı durumda aygıt geriverimi, yayınık yansıtıcı yapan yansıtıcı gerecinin kullanıldığı duruma göre daha yüksek olmaktadır.
- d. Aygıttan çıkan ışığın yayılma açısına ilişkin belli bir büyüklük için tasarlanmış yansıtıcının etekleri kesilerek ağız açıklığı küçültüldüğünde, bir başka deyişle aygıttan çıkan ışığın yayılma açısı büyütüldüğünde,
 - aygıt geriverimi ve maksimum ışık yeğnliği (I_{mak}) azalmakta,

- aydınlığın düzgün yayıldığı alan küçülmektedir.

Yansıtıcının etekleri ne kadar çok kısaltılırsa aydınlığın düzgün yayıldığı alandaki küçülme de o denli fazla olmaktadır.

e. Ele alınan toplam 120 farklı durumdan

- 80 durumda (MIRO04, 49; MIRO07, 31) düzgünlük değeri %90 ve üzerinde (1.derece olumlu),
- 35 durumda (MIRO04, 12; MIRO07, 23) düzgünlük değeri %80 ve üzerinde (2.derece olumlu),
- 5 durumda (MIRO04, 3; MIRO07, 2) düzgünlük değeri %70 ve üzerinde (3.derece olumlu)

çıkmıştır.

f. Aygıttan çıkan ışığın yayılma açısı aynı olan örnek uygulamalar kendi içinde karşılaştırıldığında “Düzgünlük” değeri açısından en olumlu sonuçlar,

- düzgün yansıma yapan gerecin (MIRO04) kullanıldığı durumda (Şekil 7.9):

$\theta=60^0$ için, TK=1.6 cm (Çizelge 7.1-7.2, No 4),

$\theta=70^0$ için, TK=1.7 cm (Çizelge 7.1-7.2, No 12),

$\theta=80^0$ için, TK=1.9 cm (Çizelge 7.1-7.2, No 20),

$\theta=90^0$ için, TK=1.9 cm (Çizelge 7.1-7.2, No 27),

$\theta=100^0$ için, TK= 2.8 cm (Çizelge 7.1-7.2, No 36),

- yayınlık yansıma yapan gerecin (MIRO07) kullanıldığı durumda (Şekil 7.9):

$\theta=60^0$, TK=1.7 cm (Çizelge 7.1-7.3, No 5),

$\theta=70^0$, TK=1.7 cm (Çizelge 7.1-7.3, No 12),

$\theta=80^0$, TK=2 cm (Çizelge 7.1-7.3, No 21),

$\theta=90^0$, TK=2.4 cm (Çizelge 7.1-7.3, No 30),

$\theta=100^0$, TK=3.2 cm olan (Çizelge 7.1-7.3, No 38)

örneklerde elde edilmiştir.

Aynı karşılaştırma yansıtıcı yüksekliğinin kısaltıldığı koşullar için yapıldığında, “Düzgünlük” bakımından en olumlu sonuçlara

- düzgün yansıma yapan gerecin (MIRO04) kullanıldığı durumda (Şekil 7.12):

$\theta_Y=100.6^0$ için ($\theta=60^0$), TK=1.7 cm (Çizelge 7.4-7.5, No 5k),

$\theta_Y=95.8^0$ için ($\theta=70^0$), TK=1.7 cm (Çizelge 7.4-7.5, No 12k),

$\theta_Y=92.92^0$ için ($\theta=80^0$), TK=1.8 cm (Çizelge 7.4-7.5, No 19k),

$\theta_Y=98.68^0$ için ($\theta=90^0$), TK=2.2 cm (Çizelge 7.4-7.5, No 29k),

$\theta_Y=106.24^0$ için ($\theta=100^0$), TK=2.8 cm (Çizelge 7.4-7.5, No 36k),

▪ yayınlık yansıma yapan gerecin (MIRO07) kullanıldığı durumda (Şekil 7.12):

$\theta_Y=97.72^0$ için ($\theta=60^0$), TK=1.6 cm (Çizelge 7.4 ve 7.6, No 4k),

$\theta_Y=92.7^0$ için ($\theta=70^0$), TK=1.6 cm (Çizelge 7.4 ve 7.6, No 11k),

$\theta_Y=96.18^0$ için ($\theta=80^0$), TK=1.9 cm (Çizelge 7.4 ve 7.6, No 20k),

$\theta_Y=98.68^0$ için ($\theta=90^0$), TK=2.2 cm (Çizelge 7.4 ve 7.6, No 29k),

$\theta_Y=109.9^0$ için ($\theta=100^0$), TK=3 cm olan (Çizelge 7.4 ve 7.6, No 37k),

örneklerde ulaşılmıştır.

g. Düzgünlük değerleri, aydınlığın düzgün yayılmışlığı konusunda belli bir fikir vermeye birlikte, daha duyarlı bir değerlendirmenin aydınlık düzeyi eğrileri ile yapılabileceği açıktır. Nitekim, Şekil 7.7'deki aydınlık düzeyi eğrileri incelendiğinde,

▪ düzgün yansıma yapan gerecin (MIRO04) kullanıldığı durumda:

$\theta=70^0$ için, TK=1.1 cm (Çizelge 7.1-7.2, No 6),

$\theta=80^0$ için, TK=1.2 cm (Çizelge 7.1-7.2, No 13),

$\theta=60^0$ için, TK=1.3 cm (Çizelge 7.1-7.2, No 1),

$\theta=80^0$ için, TK=1.3 cm (Çizelge 7.1-7.2, No 14),

$\theta=80^0$ için, TK=1.4 cm (Çizelge 7.1-7.2, No 15),

$\theta=90^0$ için, TK=1.4 cm (Çizelge 7.1-7.2, No 22),

$\theta=80^0$ için, TK=1.5 cm (Çizelge 7.1-7.2, No 16),

$\theta=80^0$ için, TK=1.6 cm (Çizelge 7.1-7.2, No 17),

▪ yayınlık yansıma yapan gerecin (MIRO07) kullanıldığı durumda:

$\theta=80^0$ için, TK=1.2 cm (Çizelge 7.1-7.3, No 13),

$\theta=70^0$ için, TK=1.3 cm (Çizelge 7.1-7.3, No 8),

$\theta=80^0$ için, TK=1.3 cm (Çizelge 7.1-7.3, No 14),

$\theta=80^0$ için, TK=1.4 cm (Çizelge 7.1-7.3, No 15),

$\theta=90^0$ için, TK=1.4 cm (Çizelge 7.1-7.3, No 22),

$\theta=80^0$ için, TK=1.5 cm (Çizelge 7.1-7.3, No 16),

$\theta=90^0$ için, TK=1.5 cm (Çizelge 7.1-7.3, No 23),

$\theta=70^0$ için, TK=1.6 cm (Çizelge 7.1-7.3, No 11),

$\theta=80^0$ için, TK=1.6 cm (Çizelge 7.1-7.3, No 17),

$\theta=70^0$ için, TK=1.7 cm (Çizelge 7.1-7.3, No 12),

$\theta=80^0$ için, TK=1.7 cm (Çizelge 7.1-7.3, No 18),

$\theta=100^0$ için, TK=3.2 cm olan (Çizelge 7.1-7.3,, No 38)

örneklerde aydınlık dağılımının çok düzgün yayıldığı görülmektedir.

Yansıtıcı yüksekliğinin kısaltıldığı koşullar için oluşturulan Şekil 7.13'teki aydınlık düzeyi eğrileri aynı açıdan incelendiğinde,

- düzgün yansıma yapan gerecin (MIRO04) kullanıldığı durumda:

$\theta_Y=97.72^0$ için ($\theta=60^0$), TK=1.6 cm (Çizelge 7.4-7.5, No 4k),

$\theta_Y=100.6^0$ için ($\theta=60^0$), TK=1.7 cm (Çizelge 7.4-7.5, No 5k),

$\theta_Y=89.38^0$ için ($\theta=70^0$), TK=1.5 cm (Çizelge 7.4-7.5, No 10k),

$\theta_Y=92.7^0$ için ($\theta=70^0$), TK=1.6 cm (Çizelge 7.4-7.5, No 11k),

$\theta_Y=95.8^0$ için ($\theta=70^0$), TK=1.7 cm (Çizelge 7.4-7.5, No 12k),

$\theta_Y=90.32^0$ için ($\theta=80^0$), TK=1.7 cm (Çizelge 7.4-7.5, No 18k),

- yayımlık yansıma yapan gerecin (MIRO07) kullanıldığı durumda:

$\theta_Y=97.72^0$ için ($\theta=60^0$), TK=1.6 cm (Çizelge 7.4-7.6, No 4k),

$\theta_Y=100.6^0$ için ($\theta=60^0$), TK=1.7 cm (Çizelge 7.4-7.6, No 5k),

$\theta_Y=89.38^0$ için ($\theta=70^0$), TK=1.5 cm (Çizelge 7.4-7.6, No 10k),

$\theta_Y=92.7^0$ için ($\theta=70^0$), TK=1.6 cm (Çizelge 7.4-7.6, No 11k),

$\theta_Y=95.8^0$ için ($\theta=70^0$), TK=1.7 cm (Çizelge 7.4-7.6, No 12k),

$\theta_Y=90.32^0$ için ($\theta=80^0$), TK=1.7 cm olan (Çizelge 7.4-7.6, No 18k),

örneklerde çok düzgün yayılmış aydınlık dağılımlarının elde edildiği görülmektedir.

- h.** Tüm sonuçların eksiksiz bir değerlendirmesi için, aydınlık dağılımındaki düzgünlüğün yanı sıra aydınlatma aygıtının geriverimi ve yansıtıcı boyutlarının da dikkate alınması gerektiği açıktır.
- i.** Aydınlatma aygıtı ile aydınlanan düzlem arasındaki uzaklık arttıkça aydınlık dağılımı da daha düzgün olmaktadır (Şekil 7.11).

8. ELİPTİK SİLİNDİR YANSITICI

5. bölümde değinildiği üzere, eliptik silindir yansıtıcının biçimini belirleyen, yansıtıcının tepe noktası ile odak arasındaki uzaklık ve iki odak arasındaki uzaklık olmak üzere iki ayrı büyüklük vardır. Bu iki ayrı büyüklüğün birbirlerine oranına bağlı olarak çok değişik biçimlerde yansıtıcılar elde edilebilir. Bunun yanı sıra, belli bir biçimdeki yansıtıcının boyutu farklı büyüklüklerde tutularak da aydınlık dağılımı açısından birbirinden farklı sonuçlara ulaşılabilir. Ayrıca, enine kesiti elips olan belli biçim ve büyüklükteki eliptik yansıtıcıdan çıkan ışığın yayılma açısının büyüklüğü de elde edilen sonuçları etkilemektedir. Ulaşılan sonuçları etkileyen bir başka etken, yansıtıcı ağız açıklığının elipsin küçük eksenine eşit tutulması ya da bundan daha küçük olmasıdır. Yansıtıcının biçim ve boyutuna bağlı olarak, yansıtıcının eteği koşullara göre kimi zaman elipsin merkezinden geçen küçük eksene degecek kadar uzatılmış kimi zaman da daha kısa tutulmuştur. Tüm bu etkenler, eliptik silindir yansıtıcı ile düzgün yayılmış aydınlık elde etmek üzere yapılan tasarımların sayısının artmasına yol açmıştır.

Eliptik silindir yansıtıcı tasarımına yönelik yapılan çalışmalar ve ulaşılan sonuçlar,

- uygulama örneklerinin yapıldığı koşullar,
- elde edilen ışık yeğirlik ve aydınlık dağılımları,
- sonuçların karşılaştırması ve değerlendirmesi

başlıkları altında sunulmuştur.

8.1 Uygulama Örneklerinin Yapıldığı Koşullar

Eliptik silindir yansıtıcı ve doğrusal flüoresan lamba aracılığı ile düzgün yayılmış aydınlığın elde edilebileceği koşulları saptayabilmek için öncelikle 206 farklı adet örnek uygulama yapılmıştır. Örnek uygulamaların yapıldığı koşullar ve ulaşılan sonuçlar aşağıdaki gibidir (Çizelge 8.1-8.3, Şekil 8.1):

- yansıtıcının tepe noktası ile ışık kaynağı merkezi arasındaki uzaklık (TF): 0.99, 1.02, 1.08, 1.14, 1.2, 1.32, 1.36, 1.38, 1.4, 1.45, 1.5, 1.53, 1.56, 1.66 cm
- iki odak arasındaki uzaklık (FF'): 4.56, 4.8, 5.103, 5.33, 5.67, 5.866, 5.94, 6, 6.17, 6.237, 6.4, 6.453, 6.48, 6.6, 6.66, 6.75, 6.85, 6.95, 7.17, 7.2, 7.41, 7.5, 7.54, 7.5, 7.71, 7.8, 8, 8.1, 8.14, 8.1429, 8.25, 8.4, 8.53, 8.57, 8.64, 8.92, 9, 9.2, 9.25, 9.33, 9.6, 10, 10.28, 10.5, 10.66, 10.8, 12, 12.24, 12.34, 12.6, 13.5, 13.68, 13.71, 13.88, 14, 14.25, 14.4, 15, 15.2, 15.42, 15.96, 16, 16.8, 7.1, 17.28, 18, 18.66, 18.9, 19.2, 19.44, 20, 21, 21.6, 23.33, 27, 28, 32, 32.66, 36, 37.33, 42,

- aygıttan çıkan ışığın yayılma açısı (θ): 71.02⁰, 71.64⁰, 74.04, 75.72, 76.22, 77.24, 79.42, 79.5, 80.92, 81.48, 81.74, 82.2, 82.52, 82.82, 83.94, 84.4, 84.42, 85.32, 86.68, 88.62, 88.81, 88.82, 91.08, 94.04, 95.36, 95.54, 95.72, 96.36, 96.44, 96.46, 96.94, 96.98, 97.22, 97.4, 97.56, 97.74, 97.78, 97.88, 97.92, 98, 98.38, 98.54, 98.56, 98.58, 98.7, 98.78, 99.06, 99.4, 99.6, 99.74, 99.84, 100.36, 100.44, 100.5, 100.52, 100.64, 100.74, 100.76, 100.86, 100.92, 100.98, 101.06, 101.12, 101.16, 101.18, 101.3, 101.4, 101.52, 101.68, 101.9, 102.08, 102.2, 102.32, 102.4, 102.78, 102.9, 102.96, 103.22, 103.42, 103.72, 104.3, 104.7, 104.98, 105.2, 105.36,

Çizelge 8.1a-b-c-d’de, ele alınan her bir duruma ilişkin “yansıtıcının özellikleri”,

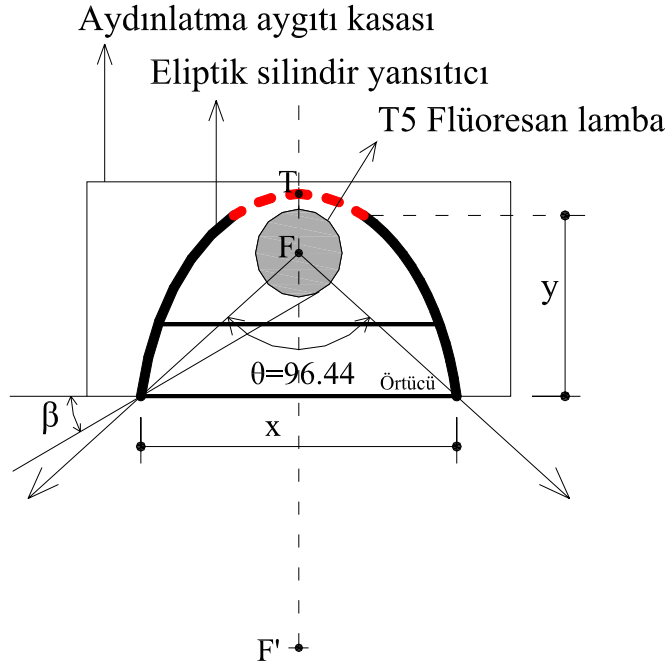
- yansıtıcının tepe noktası ile ışık kaynağı merkezi arasındaki uzaklık (TF),
- yansıtıcının iki odağı arasındaki uzaklık (FF’),
- FF’/TF oranı
- aygıttan çıkan ışığın yayılma açısı (θ),
- siperlik engel açısı (β_Y),
- yansıtıcının ağız açıklığı (x) ve yansıtıcının yüksekliği (y)

başlıklı kolonlarda (Kolon 2-8, Şekil 8.1);

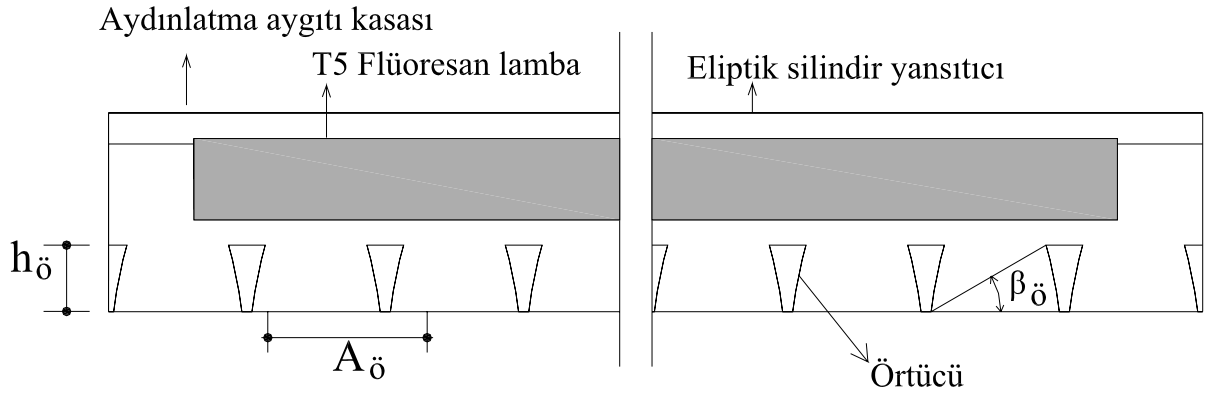
“örtücünün özellikleri”,

- örtücüyü oluşturan parabolün odak uzaklığı (f_0)
- örtücü sayısı (S_0),
- örtücü aralığı (A_0)
- örtücü yüksekliği (h_0),
- örtücü engel açısı (β_0)

başlıklı kolonlarda (Kolon 9-13) verilmiştir.



Şekil 8.1 Eliptik silindir yansıtıcının özelliklerini belirleyen büyüklükler



Şekil 8.2 Örtücünün özelliklerini belirleyen büyüklükler

Çizelge 8.1a Eliptik silindir yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, ele alınan yansıtıcı ve örtücü özellikleri

No	FF'/TF	Yansıtıcı özellikleri						Örtücü özellikleri				
		TF (cm)	FF' (cm)	θ	β_Y	x (cm)	y (cm)	$f_ö$ (cm)	$S_ö$	$A_ö$ (cm)	$h_ö$ (cm)	$\beta_ö$
1	8.61	0.99	8.53	71.64	45.76	6.158	5.565	3.5	22	5.36	2.96	30
2	8.74	1.02	8.92	71.02	35.51	6.37	5.76	3.5	20	5.9	3.16	30
3	12	1.02	12.24	98.54	30	6.51	4.1	4	39	3.025	1.504	30
4	4.44	1.02	4.56	88.81	31.08	4.46	3.58	5.5	56	2.1	0.98	30
5	4.44	1.08	4.8	88.82	31.82	4.7	3.7	5.5	51	2.31	1.1	30
6	5.71	1.08	6.17	95.36	30	5.54	3.82	5	46	2.56	1.22	30
7	6	1.08	6.48	95.72	30	5.64	3.85	4.5	45	2.62	1.25	30
8	6.25	1.08	6.75	81.48	39.04	5.81	4.67	3.5	29	4.068	2.07	30

Çizelge 8.1b Eliptik silindir yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, ele alınan yansıtıcı ve örtücü özellikleri

No	FF'/TF	Yansıtıcı özellikleri						Örtücü özellikleri				
		TF (cm)	FF' (cm)	θ	β_Y	x (cm)	y (cm)	f_0 (cm)	S_0	A_0 (cm)	h_0 (cm)	β_0
9	6.66	1.08	7.2	79.42	40.62	5.98	4.9	3.5	27	4.37	2.3	30
10	6.66	1.08	7.2	96.44	30	5.84	3.91	4.5	43	2.744	1.31	30
11	7.14	1.08	7.71	77.24	42.27	6.16	5.15	3.5	24	4.916	2.55	30
12	7.5	1.08	8.1	86.68	36.6	6.23	4.6	3	30	3.933	2	30
13	7.77	1.08	8.4	71.02	46	5.99	5.5	3.5	22	5.36	2.9	30
14	8	1.08	8.64	97.56	30	6.18	4	4.5	40	2.95	1.4	30
15	8.33	1.08	9	76.22	43.5	6.58	5.5	3.5	22	5.36	2.9	30
16	8.33	1.08	9	97.78	30	6.25	4.03	4	40	2.95	1.43	30
17	8.56	1.08	9.25	97.92	30	6.3	4.04	4.5	40	2.95	1.44	30
18	8.88	1.08	9.6	74.04	44.52	6.33	5.5	3.5	22	5.36	2.9	30
19	10	1.08	10.8	98.7	30	6.57	4.12	4	38	3.1	1.52	30
20	11.42	1.08	12.34	82.2	40.8	7.32	5.5	3.5	22	5.36	2.9	30
21	11.6	1.08	12.6	82.52	40.65	7.36	5.5	3.5	22	5.36	2.9	30
22	12.85	1.08	13.88	83.94	40	7.55	5.5	3.5	22	5.36	2.9	30
23	16	1.08	17.28	100.5	30	7.26	4.32	3.5	35	3.37	1.72	30
24	16.66	1.08	18	100.64	30	7.31	4.33	3.5	34	3.47		30
25	17.5	1.08	18.9	100.76	30	7.38	4.35	3.5	34	3.47	1.75	30
26	18	1.08	19.44	100.86	30	7.41	4.36	3.5	34	3.47	1.76	30
27	7.14	1.14	8.14	77.24	42.8	6.5	5.37	3.5	23	5.13	2.77	30
28	7.14	1.14	8.1429	97.88	30	6.29	4.03	4.5	40	2.95	1.43	30
29	12	1.14	13.68	100.36	30	7.2	4.3	3.5	35	3.37	1.70	30
30	12.5	1.14	14.25	100.52	30	7.27	4.32	3.5	35	3.37	1.72	30
31	13.33	1.14	15.2	100.74	30	7.37	4.35	3.5	34	3.47	1.75	30
32	13.33	1.14	15.2	100.76	30	7.37	4.35	3.5	34	3.47	1.75	30
33	14	1.14	15.96	100.92	30	7.44	4.37	3.5	34	3.47	1.77	30
34	15	1.14	17.1	101.12	30	7.54	4.4	3.5	33	3.57	1.8	30
35	5	1.2	5.94	88.82	34.53	5.82	4.27	3	36	3.277	1.67	30
36	4.44	1.2	5.33	94.04	30	5.21	3.72	7	49	2.4	1.12	30
37	4.44	1.2	5.33	95.54	30	5.59	3.83	6.5	45	2.62	1.23	30
38	4.44	1.2	5.33	88.82	33.23	5.22	3.96	4.5	42	2.8	1.36	30
39	5	1.2	6	96.36	30	5.82	3.9	5.5	44	2.68	1.3	30
40	5	1.2	6	96.46	30	5.85	3.91	5	43	2.74	1.31	30
41	5.33	1.2	6.4	96.94	30	5.99	3.95	5	42	2.8	1.35	30
42	5.55	1.2	6.66	85.32	37.25	6.14	4.63	3.5	30	3.933	2.03	30
43	5.55	1.2	6.66	97.22	30	6.08	3.97	4.5	42	2.8	1.37	30
44	5.71	1.2	6.85	84.4	38	6.21	4.72	3.5	29	4.068	2.12	30
45	5.71	1.2	6.85	97.4	30	6.14	3.99	4.5	41	2.87	1.39	30
46	6	1.2	7.2	82.82	39	6.34	4.9	3.5	27	4.37	2.3	30
47	6	1.2	7.2	97.74	30	6.24	4.02	4	41	2.878	1.42	30
48	6.25	1.2	7.5	81.48	40.1	6.32	4.05	4	40	2.95	1.45	30
49	6.25	1.2	7.5	98	30	6.32	4.05	4	40	2.95	1.45	30
50	6.66	1.2	8	75.72	43.3	6.22	5.3	3.5	23	5.13	2.7	30
51	6.66	1.2	8	96.98	30	6.01	3.95	5	42	2.8	1.35	30
52	6.66	1.2	8	98.38	30	6.46	4.08	4	39	3.02	1.49	30

Çizelge 8.1c Eliptik silindir yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, ele alınan yansıtıcı ve örtücü özellikleri

No	FF'/TF	Yansıtıcı özellikleri						Örtücü özellikleri				
		TF (cm)	FF' (cm)	θ	β_Y	x (cm)	y (cm)	f_0 (cm)	S_0	A_0 (cm)	h_0 (cm)	β_0
53	7.14	1.2	8.57	98.78	30	6.6	4.13	4	38	3.105	1.53	30
54	7.5	1.2	9	79.5	42	6.98	5.5	3.5	22	5.36	2.9	30
55	7.5	1.2	9	99.06	30	6.7	4.15	4	38	3.1	1.55	30
56	7.775	1.2	9.33	97.88	30	6.29	4.04	4	40	2.95	1.44	30
57	8	1.2	9.6	99.4	30	6.82	4.19	3.5	22	5.36	1.59	30
58	8	1.2	9.6	80.92	41.4	7.16	5.5	3.5	22	5.36	2.9	30
59	8.33	1.2	10	99.6	30	6.9	4.21	4	36	3.27	1.61	30
60	8.33	1.2	10	81.74	41	7.27	5.5	3.5	22	5.36	2.9	30
61	8.56	1.2	10.28	99.74	30	6.96	4.23	4	36	3.27	1.63	30
62	8.75	1.2	10.5	99.84	30	6.99	4.24	3.5	36	3.27	1.64	30
63	8.88	1.2	10.66	98.56	30	6.52	4.1	4	39	3.02	1.5	30
64	10	1.2	12	91.08	35.8	7.54	5	3.5	26	4.53	2.4	30
65	10	1.2	12	100.44	30	7.24	4.31	3.5	35	3.37	2.9	30
66	11.25	1.2	13.5	100.92	30	7.44	4.37	3.5	34	3.47	1.77	30
67	11.42	1.2	13.71	100.98	30	7.47	4.38	3.5	34	3.47	1.78	30
68	11.66	1.2	14	101.06	30	7.5	4.39	3.5	33	3.57	1.79	30
69	12	1.2	14.4	101.16	30	7.55	4.4	3.5	33	3.57	1.8	30
70	12.5	1.2	15	101.3	30	7.62	4.42	3.5	33	3.57	1.82	30
71	12.85	1.2	15.42	101.4	30	7.66	4.43	3.5	33	3.57	1.83	30
72	13.33	1.2	16	101.52	30	7.72	4.45	3.5	32	3.68	1.85	30
73	14	1.2	16.8	101.68	30	7.79	4.47	3.5	32	3.72	1.87	30
74	15	1.2	18	101.9	30	7.89	4.5	3.5	32	3.68	1.9	30
75	16	1.2	19.2	102.08	30	7.99	4.53	3.5	31	3.8	1.93	30
76	16.66	1.2	20	102.2	30	8.04	4.54	3.5	31	3.8	1.94	30
77	17.5	1.2	21	102.32	30	8.11	4.56	3.5	31	3.8	1.96	30
78	18	1.2	21.6	102.4	30	8.15	4.57	3.5	31	3.8	1.97	30
79	22.5	1.2	27	102.9	30	8.41	4.65	3.5	30	3.93	2.05	30
80	23.33	1.2	28	102.96	30	8.45	4.66	3	30	3.933	2.06	30
81	26.66	1.2	32	103.22	30	8.59	4.7	3	29	4.06	2.1	30
82	30	1.2	36	103.42	30	8.7	4.73	3	29	4.06	2.13	30
83	4.44	1.32	5.866	88.82	34.39	5.74	4.23	4.5	36	3.27	1.633	30
84	5	1.32	6.6	88.82	35.67	6.46	4.6	3.5	30	3.933	2	30
85	5.71	1.32	7.54	84.42	38.7	6.84	5.07	3.5	25	4.72	2.47	30
86	6.25	1.32	8.25	81.48	40.06	7.108	5.42	3.5	22	5.36	2.82	30
87	3.75	1.36	5.103	98.58	29	5.93	3.85	4.5	45	2.62	1.25	30
88	6.66	1.38	9.2	100.76	30	7.38	4.35	3.5	34	3.47	1.75	30
89	10	1.4	14	102.78	30	8.35	4.63	3.5	30	3.933	2.03	30
90	13.32	1.4	18.66	103.72	30	8.89	4.79	3.5	28	4.21	2.19	30
91	16.66	1.4	23.33	104.3	30	9.25	4.89	3.5	27	4.37	2.29	30
92	20	1.4	28	104.7	30	9.51	4.97	4	26	4.53	2.37	30
93	23.32	1.4	32.66	104.98	30	9.71	5.02	4	26	5.3	2.42	30
94	26.66	1.4	37.33	105.2	30	9.87	5.07	4	25	4.72	2.47	30
95	30	1.4	42	105.36	30	9.99	5.1	4	25	4.72	2.5	30
96	5	1.45	7.17	96.46	32.1	7	4.25	3.5	30	3.933	2.052	30

Çizelge 8.1d Eliptik silindir yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, ele alınan yansıtıcı ve örtücü özellikleri

No	FF'/TF	Yansıtıcı özellikleri						Örtücü özellikleri				
		TF (cm)	FF' (cm)	θ	β_Y	x (cm)	y (cm)	f_0 (cm)	S_0	A_0 (cm)	h_0 (cm)	β_0
97	4.44	1.45	6.453	88.82	35.43	6.32	4.52	4.5	31	3.8	1.92	30
98	5	1.5	7.41	88.82	36.78	7.26	5.09	3.5	26	4.53	2.4	30
99	5	1.5	7.5	88.82	36.89	7.34	5.16	3.5	25	4.72	2.45	30
100	3.75	1.5	5.67	98.58	30.11	6.59	4.24	3.5	38	3.105	1.53	30
101	4.54	1.53	6.95	88.62	30	6.79	4.91	3.5	28	4.21	2.17	30
102	5	1.56	7.8	101.18	30	7.56	4.59	3.5	33	3.57	1.8	30
103	3.75	1.66	6.237	98.58	31.08	7.24	4.71	3.5	33	3.57	1.81	30

θ : yansıtıcıdan çıkan ışığın yayılma açısı, FF':yansıtıcının iki odağı arasındaki uzaklık

TF: yansıtıcının tepe noktası ile ışık kaynağı merkezi arasındaki uzaklık, β_Y : siperlik engel açısı

x: yansıtıcının ağız açıklığı, y: yansıtıcının yüksekliği, f_0 : örtüçüyü oluşturan parabolün odak uzaklığı

S_0 : örtücü sayısı, A_0 : örtücü aralığı, h_0 : örtücü yüksekliği, β_0 : örtücü engel açısı

Çizelge 8.1a-b-c-d'de yansıtıcı ve örtücü özellikleri verilmiş her bir durum için analiz sonuçları Çizelge 8.2a-b-8.3a-b'de,

- aydınlatma aygıtının geriverimi (η),
- aygıt eksenindeki ışık yeğirliği (I_0),
- maksimum ışık yeğirliği (I_{mak}),
- maksimum ışık yeğirliği doğrultusunun aygıt eksenine yaptığı açı (α),
- Düzgünlük (D)

başlıklı kolonlarda yer almaktadır.

Çizelge 8.2a Eliptik silindir yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, MRO04 yansıtıcı gerecinin kullanıldığı durumda ulaşılan sonuçlar

No	η (%)	I_0 (cd)	I_{mak} (cd)	α	D	No	η (%)	I_0 (cd)	I_{mak} (cd)	α	D
1	67.6	1061	1122	17.5	0.92	53	71.6	1150	1191	10	0.99
2	69.1	1090	1155	17.5	0.92	54	74.7	1164	1229	25	0.79
3	66.3	1166	1183	5	1	55	71.6	1170	1199	5	0.99
4	59.8	769	866	27.5	0.79	56	70	1088	1138	10	1
5	62.2	806	895	25	0.83	57	72.3	1186	1233	15	0.94
6	64.9	963	990	20	0.85	58	74.6	1215	1253	25	0.77
7	65.5	986	1021	17.5	0.90	59	72.2	1195	1247	10	1
8	68.7	1006	1042	22.5	0.82	60	74.7	1209	1275	17.5	0.91
9	69.3	1001	1074	25	0.80	61	72.5	1219	1258	10	0.99
10	65.9	1024	1055	12.5	0.96	62	72.7	1227	1270	10	0.99
11	69.9	1053	1104	20	0.87	63	70.7	1166	1197	7.5	1
12	68.7	1058	1112	15	0.95	64	74.2	1283	1346	10	1
13	68.9	1029	1106	25	0.80	65	72.8	1231	1304	10	1
14	66.6	1071	1116	10	1	66	73.5	1343	1367	10	0.97

Çizelge 8.2b Eliptik silindir yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, MİRO04 yansıtıcı
grecinin kullanıldığı durumda ulaşılan sonuçlar

No	η (%)	I_0 (cd)	I_{mak} (cd)	α	D	No	η (%)	I_0 (cd)	I_{mak} (cd)	α	D
15	70.7	1109	1178	17.5	0.92	67	73	1319	1349	5	0.99
16	67.4	1116	1148	15	0.93	68	73.8	1329	1369	7.5	1
17	67	1116	1152	10	0.99	69	73.8	1358	1383	10	0.97
18	69.3	1059	1167	22.5	0.87	70	73.7	1394	1395	7.5	0.98
19	68.2	1153	1214	10	0.99	71	73.9	1390	1424	2.5	0.98
20	71.4	1255	1336	15	0.96	72	73.7	1410	1411	5	0.99
21	71	1262	1325	15	0.95	73	74.3	1419	1444	7.5	0.99
22	71.5	1299	1361	17.5	0.91	74	74.4	1459	1467	7.5	0.98
23	69.2	1328	1379	2.5	0.97	75	74.6	1485	1490	2.5	1
24	69.7	1342	1345	5	0.99	76	74.4	1477	1492	2.5	0.99
25	69.6	1355	1374	7.5	0.99	77	74.6	1494	1533	5	0.99
26	69.8	1397	1397	0	1	78	74.4	1507	1538	2.5	0.98
27	74.2	1283	1346	22.5	0.83	79	74.9	1614	1614	0	1
28	68.5	1109	1136	12.5	0.95	80	75.5	1618	1625	2.5	1
29	71.4	1293	1327	7.5	1	81	76	1661	1661	0	1
30	71.7	1330	1350	5	1	82	75.9	1707	1707	0	1
31	71.4	1357	1357	0	1	83	73.1	989	1060	22.5	0.85
32	71.8	1357	1358	5	0.99	84	76.3	1106	1114	2.5	1
33	72.1	1384	1384	0	1	85	77.3	1163	1171	25	0.75
34	71.9	1355	1461	2.5	0.93	86	78.5	1213	1217	10	0.96
35	70.9	1013	1032	27.5	0.71	87	74.8	1046	1048	25	0.75
36	66.1	910	983	25	0.80	88	78	1270	1286	12.5	0.94
37	68.2	975	1008	5	0.98	89	80.3	1455	1491	5	0.99
38	68.5	884	990	25	0.83	90	80.9	1619	1631	7.5	0.98
39	68.9	1035	1040	27.5	0.70	91	80.9	1718	1718	0	1
40	69.6	1034	1058	2.5	0.98	92	81.7	1812	1812	0	1
41	70.1	1041	1081	17.5	0.90	93	81.5	1888	1888	0	1
42	72.4	1064	1072	25	0.75	94	81.8	1913	1913	0	1
43	70.4	1064	1080	10	0.97	95	81.9	1937	1937	0	1
44	72.9	1045	1091	25	0.78	96	76.9	1090	1147	27.5	0.73
45	70.7	1079	1116	15	0.93	97	78.6	1035	1128	25	0.81
46	73.4	1093	1119	15	0.92	98	80.9	1196	1196	0	1
47	70.6	1119	1120	12.5	0.93	99	81.3	1178	1205	25	0.76
48	73.6	1093	1132	25	0.77	100	78.5	1094	1112	27.5	0.71
49	71.1	1102	1129	17.5	0.89	101	80	1031	1174	27.5	0.79
50	72.8	1040	1138	25	0.81	102	80	1204	1204	0	1
51	69.6	1048	1106	12.5	0.98	103	80.9	1113	1145	30	0.67
52	71.2	1122	1157	15	0.93						

I_0 : aygıt eksenindeki ışık yeğlinliği, I_{mak} : maksimum ışık yeğlinliği, D: Düzgünlük

α : maksimum ışık yeğlinliği doğrultusunun aygıt eksenini ile yaptığı açı, η : aydınlatma aygıtının geriverimi

Çizelge 8.3a Eliptik silindir yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, MİRO07 yansıtıcı
grecinin kullanıldığı durumda ulaşılan sonuçlar

No	η (%)	I_0 (cd)	I_{mak} (cd)	α	D	No	η (%)	I_0 (cd)	I_{mak} (cd)	α	D
1	65.9	1019	1087	15	0.96	53	69.9	1121	1161	15	0.93
2	67.4	1100	1120	17.5	0.88	54	72.9	1163	1190	20	0.85
3	64.7	1151	1188	2.5	0.97	55	69.9	1135	1189	10	1
4	60.6	796	873	27.5	0.77	56	68.3	1073	1115	5	0.97
5	58.2	757	841	25	0.83	57	70.5	1172	1196	10	0.97
6	63.3	951	971	15	0.92	58	72.8	1201	1228	17.5	0.89
7	63.9	971	992	12.5	0.95	59	70.5	1185	1207	10	0.97
8	67	987	1023	20	0.86	60	72.9	1215	1249	17.5	0.89
9	67.5	992	1058	22.5	0.84	61	70.8	1176	1212	12.5	0.96
10	64.3	980	1029	12.5	0.98	62	70.9	1212	1227	5	1
11	68.2	1007	1072	12.5	0.99	63	69	1133	1160	5	0.99
12	67	1044	1087	17.5	0.90	64	72.4	1302	1316	12.5	0.94
13	67.1	1005	1084	22.5	0.85	65	71	1240	1269	2.5	0.98
14	65	1060	1079	15	0.92	66	71.7	1309	1332	7.5	0.99
15	69	1093	1147	20	0.87	67	71.2	1300	1324	7.5	0.99
16	65.7	1066	1117	12.5	0.98	68	72.1	1308	1354	5	0.98
17	65.4	1094	1109	15	0.91	69	72.1	1335	1335	0	1
18	67.6	1068	1123	25	0.78	70	72	1365	1365	0	1
19	66.6	1133	1172	5	0.98	71	72.2	1382	1382	0	1
20	69.6	1238	1300	12.5	0.98	72	72	1359	1372	7.5	0.98
21	69.2	1250	1291	10	0.99	73	72.5	1391	1414	5	1
22	69.8	1291	1323	12.5	0.95	74	72.6	1427	1427	0	1
23	67.6	1271	1305	2.5	0.98	75	72.8	1433	1433	0	1
24	68	1324	1324	0	1	76	72.7	1451	1473	2.5	0.99
25	68	1347	1347	0	1	77	72.8	1498	1498	0	1
26	69.8	1397	1397	0	1	78	72.6	1477	1477	0	1
27	70.5	1100	1128	20	0.85	79	73.1	1541	1544	2.5	1
28	66.9	1088	1112	12.5	0.95	80	73.8	1542	1542	0	1
29	69.8	1258	1300	5	0.98	81	74.3	1592	1602	2.5	1
30	70	1299	1299	0	1	82	74.2	1630	1630	0	1
31	69.7	1315	1315	0	1	83	71.2	968	1024	25	0.79
32	70.1	1307	1319	7.5	0.98	84	74.4	1085	1086	25	0.75
33	70.4	1329	1334	7.5	0.98	85	75.9	1136	1146	15	0.91
34	70.2	1355	1375	5	1	86	76.6	1178	1191	17.5	0.88
35	69.2	1003	1010	7.5	0.98	87	72.9	998	1025	5	0.98
36	64.4	850	948	22.5	0.88	88	76.1	1232	1359	2.5	0.91
37	66.5	941	981	25	0.78	89	78.4	1438	1443	10	0.96
38	66.8	901	965	25	0.80	90	79	1581	1584	5	0.99
39	67.2	997	1020	12.5	0.95	91	79	1665	1665	0	1
40	67.8	1003	1025	10	0.98	92	79.8	1753	1778	2.5	0.99
41	68.4	1000	1060	15	0.96	93	79.6	1767	1821	2.5	0.97
42	70.6	1030	1049	12.5	0.95	94	79.9	1838	1838	0	1
43	68.6	1019	1063	17.5	0.90	95	80	1875	1875	0	1
44	71.1	1022	1073	25	0.78	96	75.1	1091	1121	25	0.76

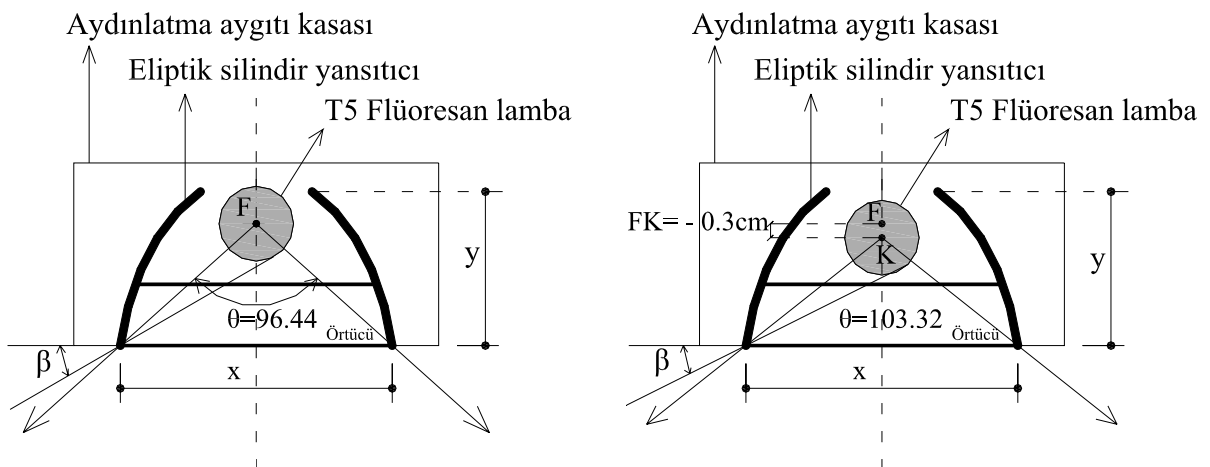
Çizelge 8.3b Eliptik silindir yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, MİRO07 yansıtıcı gerecinin kullanıldığı durumda ulaşılan sonuçlar

No	η (%)	I_0 (cd)	I_{mak} (cd)	α	D	No	η (%)	I_0 (cd)	I_{mak} (cd)	α	D
45	69	1038	1083	5	0.97	97	76.6	1020	1108	27.5	0.76
46	71.6	1084	1090	0	0.99	98	78.9	1150	1180	5	0.99
47	68.8	1035	1085	17.5	0.91	99	79.3	1182	1182	0	1
48	71.8	1079	1102	10	0.98	100	76.5	1080	1084	27.5	0.70
49	69.4	1074	1111	7.5	0.99	101	78	1031	1142	25	0.82
50	71	1051	1110	22.5	0.83	102	78	1173	1202	5	0.99
51	67.9	1028	1075	22.5	0.82	103	78.9	1062	1103	27.5	0.72
52	69.5	1113	1154	2.5	0.97						

I_0 : aygıt eksenindeki ışık yeğirliği, I_{mak} : maksimum ışık yeğirliği, D: Düzgünlük

α : maksimum ışık yeğirliği doğrultusunun aygıt eksenine ile yaptığı açı, η : aydınlatma aygıtının geriverimi

Çizelge 8.1a-b-c-d'de özellikleri verilen 103 farklı yansıtıcının iki ayrı yansıtıcı gereci kullanılarak analizi yapılmış ve elde edilen toplam 206 ayrı sonuç elde edilen aygıt ışık yeğirlik dağılımları açısından incelenmiştir. Aydınlik dağılımı açısından daha iyi koşulların sağlanabileceği düşünülen 14 durum seçilerek yeniden ele alınmış ve lambanın aydınlatma aygıtı ekseninde ikinci odak doğrultusunda, odak dışına kaydırılması ile daha düzgün yayılmış aydınlıklar elde edilebilmiştir (Şekil 8.3). İki ayrı yansıtıcı gerecinin kullanılması ile oluşturulan 28 örnek duruma yönelik bilgiler ve ulaşılan sonuçlara Çizelge 8.4-8.5 ve 8.6'da yer verilmiştir. Söz konusu tablolarda hem lamba merkezinin yansıtıcının odağında olduğu hem de odak dışına kaydırıldığı durumlarla ilgili bilgiler birlikte gösterilmiştir. Çizelge 8.4'te verilen her yeni durum, hangi yansıtıcılarda lambanın eksen üzerinde odak dışına kaydırıldığını belirtebilmek için, Çizelge 8.1-8.2'deki numaraların yanına e harfi eklenerek numaralandırılmıştır.



Şekil 8.3 Lambanın aydınlatma aygıtı ekseninde kaydırılmasına bir örnek

Çizelge 8.4 Eliptik silindir yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, lambanın odak dışına yerleştirildiği koşullar için yansıtıcı ve örtücü özellikleri

No	FF'/TF	Yansıtıcı özellikleri							Örtücü özellikleri				
		TF (cm)	FF' (cm)	θ	FK (cm)	β_Y	x (cm)	y (cm)	f_{δ} (cm)	S_{δ}	A_{δ} (cm)	h_{δ} (cm)	β_{δ}
3	12	1.02	12.24	98.54	0	30	6.51	4.1	4	39	3.03	1.50	30
3e	12	1.02	12.24	104.88	-0.3	26.35	6.51	4.1	4	39	3.03	1.50	30
19	10	1.08	10.8	98.7	0	30	6.57	4.12	4	38	3.1	1.52	30
19e	10	1.08	10.8	105	-0.3	26.38	6.57	4.12	4	38	3.1	1.52	30
17	8.56	1.08	9.25	97.92	0	30	6.3	4.04	4.5	40	2.95	1.44	30
17e	8.56	1.08	9.25	104.44	-0.3	26.25	6.3	4.04	4.5	40	2.95	1.44	30
16	8.33	1.08	9	97.78	0	30	6.25	4.03	4	40	2.95	1.43	30
16e	8.33	1.08	9	104.32	-0.3	26.22	6.25	4.03	4	40	2.95	1.43	30
14	8	1.08	8.64	97.56	0	30	6.18	4	4.5	40	2.95	1.4	30
14e	8	1.08	8.64	104.16	-0.3	26.17	6.18	4	4.5	40	2.95	1.4	30
12	7.5	1.08	8.1	86.68	0	36.6	6.23	4.6	3	30	3.93	2	30
12e	7.5	1.08	8.1	92.14	-0.3	33.28	6.23	4.6	3	30	3.93	2	30
28	7.14	1.14	8.14	97.88	0	30	6.29	4.03	4.5	40	2.95	1.43	30
28e	7.14	1.14	8.14	104.4	-0.3	26.24	6.29	4.03	4.5	40	2.95	1.43	30
10	6.66	1.08	7.2	96.44	0	30	5.84	3.91	4.5	43	2.74	1.31	30
10e	6.66	1.08	7.2	103.32	-0.3	26	5.84	3.91	4.5	43	2.74	1.31	30
48	6.25	1.2	7.5	81.48	0	40.1	6.32	4.05	4	40	2.95	1.45	30
48e	6.25	1.2	7.5	86.24	-0.3	37.22	6.32	4.05	4	40	2.95	1.45	30
7	6	1.08	6.48	95.72	0	30	5.64	3.85	4.5	45	2.62	1.25	30
7e	6	1.08	6.48	102.8	-0.3	25.84	5.64	3.85	4.5	45	2.62	1.25	30
6	5.71	1.08	6.17	95.36	0	30	5.54	3.82	5	46	2.56	1.22	30
6e	5.71	1.08	6.17	102.52	-0.3	25.78	5.54	3.82	5	46	2.56	1.22	30
96	5	1.435	7.17	96.46	0	32.1	7	4.25	3.5	30	3.93	2.052	30
96e	5	1.435	7.17	102.16	-0.3	29	7	4.25	3.5	30	3.93	2.052	30
38	4.44	1.2	5.33	88.82	0	33.23	5.22	3.96	4.5	42	2.8	1.36	30
38e	4.44	1.2	5.33	92.14	-0.15	31.2	5.22	3.96	4.5	42	2.8	1.36	30
100	3.75	1.512	5.67	98.58	0	30.11	6.59	4.24	3.5	38	3.105	1.53	30
100e	3.75	1.512	5.67	104.86	-0.3	26.5	6.59	4.24	3.5	38	3.105	1.53	30

θ : yansıtıcıdan çıkan ışığın yayılma açısı, FF':yansıtıcının iki odağı arasındaki uzaklık

TK: yansıtıcının tepe noktası ile ışık kaynağı merkezi arasındaki uzaklık, β_Y : siperlik engel açısı

FK: odak ile ışık kaynağı merkezi arasındaki uzaklık, x: yansıtıcının ağız açıklığı, y: yansıtıcının yüksekliği,

f_{δ} : örtücüyü oluşturan parabolün odak uzaklığı, S_{δ} : örtücü sayısı

A_{δ} : örtücü aralığı, h_{δ} : örtücü yüksekliği, β_{δ} : örtücü engel açısı

Çizelge 8.5 Elipsoit yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, lambanın odak dışına yerleştirildiği koşullar için MIRO04 yansıtıcı gerecinin kullanıldığı durumda ulaşılan sonuçlar

No	η (%)	I_0 (cd)	I_{mak} (cd)	α	D	No	η (%)	I_0 (cd)	I_{mak} (cd)	α	D
3	66.3	1166	1183	5	1	10	65.9	1024	1055	12.5	0.96
3e	69.8	1075	1106	10	0.98	10e	69.1	869	1020	22.5	0.93
19	68.2	1153	1214	10	0.99	48	73.6	1093	1132	25	0.77
19e	71.4	1055	1106	25	0.78	48e	76.5	936	1129	25	0.90
17	67	1116	1152	10	0.99	7	65.5	986	1021	17.5	0.90
17e	70.2	995	1072	17.5	0.93	7e	68.8	839	997	22.5	0.94
16	67.4	1116	1148	15	0.93	6	64.9	963	990	20	0.85
16e	70.7	981	1078	20	0.91	6e	68.1	787	992	25	0.94
14	66.6	1071	1116	10	1	96	76.9	1090	1147	27.5	0.73
14e	69.7	948	1060	20	0.93	96e	78.6	847	1148	27.5	0.95
12	68.7	1058	1112	15	0.95	38	68.5	884	990	25	0.83
12e	72.2	901	1103	25	0.91	38e	70.2	784	1001	25	0.95
28	68.5	1109	1136	12.5	0.95	100	78.5	1094	1112	27.5	0.71
28e	71.5	923	1076	20	0.97	100e	79.8	803	1092	30	0.88

I_0 : aygıt eksenindeki ışık yeğirliği, I_{mak} : maksimum ışık yeğirliği, D: Düzgünlük

α : maksimum ışık yeğirliği doğrultusunun aygıt eksenine ile yaptığı açı, η : aydınlatma aygıtının geriverimi

Çizelge 8.6 Elipsoit yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, lambanın odak dışına yerleştirildiği koşullar için MIRO07 yansıtıcı gerecinin kullanıldığı durumda ulaşılan sonuçlar

No	η (%)	I_0 (cd)	I_{mak} (cd)	α	D	No	η (%)	I_0 (cd)	I_{mak} (cd)	α	D
3	64.7	1151	1188	2.5	0.97	10	64.3	980	1029	12.5	0.98
3e	68.2	1030	1082	17.5	0.91	10e	67.4	845	993	22.5	0.93
19	66.6	1133	1172	5	0.98	48	71.8	1079	1102	10	0.98
19e	69.8	1017	1089	20	0.89	48e	74.7	906	1100	25	0.90
17	65.4	1094	1109	15	0.91	7	63.9	971	992	12.5	0.95
17e	68.5	953	1052	20	0.92	7e	67.1	812	969	27.5	0.83
16	65.7	1066	1117	12.5	0.98	6	63.3	951	971	15	0.92
16e	69	933	1060	22.5	0.90	6e	66.4	785	961	25	0.91
14	65	1060	1079	15	0.92	96	75.1	1091	1121	25	0.76
14e	68.1	909	1029	22.5	0.89	96e	76.7	838	1114	27.5	0.93
12	67	1044	1087	17.5	0.90	38	66.8	901	965	25	0.80
12e	70.5	905	1063	25	0.87	38e	68.4	775	964	25	0.93
28	66.9	1088	1112	12.5	0.95	100	76.5	1080	1084	27.5	0.70
28e	69.7	889	1052	22.5	0.93	100e	77.8	817	1064	27.5	0.91

I_0 : aygıt eksenindeki ışık yeğirliği, I_{mak} : maksimum ışık yeğirliği, D: Düzgünlük

α : maksimum ışık yeğirliği doğrultusunun aygıt eksenine ile yaptığı açı, η : aydınlatma aygıtının geriverimi

Lambanın yansıtıcının odağında bulunduğu ve odak dışına kaydırıldığı çeşitli durumlara yönelik aydınlatma aygıtı ışık yeğirlik dağılımları ve aygıttan 2.4 m uzaklıktaki düzlemde oluşan aydınlık dağılımları bundan sonraki bölümde verilmiştir. Her bir ışık yeğirlik eğrisi ve

aydınlık dağılımı grafiğinin altında Çizelge 8.1a-b-c-d, Çizelge 8.2a-b ve Çizelge 8.3a-b'deki numaraları belirtilmiştir.

8.2 Elde Edilen Işık Yeğİnlik ve Aydınlik Dağılımları

Eliptik silindir yansıtıcılarla ilgili yapılan ve 8.1. bölüm, Çizelge 8.1a-b-c-d'de sunulan uygulama örnekleri için elde edilen aygıt ışık yeğİnlik eğİrileri ve aydınlık dağılımları, ulaşılan sonuçların çeşitli açılardan birbirleriyle karşılaştırılabilmesi açısından,

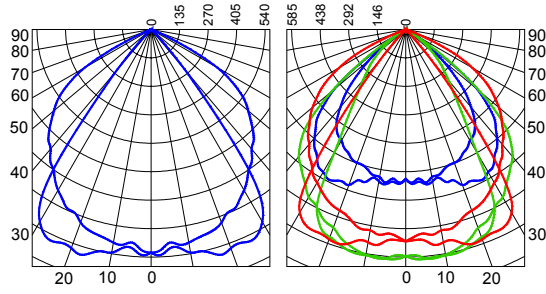
- eliptik silindir yansıtıcıda, iki odak arasındaki uzaklığın ışık yeğİnlik ve aydınlık dağılımına etkisi,
- yansıtıcının enine ve boyuna kesitindeki ışık yeğİnlik ve aydınlık dağılımını gösteren örnek durumlar,
- eliptik silindir yansıtıcıda, iki odak arasındaki uzaklığın tepe noktası ile odak arasındaki uzaklığa oranının ışık yeğİnlik ve aydınlık dağılımına etkisi,
- aydınlatma aygıtı ile aydınlanan düzlem arasındaki uzaklığın aydınlık dağılımına etkisini gösteren örnek durumlar,
- eliptik silindir yansıtıcıda, lambanın odak dışına yerleştirilmesinin ışık yeğİnlik ve aydınlık dağılımına etkisi

başlıkları altında verilmiştir.

8.2.1 Eliptik Silindir Yansıtıcıda, İki Odak Arasındaki Uzaklığın Işık Yeğİnlik ve Aydınlik Dağılımına Etkisi

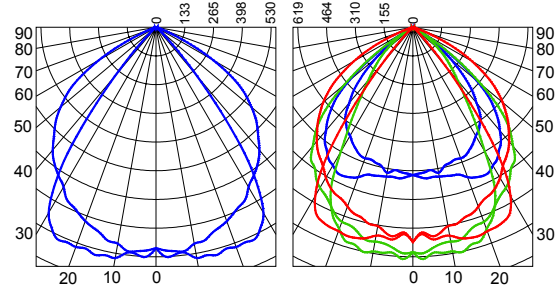
Çalışma içinde ele alınan ve özellikleri 8.1 Bölüm, Çizelge 8.1a-b-c-d'de belirtilen tüm eliptik silindir yansıtıcılı durumlarda ulaşılan sonuçlar öncelikle aydınlatma aygıtı ışık yeğİnlik dağılımı bağlamında incelenmiştir. 206 ayrı uygulama örneğİ arasından, ışık yeğİnlik eğİrisi açısından farkların belirgin olduğu 18 adet örnek seçilerek, örnek durumların iki ayrı yansıtıcı gereci için elde edilmiş aygıt ışık yeğİnlik eğİrileri ve aydınlatma aygıtından 2.4 m uzaklıktaki düzlemde oluşturdukları aydınlık dağılımları Şekil 8.4a-b-c ve Şekil 8.5a-b-c-d'de gösterilmiştir. Şekil 4a-b-c- ve Şekil 5a-b-c-d 'te, yansıtıcının iki odağI arasındaki uzaklığın (TF) aynı, iki odak arasındaki uzaklığın (FF') ve aygıttan çıkan ışığın yayılma açısının (θ) farklı olduğu durumlar birlikte gösterilmiştir. Buna bağlı olarak, yansıtıcının iki odağI arasındaki uzaklığın ışık yeğİnlik ve aydınlık dağılımlarını ne ölçüde etkilediğİ saptanmıştır.

Düzgün yansıma yapan yansıtıcı gereci Yayıncık yansıma yapan yansıtıcı gereci



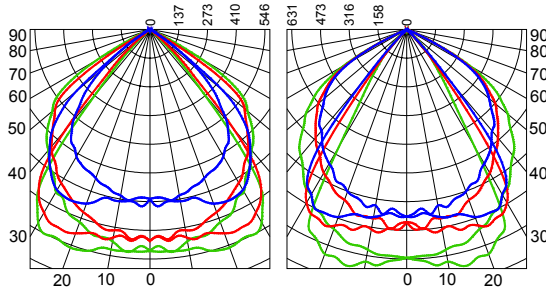
(1)
TF:0.99 cm, FF':8.53 cm

(4-2-3)
TF:1.02 cm, FF':4.56 cm
TF:1.02 cm, FF':8.92 cm
TF:1.02 cm, FF':12.24 cm



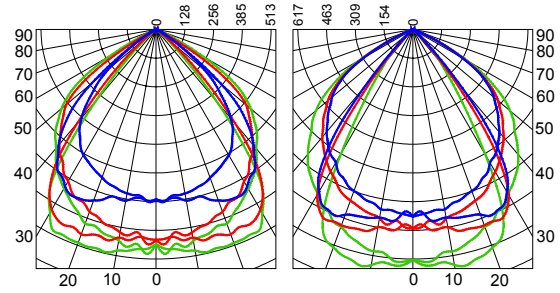
(1)
TF:0.99 cm, FF':8.53 cm

(4-2-3)
TF:1.02 cm, FF':4.56 cm
TF:1.02 cm, FF':8.92 cm
TF:1.02 cm, FF':12.24 cm



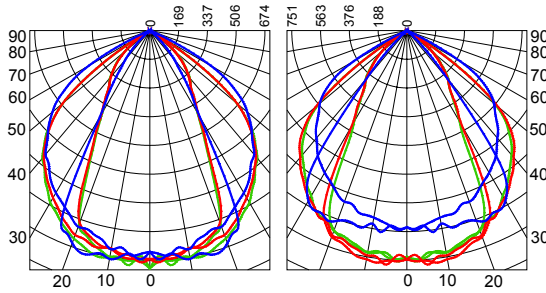
(5-8-11)
TF:1.08 cm, FF':4.8 cm
TF:1.08 cm, FF':6.75 cm
TF:1.08 cm, FF':7.71 cm

(13-18-20)
TF:1.08 cm, FF':8.4 cm
TF:1.08 cm, FF':9.6 cm
TF:1.08 cm, FF':12.34 cm



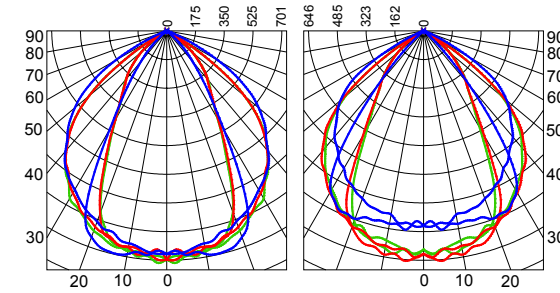
(5-8-11)
TF:1.08 cm, FF':4.8 cm
TF:1.08 cm, FF':6.75 cm
TF:1.08 cm, FF':7.71 cm

(13-18-20)
TF:1.08 cm, FF':8.4 cm
TF:1.08 cm, FF':9.6 cm
TF:1.08 cm, FF':12.34 cm



(22-24-26)
TF:1.08 cm, FF':13.88 cm
TF:1.08 cm, FF':18 cm
TF:1.08 cm, FF':19.44 cm

(27-29-32)
TF:1.14 cm, FF':8.14 cm
TF:1.14 cm, FF':13.68 cm
TF:1.14 cm, FF':15.2 cm

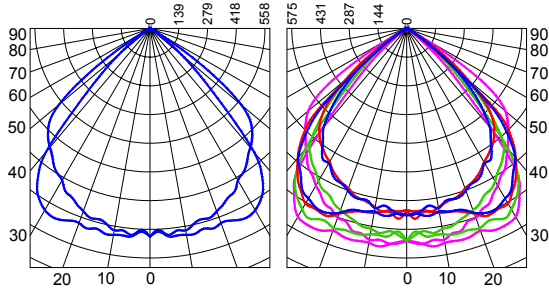


(22-24-26)
TF:1.08 cm, FF':13.88 cm
TF:1.08 cm, FF':18 cm
TF:1.08 cm, FF':19.44 cm

(27-29-32)
TF:1.14 cm, FF':8.14 cm
TF:1.14 cm, FF':13.68 cm
TF:1.14 cm, FF':15.2 cm

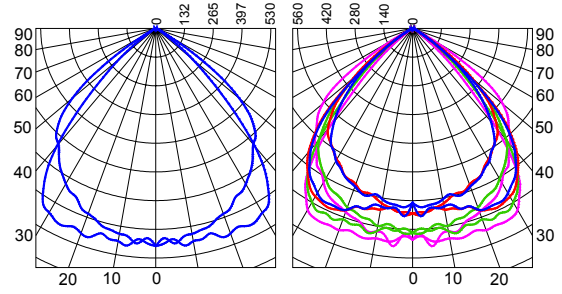
Şekil 8.4a Eliptik silindir yansıtıcıda, iki odak arasındaki uzaklığın aydınlatma aygıtı ışık yoğunluk dağılımına etkisi

Düzgün yansıma yapan yansıtıcı gereci Yayıncık yansıma yapan yansıtıcı gereci



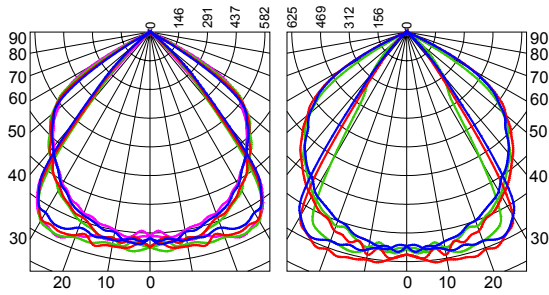
(35)
TF:1.18 cm, FF':5.94 cm

(36-38-39-42)
TF:1.2 cm, FF':5.33 cm
TF:1.2 cm, FF':5.33 cm
TF:1.2 cm, FF':6 cm
TF:1.2 cm, FF':6.66 cm



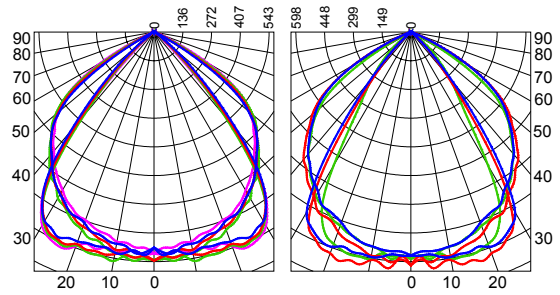
(35)
TF:1.18 cm, FF':5.94 cm

(36-38-39-42)
TF:1.2 cm, FF':5.33 cm
TF:1.2 cm, FF':5.33 cm
TF:1.2 cm, FF':6 cm
TF:1.2 cm, FF':6.66 cm



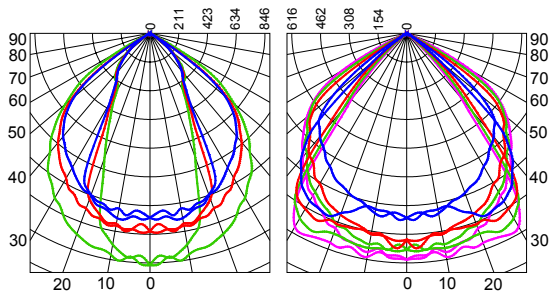
(44-46-48-50)
TF:1.2 cm, FF':6.85 cm
TF:1.2 cm, FF':7.2 cm
TF:1.2 cm, FF':7.5 cm
TF:1.2 cm, FF':8 cm

(54-60-64)
TF:1.2 cm, FF':9 cm
TF:1.2 cm, FF':10 cm
TF:1.2 cm, FF':12 cm



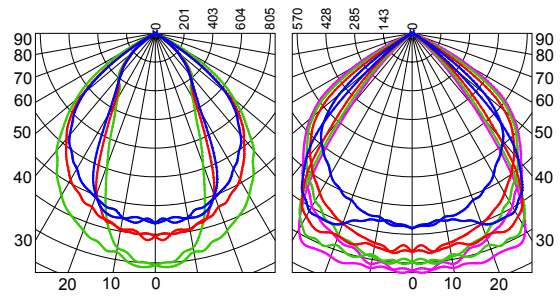
(44-46-48-50)
TF:1.2 cm, FF':6.85 cm
TF:1.2 cm, FF':7.2 cm
TF:1.2 cm, FF':7.5 cm
TF:1.2 cm, FF':8 cm

(54-60-64)
TF:1.2 cm, FF':9 cm
TF:1.2 cm, FF':10 cm
TF:1.2 cm, FF':12 cm



(69-74-82)
TF:1.2 cm, FF':14.4 cm
TF:1.2 cm, FF':18 cm
TF:1.2 cm, FF':36 cm

(83-84-85-86)
TF:1.32 cm, FF':5.86 cm
TF:1.32 cm, FF':6.6 cm
TF:1.32 cm, FF':7.54 cm
TF:1.32 cm, FF':8.25 cm

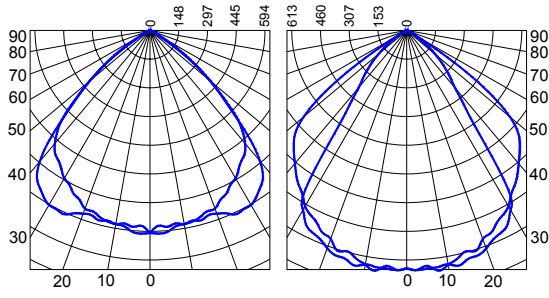


(69-74-82)
TF:1.2 cm, FF':14.4 cm
TF:1.2 cm, FF':18 cm
TF:1.2 cm, FF':36 cm

(83-84-85-86)
TF:1.32 cm, FF':5.86 cm
TF:1.32 cm, FF':6.6 cm
TF:1.32 cm, FF':7.54 cm
TF:1.32 cm, FF':8.25 cm

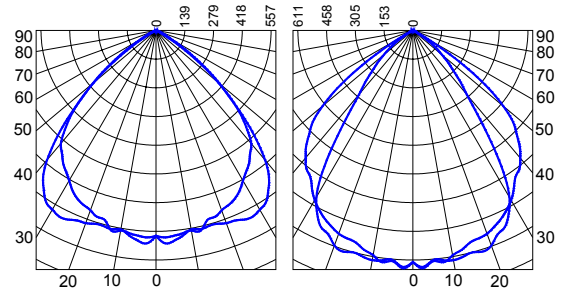
Şekil 8.4b Eliptik silindir yansıtıcıda, iki odak arasındaki uzaklığın aydınlatma aygıtı ışık yeğinlik dağılımına etkisi

Düzgün yansıma yapan yansıtıcı gereci Yayıncık yansıma yapan yansıtıcı gereci



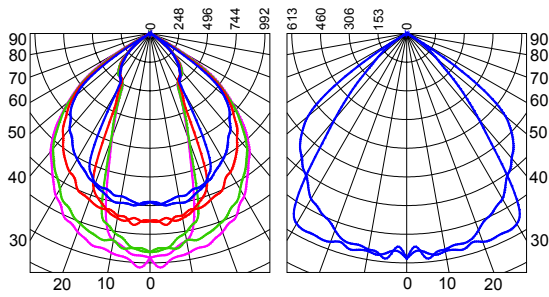
(87)
TF:1.36 cm, FF':5.1 cm

(88)
TF:1.38 cm, FF':9.2 cm



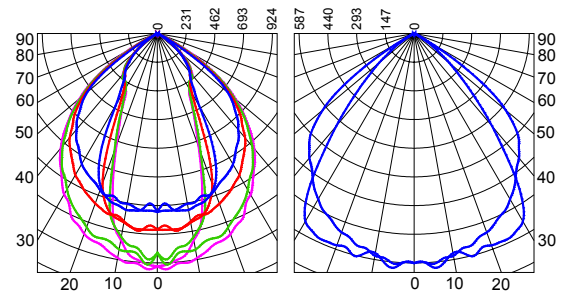
(87)
TF:1.36 cm, FF':5.1 cm

(88)
TF:1.38 cm, FF':9.2 cm



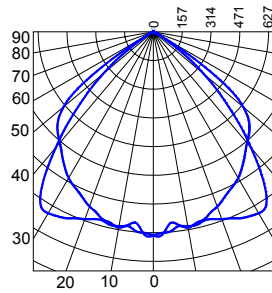
(89-90-93-95)
TF:1.4 cm, FF':14 cm
TF:1.4 cm, FF':18.66 cm
TF:1.4 cm, FF':32.66 cm
TF:1.4 cm, FF':42 cm

(102)
TF:1.56 cm, FF':7.8 cm

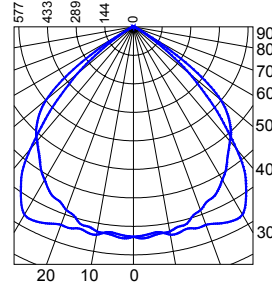


(89-90-93-95)
TF:1.4 cm, FF':14 cm
TF:1.4 cm, FF':18.66 cm
TF:1.4 cm, FF':32.66 cm
TF:1.4 cm, FF':42 cm

(102)
TF:1.56 cm, FF':7.8 cm



(103)
TF:1.66 cm, FF':6.23 cm

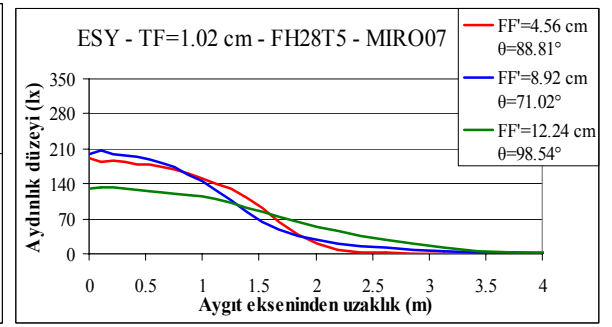
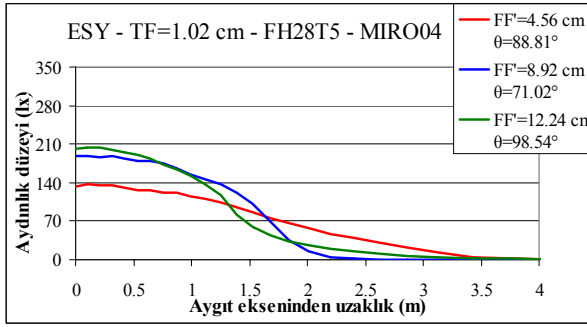
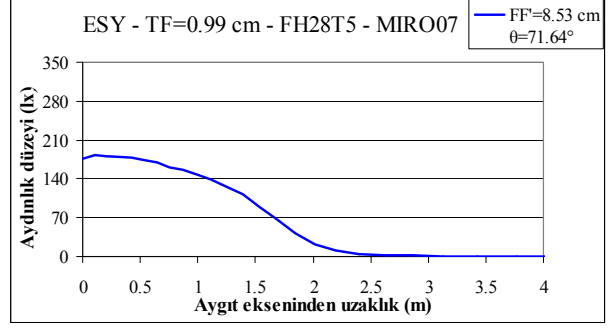
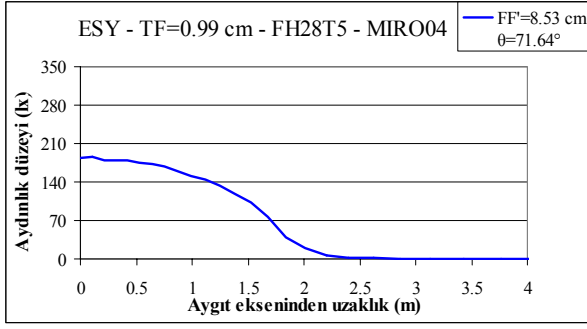


(103)
TF:1.66 cm, FF':6.23 cm

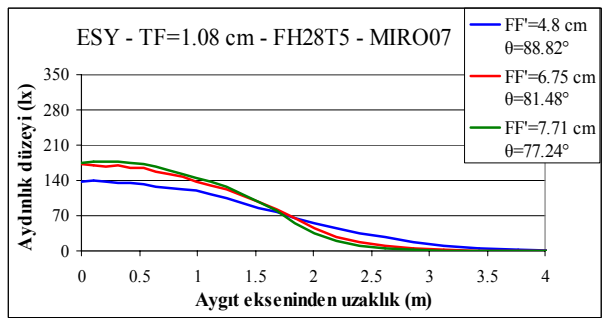
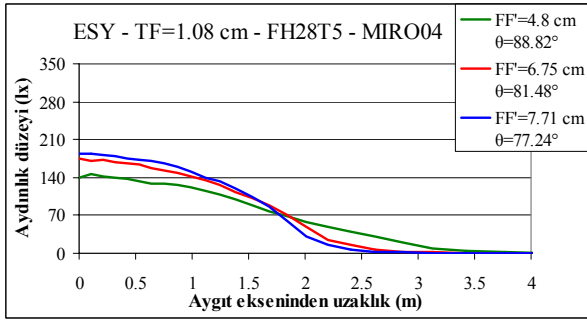
Şekil 8.4c Eliptik silindir yansıtıcıda, iki odak arasındaki uzaklığın aydınlatma aygıtı ışık yoğunluk dağılımına etkisi

Düzgün yansıma yapan yansıtıcı gereci

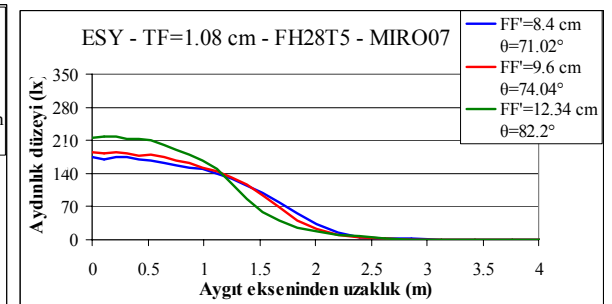
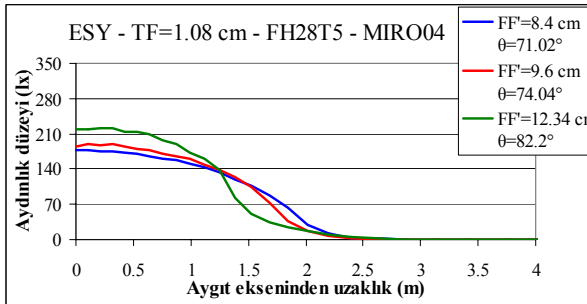
Yayınık yansıma yapan yansıtıcı gereci



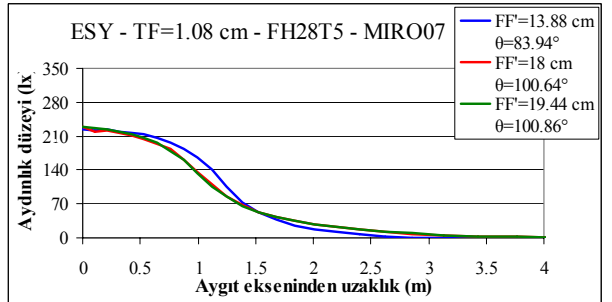
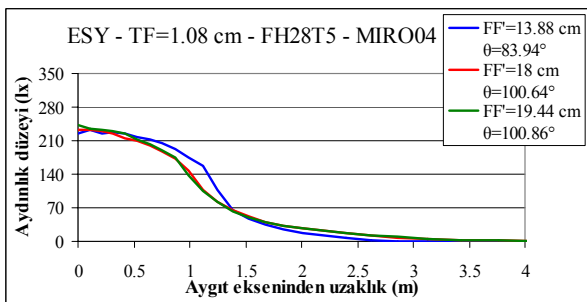
2-3-4



5-8-11



13-18-20

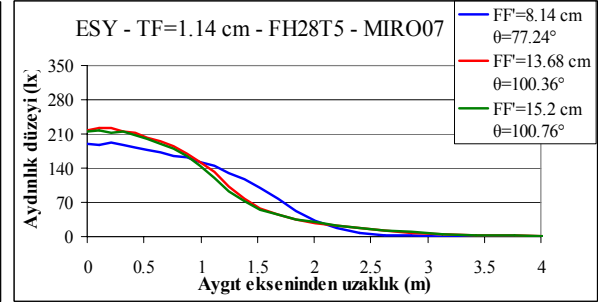
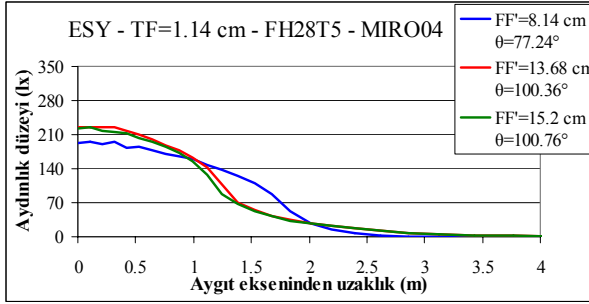


22-24-26

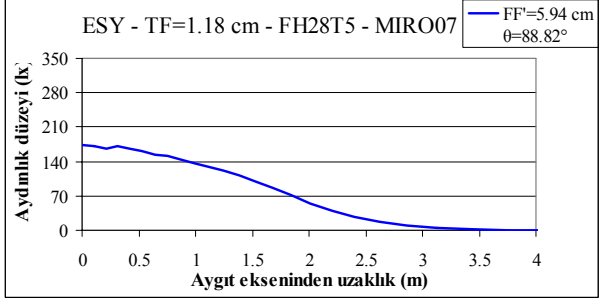
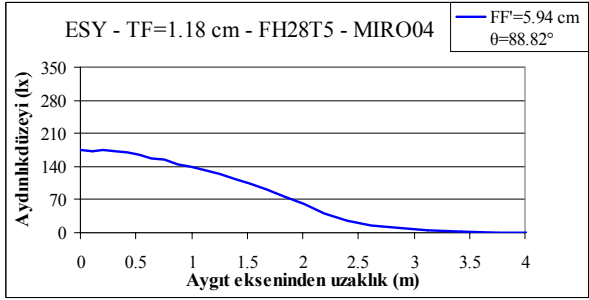
Şekil 8.5a Eliptik silindir yansıtıcıda, iki odak arasındaki uzaklığın aydınlık dağılımına etkisi

Düzgün yansıma yapan yansıtıcı gereci

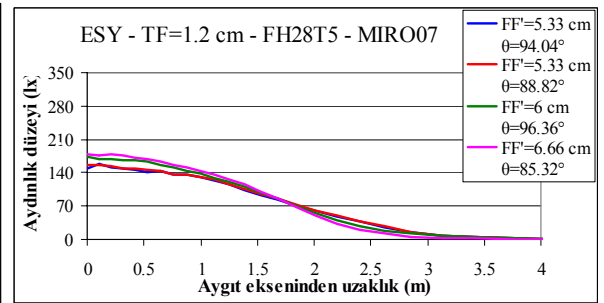
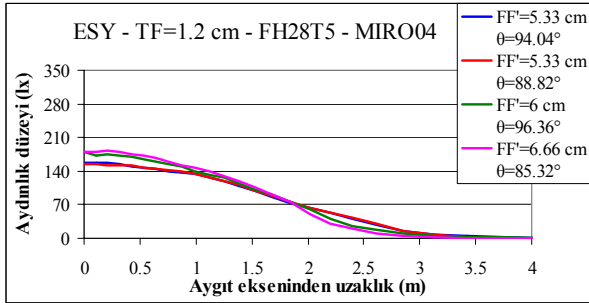
Yayınık yansıma yapan yansıtıcı gereci



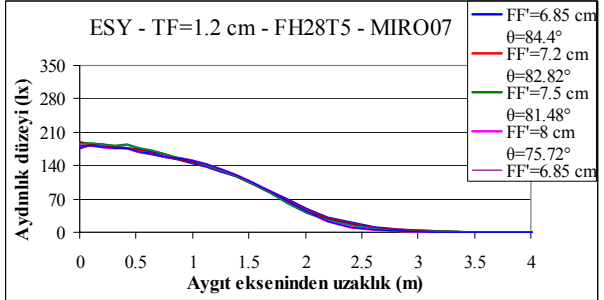
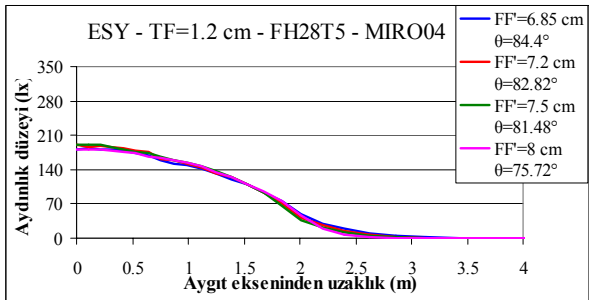
27-29-32



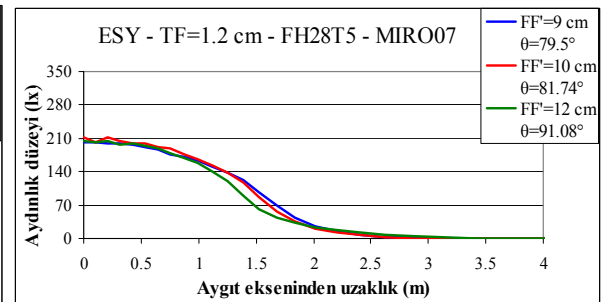
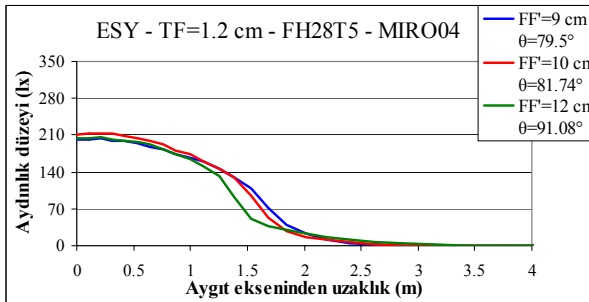
35



36-38-39



44-46-48-50

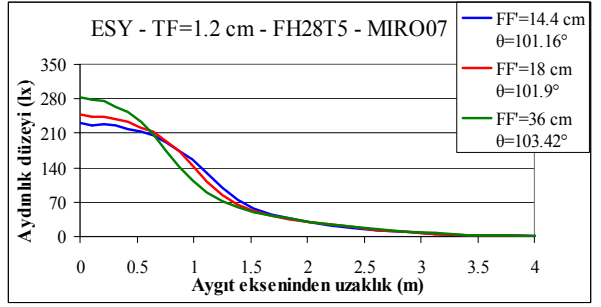
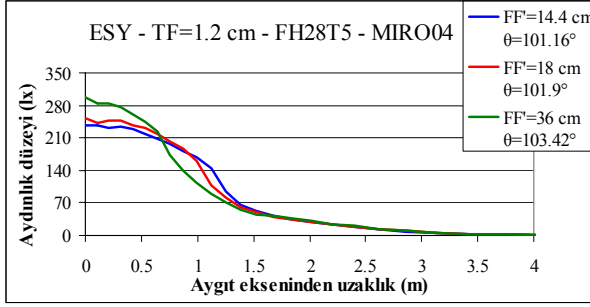


54-60-64

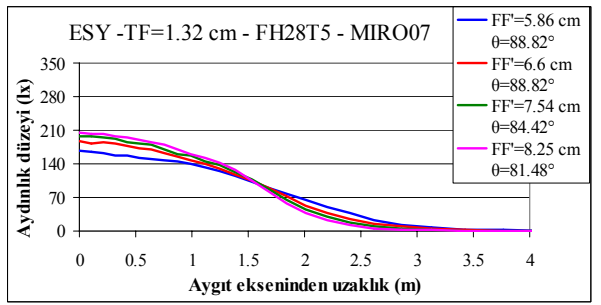
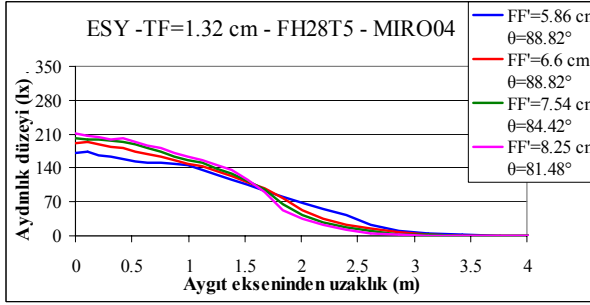
Şekil 8.5b Eliptik silindir yansıtıcıda, iki odak arasındaki uzaklığın aydınlık dağılımına etkisi

Düzgün yansıma yapan yansıtıcı gereci

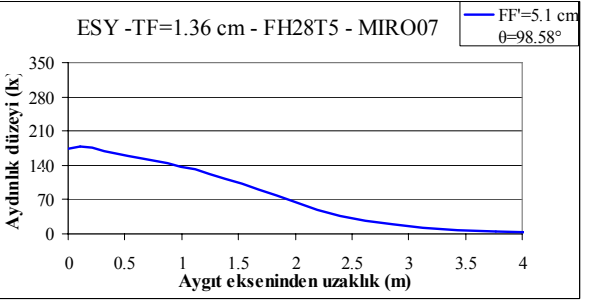
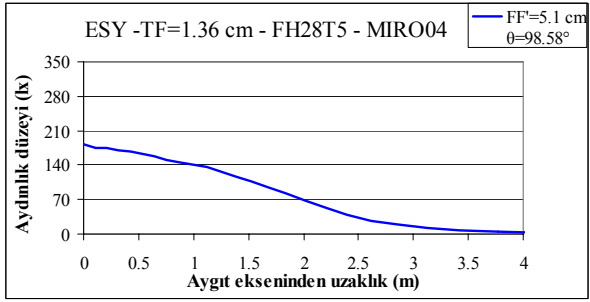
Yayınık yansıma yapan yansıtıcı gereci



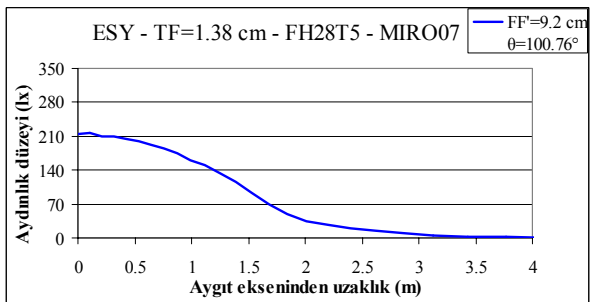
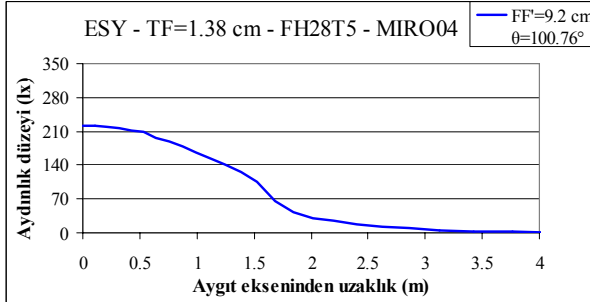
69-74-82



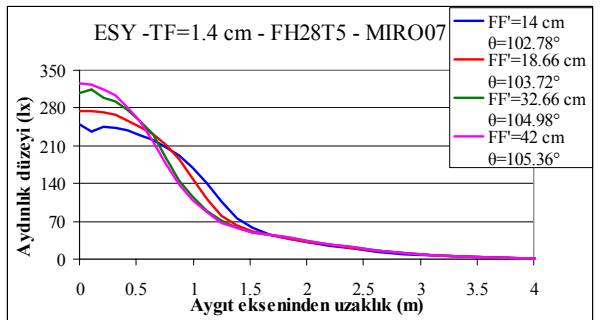
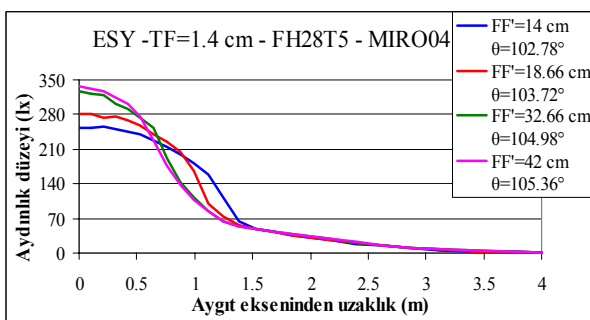
83-84-85-86



87



88

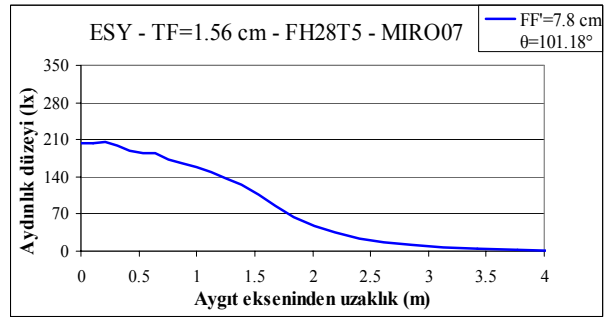
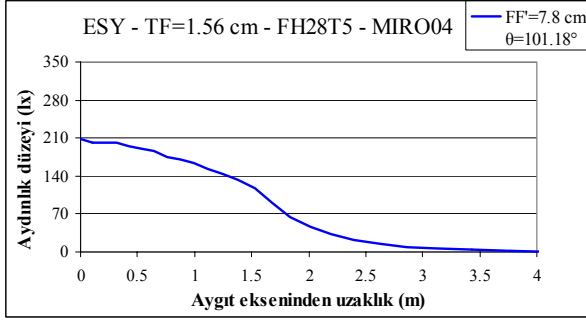


89-90-93-95

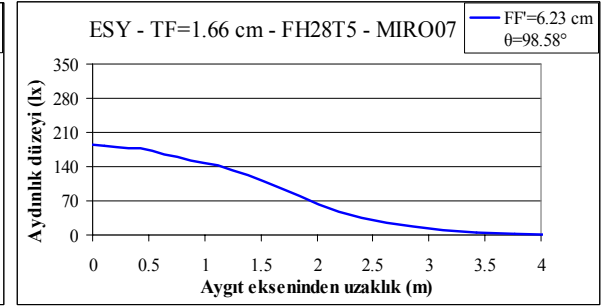
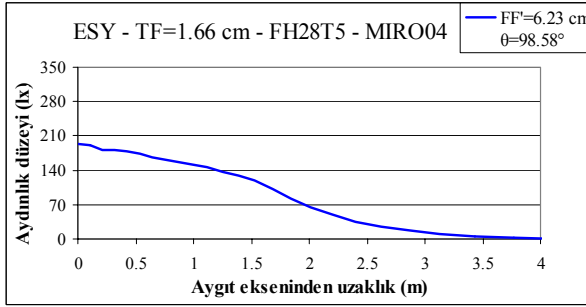
Şekil 8.5c Eliptik silindir yansıtıcıda, iki odak arasındaki uzaklığın aydınlık dağılımına etkisi

Düzgün yansıtıcı yapan yansıtıcı gereci

Yayınık yansıtıcı yapan yansıtıcı gereci



102



103

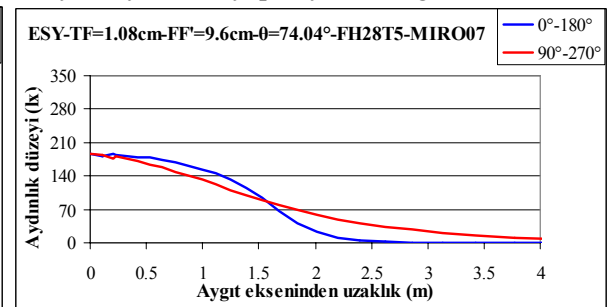
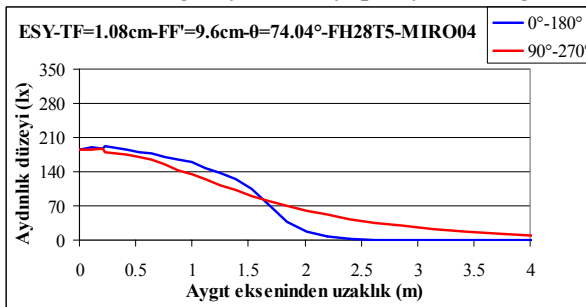
Şekil 8.5d Eliptik silindir yansıtıcıda, iki odak arasındaki uzaklığın aydınlık dağılımına etkisi

8.2.2 Yansıtıcının Enine ve Boyuna Kesitindeki Işık Yeğinlik ve Aydınlik Dağılımını Gösteren Örnek Durumlar

8.2.1. Bölümde yer alan uygulama örnekleri arasından seçilen 10 ayrı durum için 0° - 180° ve 90° - 270° yatay açılarındaki aydınlık dağılımları birlikte Şekil 6a-b'de gösterilmiştir.

Düzgün yansıtıcı yapan yansıtıcı gereci

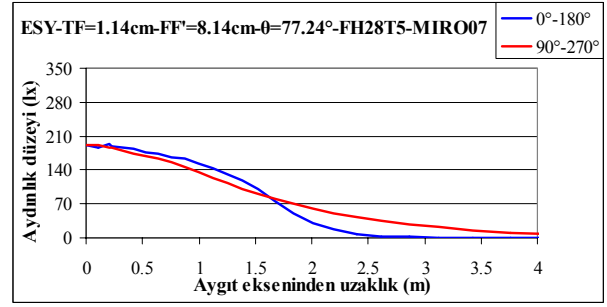
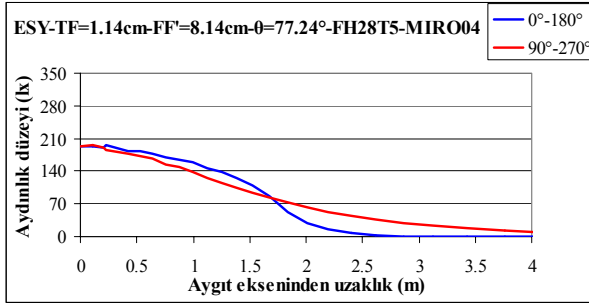
Yayınık yansıtıcı yapan yansıtıcı gereci



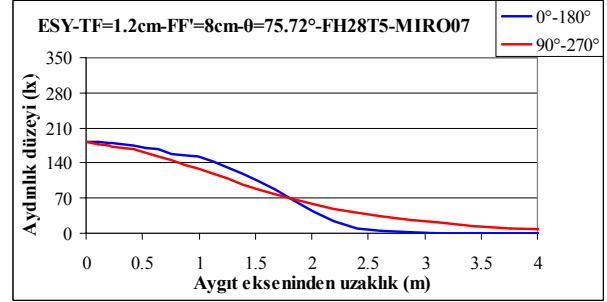
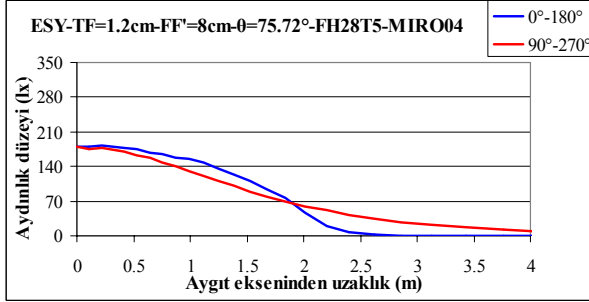
18

Şekil 8.6a Eliptik silindir yansıtıcıda, yansıtıcının enine ve boyuna kesitindeki aydınlık dağılımını gösteren örnek durumlar

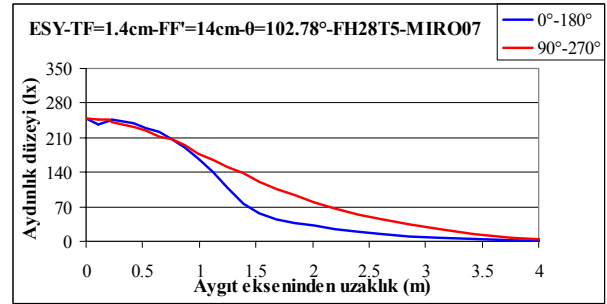
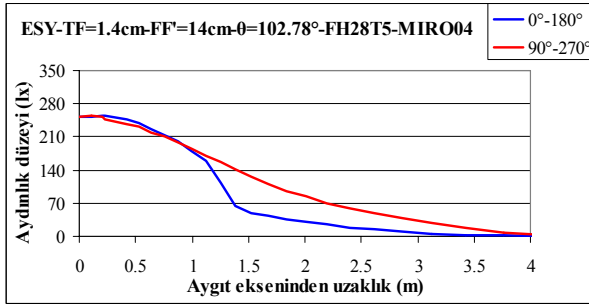
Düzgün yansımaya yapan yansıtıcı gereci Yayınık yansımaya yapan yansıtıcı gereci



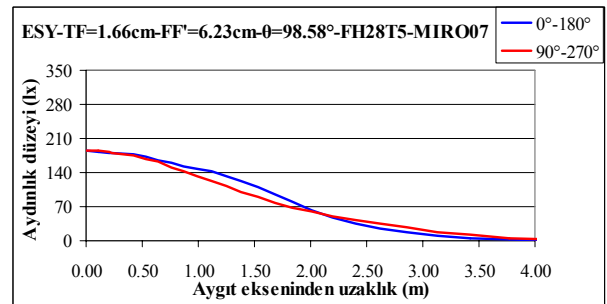
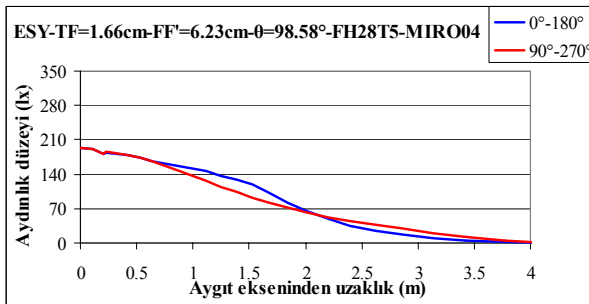
27



50



89



103

Şekil 8.6b Eliptik silindir yansıtıcıda, yansıtıcının enine ve boyuna kesitindeki aydınlık dağılımını gösteren örnek durumlar

8.2.3 Eliptik Silindir Yansıtıcıda, İki Odak Arasındaki Uzaklığın Tepe Noktası ile Odak Arasındaki Uzaklığa Oranının Işık Yeğİnlik ve Aydınlik Dağılımına Etkisi

Eliptik silindir yansıtıcının “tepe noktası ile odağı arasındaki uzaklık (TF)” ile “iki odağı arasındaki uzaklık (FF’)” arasındaki oran (FF’/TF) ve aygıttan doğrudan çıkan ışığın yayılma açısı (θ) değişmeden boyutu büyüdüğünde/küçüldüğünde, yansıtıcının biçimi değişmez. Bu bölümde, boyutları farklı ancak FF’/TF oranı ve θ açıları eşit, yani biçimleri aynı olan yansıtıcılar ile elde edilen sonuçlara yer verilmiştir. Bu amaçla, oluşturulmuş olan 103 ayrı örnek durum arasından FF’/TF oranı ve θ açıları eşit, ancak boyutları farklı olanlar seçilerek aygıt ışık yeğİnlik ve aydınlık dağılımları üst üste gösterilmiştir. FF’/TF oranı açısından 3.75, 4.45, 5 ve 6.25 olmak üzere dört ayrı grup oluşturulmuş, her bir grup içinde ele alınan değişik yansıtıcıların TF ve FF’ uzunlukları aşağıda belirtilmiştir (Çizelge 8.7-8.8-8.9, Şekil 8.6). Çizelge 8.7-8.8-8.9 ve Şekil 8.7-8.8’de gösterilen aygıt ışık yeğİnlik ve aydınlık dağılımları aracılığı ile hem FF’/TF oranı farklı durumların birbirleri ile hem de FF’/TF oranı aynı olup boyutları farklı durumların kendi içinde karşılaştırılmasına olanak tanınmıştır.

- FF’/TF=3.75, TF=1.36 cm, FF’=5.1 cm, $\theta=98.58^0$
 FF’/TF=3.75, TF=1.51 cm, FF’=5.67 cm, $\theta=98.58^0$
 FF’/TF=3.75, TF=1.66 cm, FF’=6.24 cm, $\theta=98.58^0$
- FF’/TF=4.45, TF=1.03 cm, FF’=4.56 cm, $\theta=88.82^0$
 FF’/TF=4.45, TF=1.08 cm, FF’=4.8 cm, $\theta=88.82^0$
 FF’/TF=4.45, TF=1.2 cm, FF’=5.33 cm, $\theta=88.82^0$
 FF’/TF=4.45, TF=1.32 cm, FF’=5.87 cm, $\theta=88.82^0$
 FF’/TF=4.45, TF=1.45 cm, FF’=6.45 cm, $\theta=88.82^0$
- FF’/TF=5, TF=1.19 cm, FF’=5.94 cm, $\theta=88.82^0$
 FF’/TF=5, TF=1.32 cm, FF’=6.6 cm, $\theta=88.82^0$
 FF’/TF=5, TF=1.5 cm, FF’=7.5 cm, $\theta=88.82^0$
- FF’/TF=6.25, TF=1.08 cm, FF’=6.75 cm, $\theta=81.48^0$
 FF’/TF=6.25, TF=1.2 cm, FF’=7.5 cm, $\theta=81.48^0$
 FF’/TF=6.25, TF=1.32 cm, FF’=8.25 cm, $\theta=81.48^0$

Çizelge 8.7 Eliptik silindir yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba; FF'/TF oranı değişiminin sonuçlara etkisinin incelenmesi

No	FF'/TF	Yansıtıcı özellikleri						Örtücü özellikleri				
		TF (cm)	FF' (cm)	θ	β_Y	x (cm)	y (cm)	f_0 (cm)	S_0	A_0 (cm)	h_0 (cm)	β_0
86	6.25	1.32	8.25	81.48	40.06	7.108	5.42	3.5	22	5.36	2.82	6.25
48	6.25	1.2	7.5	81.48	40.1	6.32	4.05	4	40	2.95	1.45	6.25
8	6.25	1.08	6.75	81.48	39.04	5.81	4.67	3.5	29	4.068	2.07	6.25
99	5	1.5	7.5	88.82	36.89	7.34	5.16	3.5	25	4.72	2.45	5
84	5	1.32	6.6	88.82	35.67	6.46	4.6	3.5	30	3.933	2	5
35	5	1.19	5.94	88.82	34.53	5.82	4.27	3	36	3.277	1.67	5
97	4.45	1.45	6.45	88.82	35.43	6.32	4.52	4.5	31	3.8	1.92	4.44
83	4.45	1.32	5.87	88.82	34.39	5.74	4.23	4.5	36	3.27	1.633	4.44
38	4.45	1.2	5.33	88.82	33.23	5.22	3.96	4.5	42	2.8	1.36	4.44
5	4.45	1.08	4.8	88.82	31.82	4.7	3.7	5.5	51	2.31	1.1	4.44
4	4.45	1.03	4.56	88.81	31.08	4.46	3.58	5.5	56	2.1	0.98	4.44
103	3.75	1.66	6.24	98.58	31.08	7.24	4.71	3.5	33	3.57	1.81	3.75
100	3.75	1.51	5.67	98.58	30.11	6.59	4.24	3.5	38	3.105	1.53	3.75
87	3.75	1.36	5.1	98.58	29	5.93	3.85	4.5	45	2.62	1.25	3.75

θ : yansıtıcıdan çıkan ışığın yayılma açısı, FF': yansıtıcının iki odağı arasındaki uzaklık

TF: yansıtıcının tepe noktası ile ışık kaynağı merkezi arasındaki uzaklık, β_Y : siperlik engel açısı

x: yansıtıcının ağız açıklığı, y: yansıtıcının yüksekliği, f_0 : örtücüyü oluşturan parabolün odak uzaklığı

S_0 : örtücü sayısı, A_0 : örtücü aralığı, h_0 : örtücü yüksekliği, β_0 : örtücü engel açısı

Çizelge 8.8 Eliptik silindir yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, MIRO04; FF'/TF oranı değişiminin sonuçlara etkisinin incelenmesi

No	η (%)	I_0 (cd)	I_{mak} (cd)	α	D	No	η (%)	I_0 (cd)	I_{mak} (cd)	α	D
86	78.5	1213	1217	10	0.96	83	73.1	989	1060	22.5	0.85
48	73.6	1093	1132	25	0.77	38	68.5	884	990	25	0.83
8	68.7	1006	1042	22.5	0.82	5	62.2	806	895	25	0.83
99	81.3	1178	1205	25	0.76	4	59.8	769	866	27.5	0.79
84	76.3	1106	1114	2.5	1	103	80.9	1113	1145	30	0.67
35	70.9	1013	1032	27.5	0.71	100	78.5	1094	1112	27.5	0.71
97	78.6	1035	1128	25	0.81	87	74.8	1046	1048	25	0.75

I_0 : aygıt eksenindeki ışık yeğirliği, I_{mak} : maksimum ışık yeğirliği, D: Düzgünlük

α : maksimum ışık yeğirliği doğrultusunun aygıt eksenine ile yaptığı açı, η : aydınlatma aygıtının geriverimi

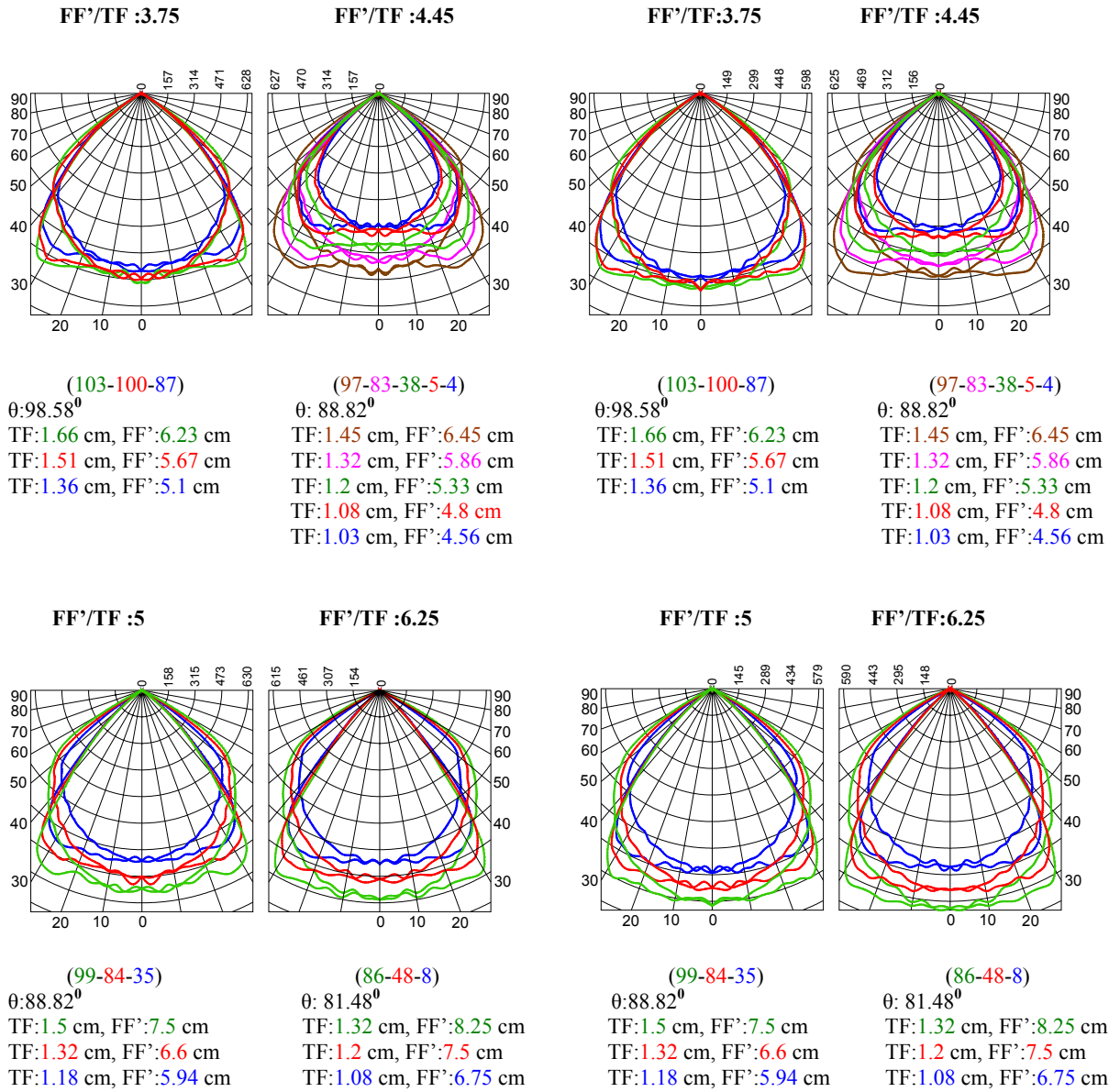
Çizelge 8.9 Eliptik silindir yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, MIRO07; FF'/TF oranı değişiminin sonuçlara etkisinin incelenmesi

No	η (%)	I_0 (cd)	I_{mak} (cd)	α	D	No	η (%)	I_0 (cd)	I_{mak} (cd)	α	D
86	76.6	1178	1191	17.5	0.88	83	71.2	968	1024	25	0.79
48	71.8	1079	1102	10	0.98	38	66.8	901	965	25	0.80
8	67	987	1023	20	0.86	5	58.2	757	841	25	0.83
99	79.3	1182	1182	0	1	4	60.6	796	873	27.5	0.77
84	74.4	1085	1086	25	0.75	103	78.9	1062	1103	27.5	0.72
35	69.2	1003	1010	7.5	0.98	100	76.5	1080	1084	27.5	0.70
97	76.6	1020	1108	27.5	0.76	87	72.9	998	1025	5	0.98

I_0 : aygıt eksenindeki ışık yeğirliği, I_{mak} : maksimum ışık yeğirliği, D: Düzgünlük

α : maksimum ışık yeğirliği doğrultusunun aygıt eksenine ile yaptığı açı, η : aydınlatma aygıtının geriverimi

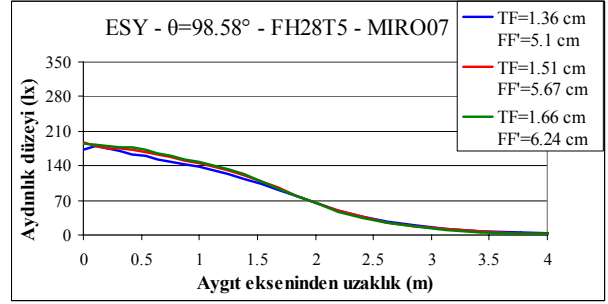
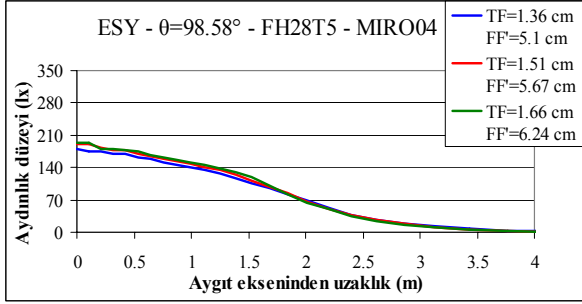
Düzgün yansıma yapan yansıtıcı gereci Yayınık yansıma yapan yansıtıcı gereci



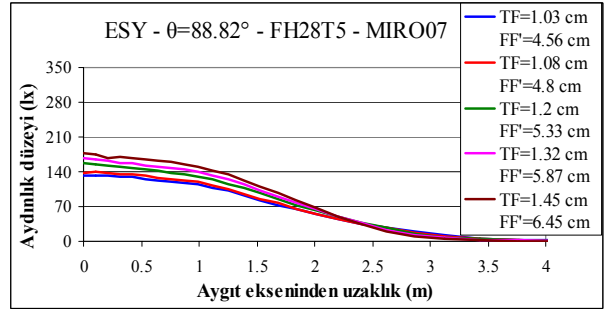
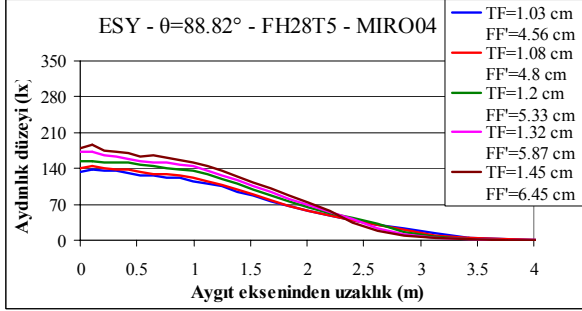
Şekil 8.7 Eliptik silindir yansıtıcıda, iki odak arasındaki uzaklığın tepe noktası ile odak arasındaki uzaklığa oranının aydınlatma aygıtı ışık yeğinlik dağılımına etkisi

Düzgün yansıma yapan yansıtıcı gereci

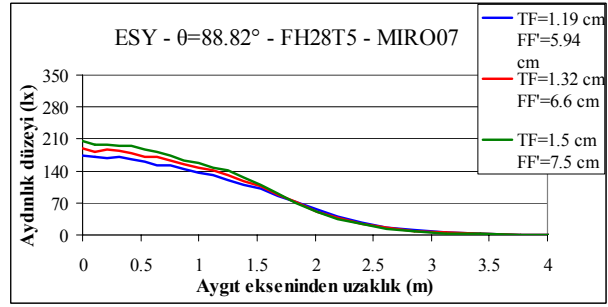
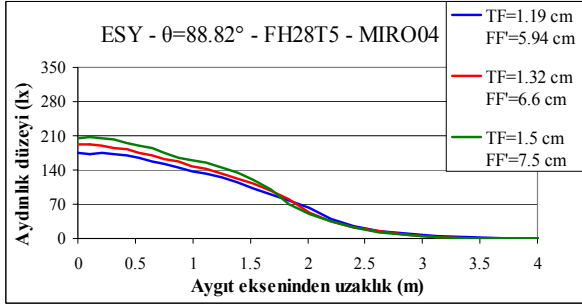
Yayınık yansıma yapan yansıtıcı gereci



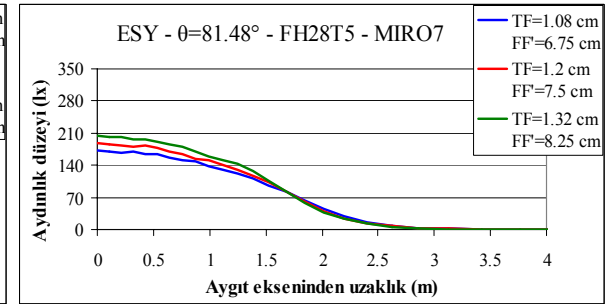
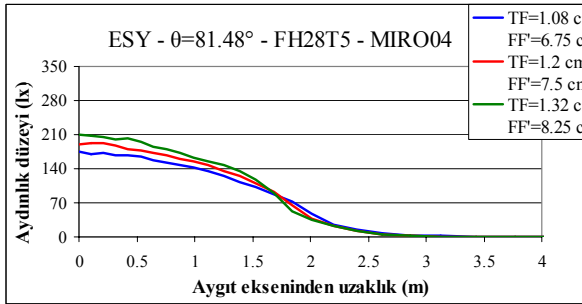
FF'/TF=3.75



FF'/TF=4.45



FF'/TF=5



FF'/TF=6.25

Şekil 8.8 Eliptik silindir yansıtıcıda, iki odak arasındaki uzaklığın tepe noktası ile odak arasındaki uzaklığa oranının aydınlık dağılımına etkisi

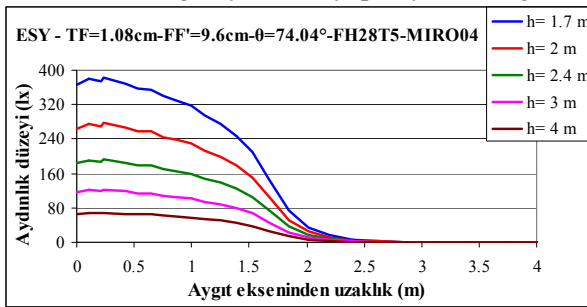
8.2.4 Aydınlatma Aygıtı ile Aydınlanan Düzlem Arasındaki Uzaklığın Aydınlik Dağılımına Etkisini Gösteren Örnek Durumlar

Bu bölümde, yapılan örnek uygulamalar arasından seçilen on ayrı durum üzerinde aydınlatma aygıtı ile aydınlanan düzlem arasındaki uzaklığa bağlı olarak aydınlık dağılımındaki değişim ortaya konmuştur. Aydınlatma aygıtının aydınlanan düzleme uzaklığı sırası ile, 1.7, 2, 2.4, 3 ve 4 m tutulmuştur (Şekil 8.9). Ele alınan on örnek uygulama için iki aygıt arasındaki uzaklık (aydınlatma aygıtı aralığı; A_A) belirlenmiş ve Çizelge 8.10'da verilmiştir.

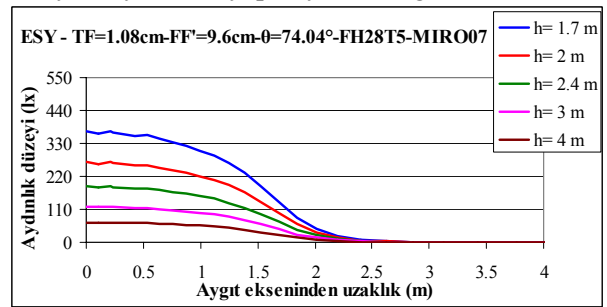
Çizelge 8.10 Eliptik silindir yansıtıcıda iki aygıt arasındaki uzaklığın belirlenmesine örnekler- T5 doğrusal flüoresan lamba

No	TF cm	FF' cm	θ	MIRO04					MIRO07				
				1.7 m	2 m	2.4 m	3 m	4 m	1.7 m	2 m	2.4 m	3 m	4 m
18	1.08	9.6	74.04 ⁰	3.19 m	3.19 m	3.19 m	3.2 m	3.16 m	3.08 m	3.06 m	3.07 m	3.09 m	3.05 m
27	1.14	8.14	77.24 ⁰	3.24 m	3.23 m	3.23 m	3.21 m	3.22 m	3.10 m	3.10 m	3.06 m	3.11 m	3.11 m
50	1.2	8	75.72 ⁰	3.45 m	3.44 m	3.44 m	3.40 m	3.45 m	3.30 m	3.30 m	3.30 m	3.26 m	3.15 m
89	1.4	14	102.78 ⁰	2.41 m	2.41 m	2.42 m	2.41 m	2.41 m	2.37 m	2.37 m	2.38 m	2.37 m	2.36 m
103	1.66	6.23	98.58 ⁰	3.43 m	3.46 m	3.43 m	3.43 m	3.41 m	3.38 m	3.41 m	3.34 m	3.34 m	3.29 m

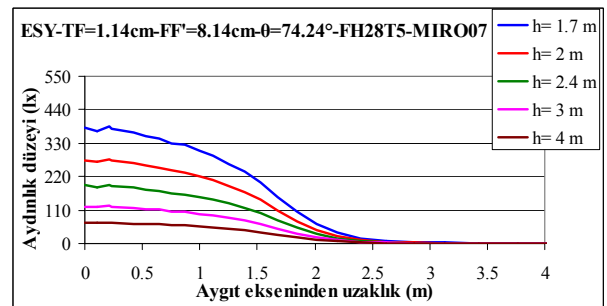
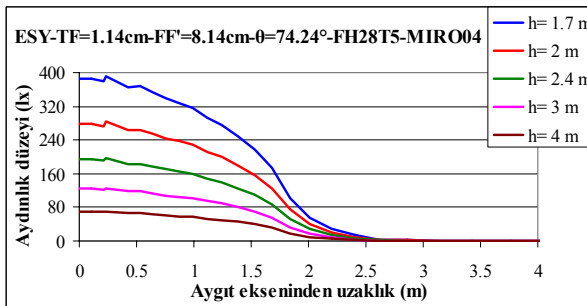
Düzgün yansımaya yapan yansıtıcı gereci



Yayınık yansımaya yapan yansıtıcı gereci

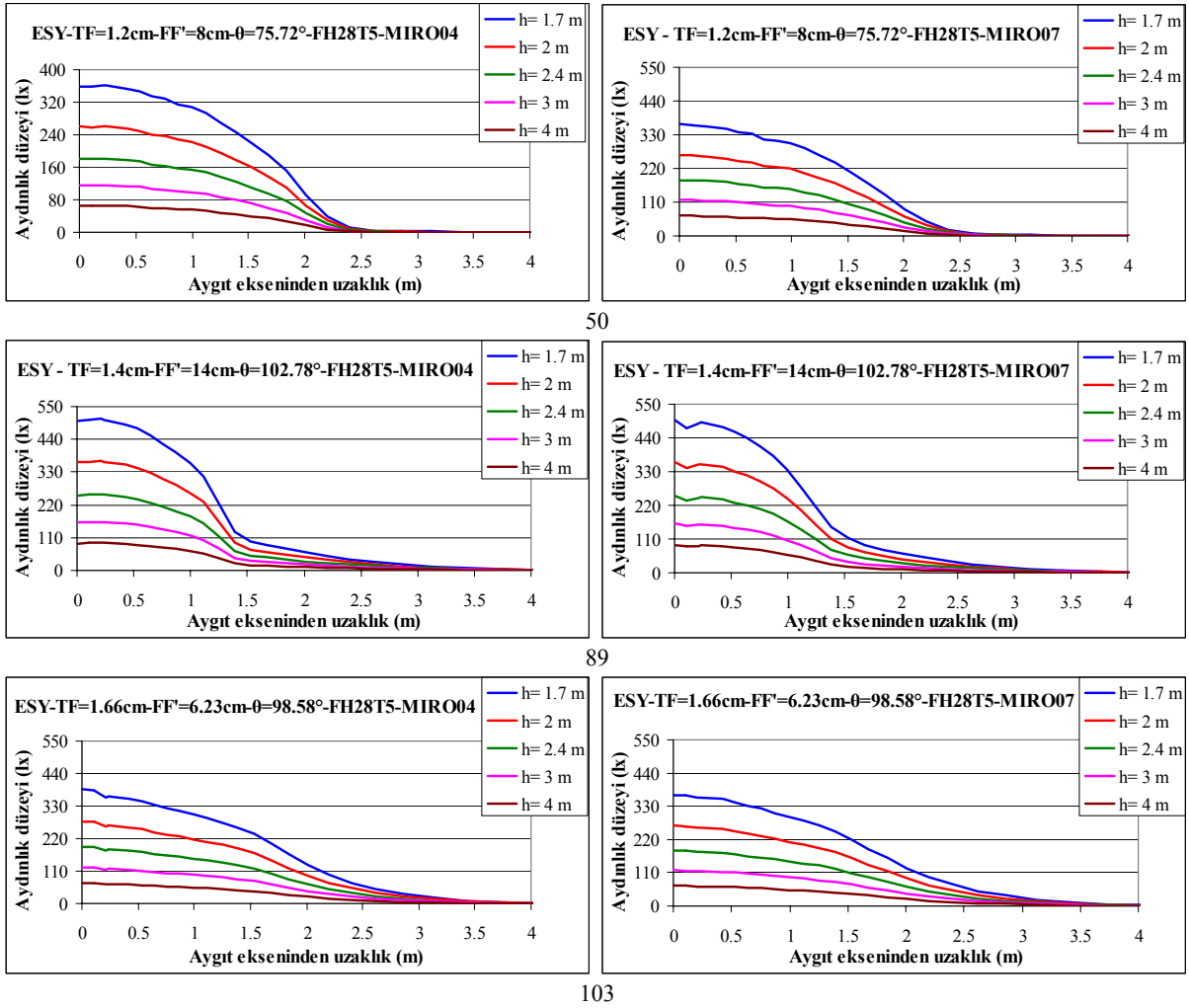


18



27

Düzgün yansıma yapan yansıtıcı gereci Yayıncı yansıma yapan yansıtıcı gereci

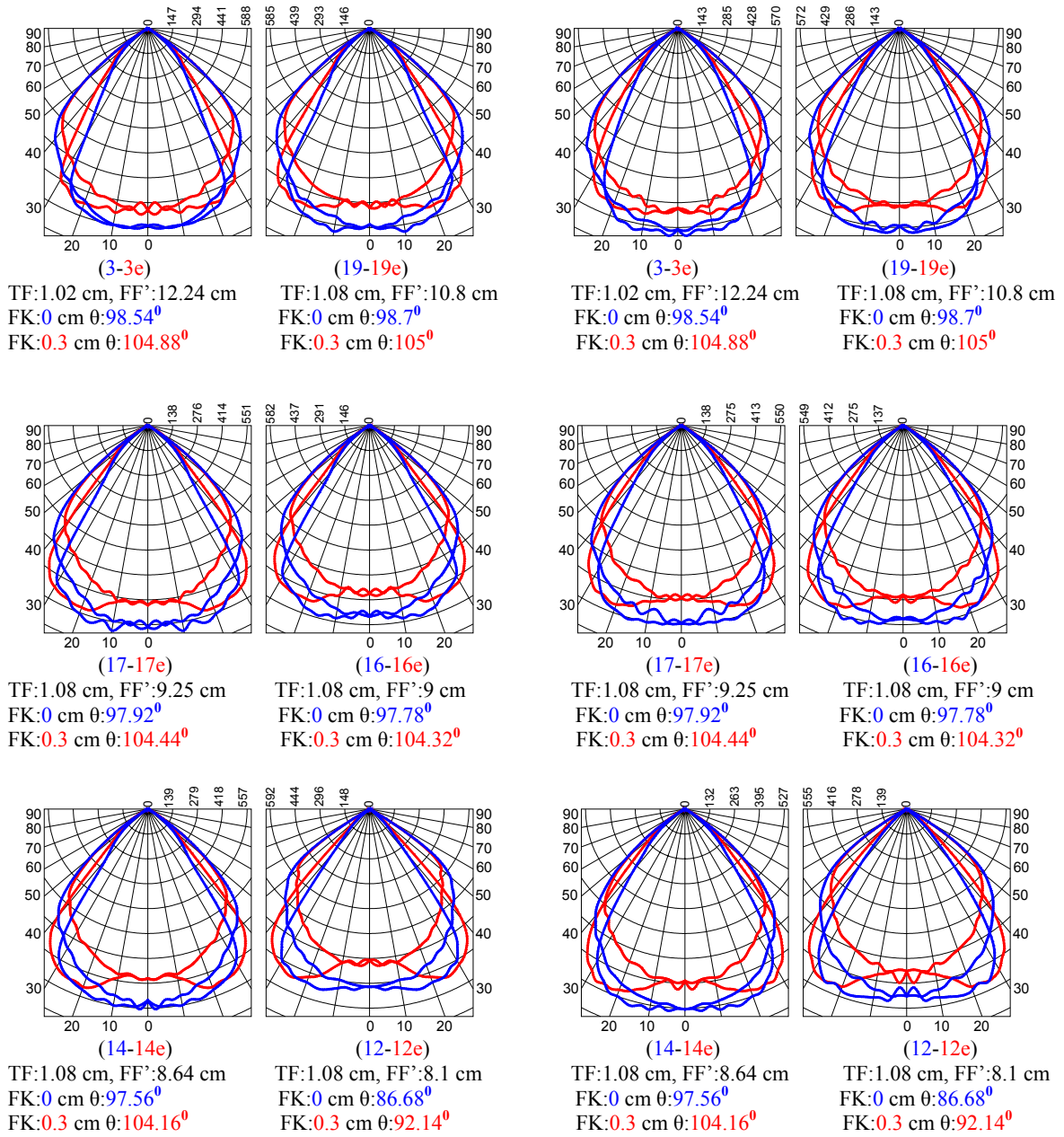


Şekil 8.9 Aydınlatma aygıtı ile aydınlanan düzlem arasındaki uzaklığın aydınlık dağılımına etkisini gösteren örnek durumlar

8.2.5 Eliptik Silindir Yansıtıcılarda, Lambanın Odak Dışına Yerleştirilmesinin Işık Yeğnlik ve Aydınlık Dağılımına Etkisi

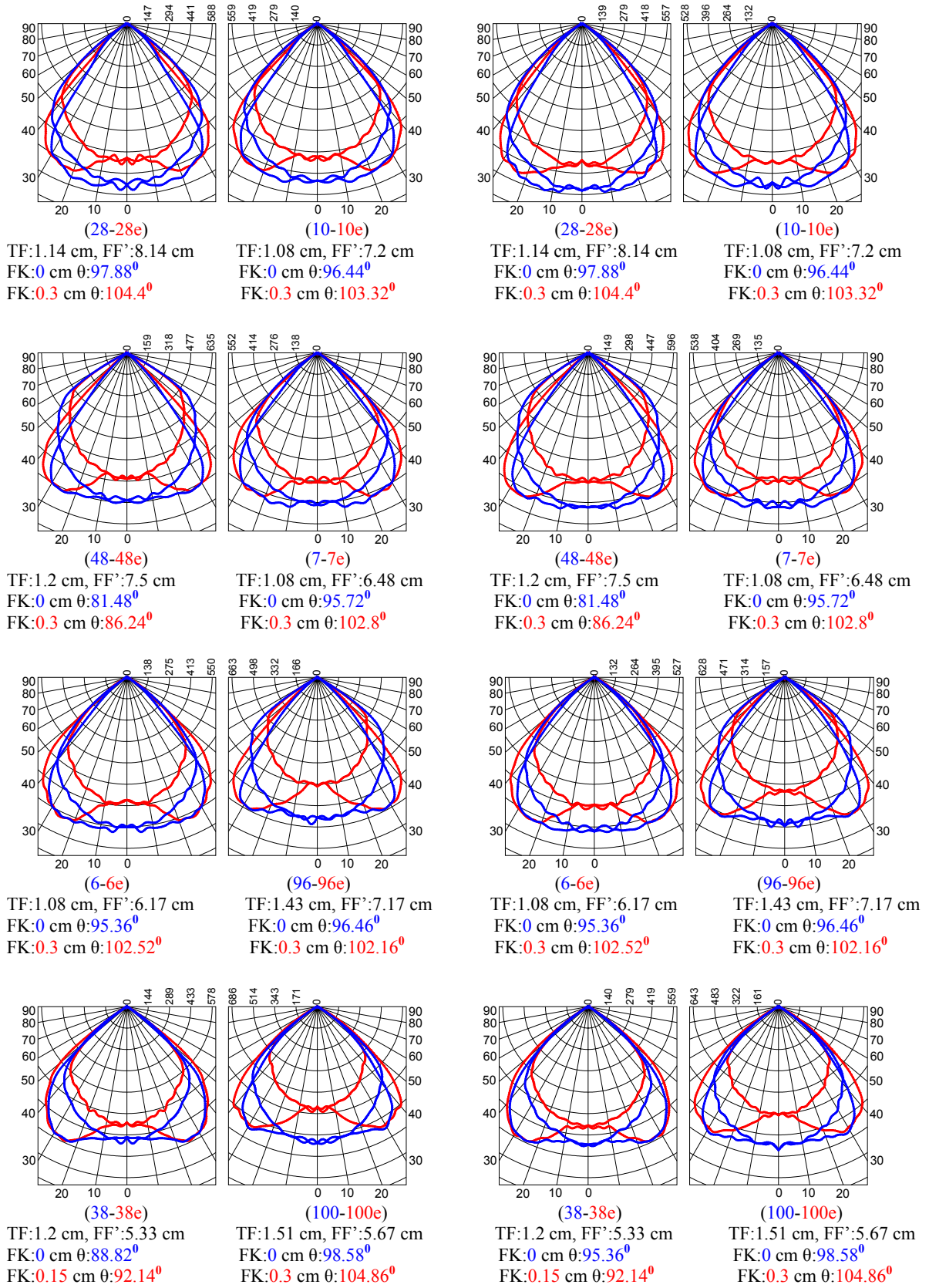
Doğrusal flüoresan lamba merkezinin eliptik silindir yansıtıcının odağına yerleştirilmesi durumunda ve lambanın aydınlatma aygıtı eksenini üzerinde, lambanın yansıtıcının ağız açıklığı doğrultusunda (ikinci odağa doğru) kaydırılması durumunda elde edilen aygıt ışık yeğnlik dağılımları Şekil 8.10a-b'de, aygıttan 2.4 m uzaklıkta oluşan aydınlık dağılımları Şekil 8.11a-b-c'de birlikte gösterilmiştir (Şekil 8.3, Çizelge 8.4-8.5-8.6).

Düzgün yansıma yapan yansıtıcı gereci Yayınlık yansıma yapan yansıtıcı gereci



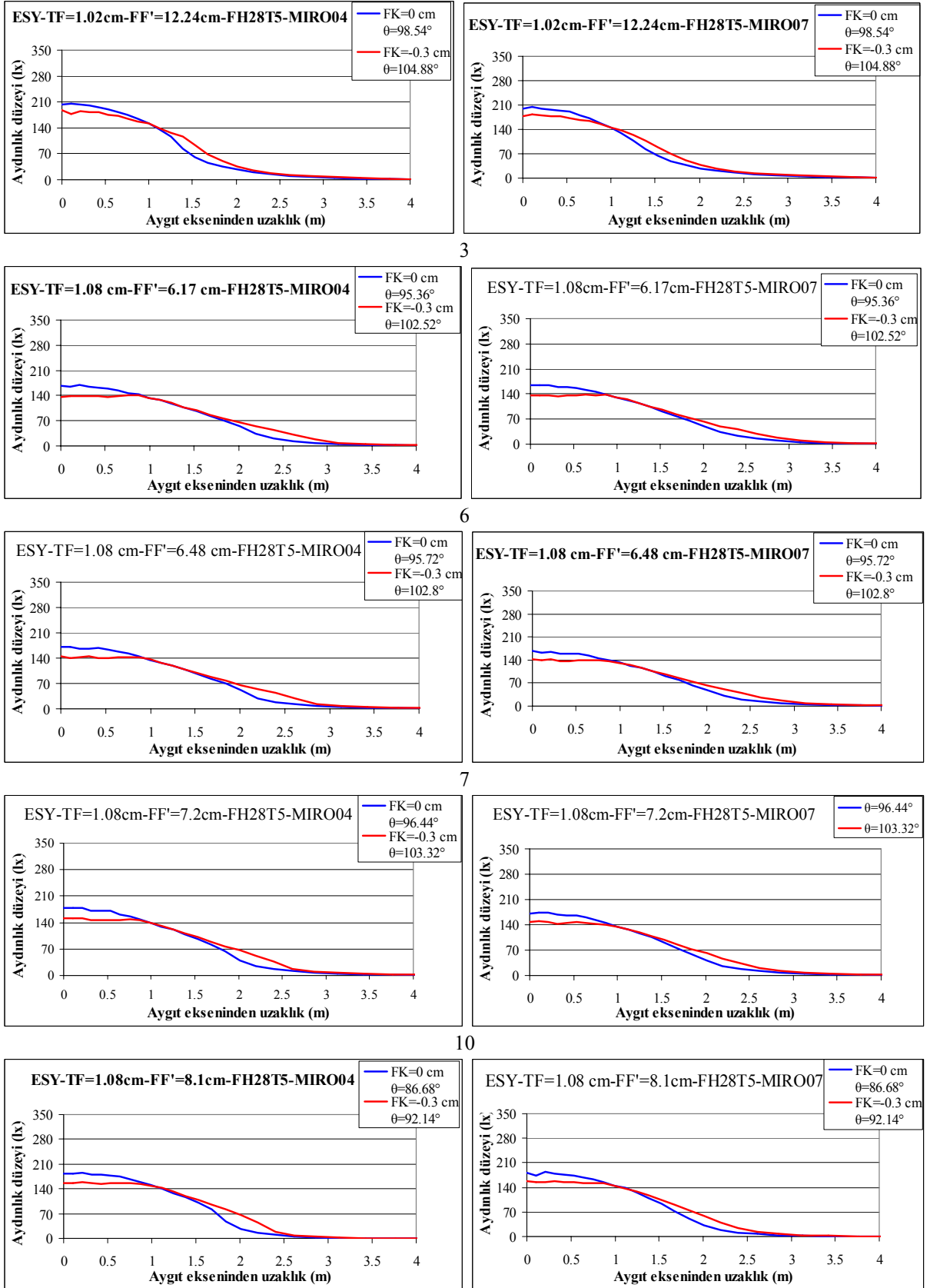
Şekil 8.10a Lambanın odak dışına yerleştirilmesinin aydınlatma aygıtı ışık yeğnilik dağılımına etkisi

Düzgün yansıma yapan yansıtıcı gereci Yayınlık yansıma yapan yansıtıcı gereci



Şekil 8.10b Lambanın odak dışına yerleştirilmesinin aydınlatma aygıtı ışık yeğnlik dağılımına etkisi

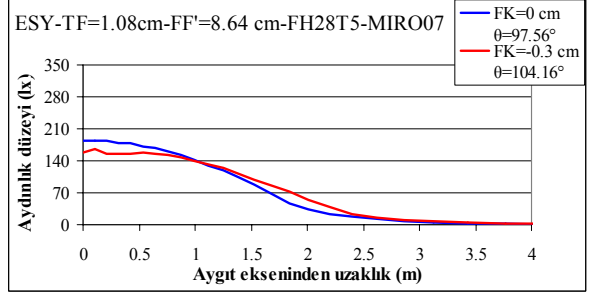
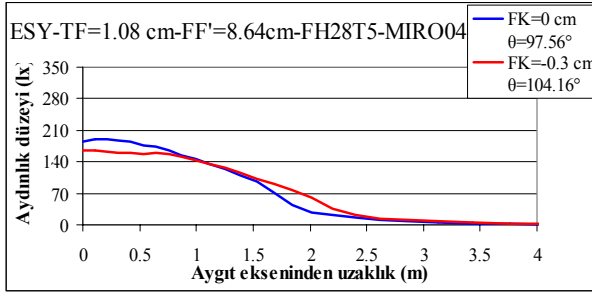
Düzgün yansıma yapan yansıtıcı gereci Yayınık yansıma yapan yansıtıcı gereci



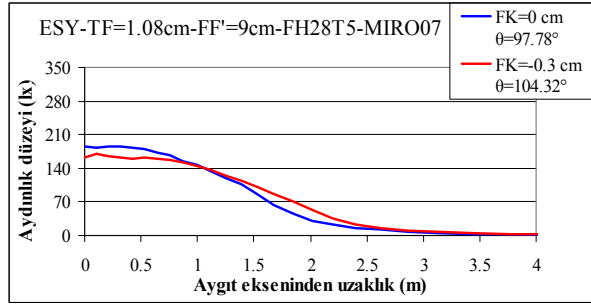
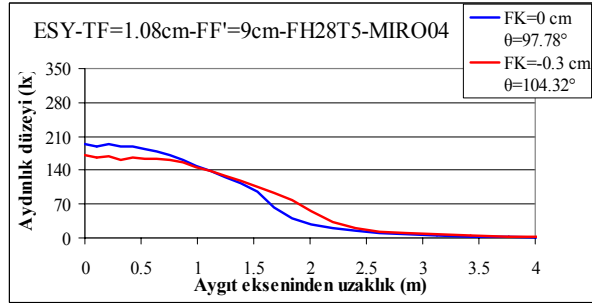
Şekil 8.11a Lambanın odak dışına yerleştirilmesinin aydınlık dağılımına etkisi

Düzgün yansıma yapan yansıtıcı gereci

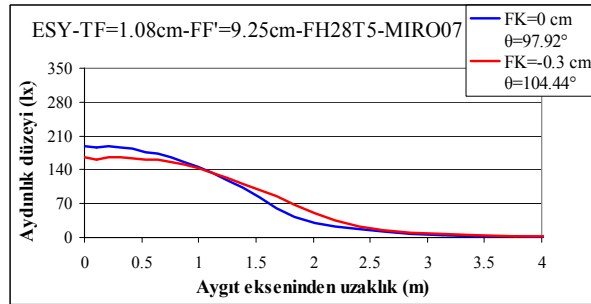
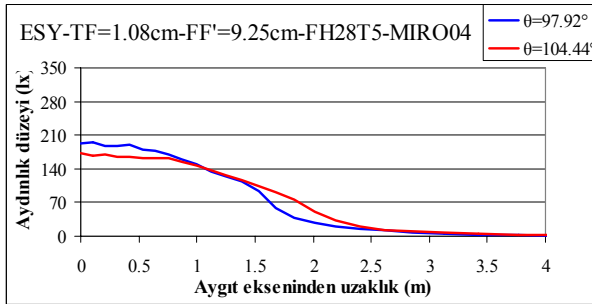
Yayınık yansıma yapan yansıtıcı gereci



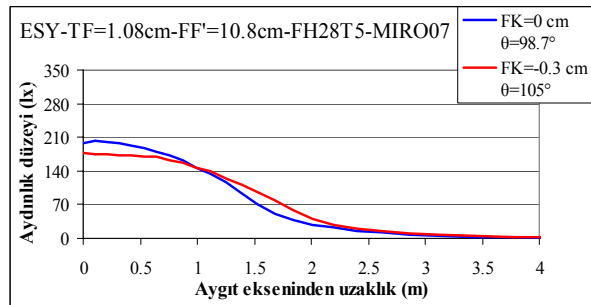
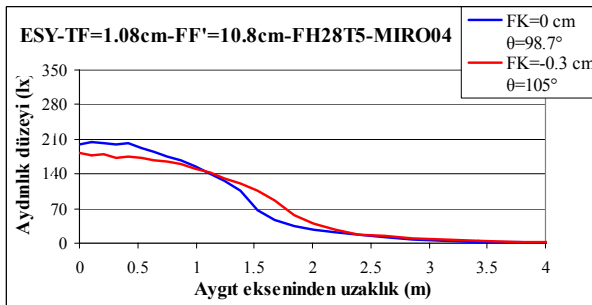
14



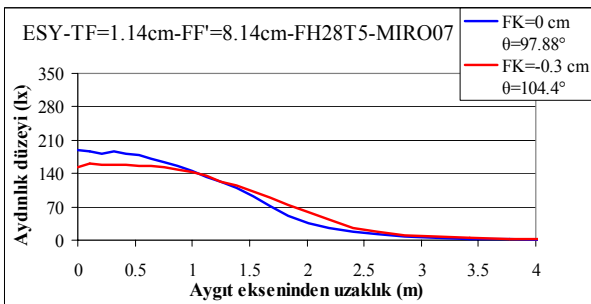
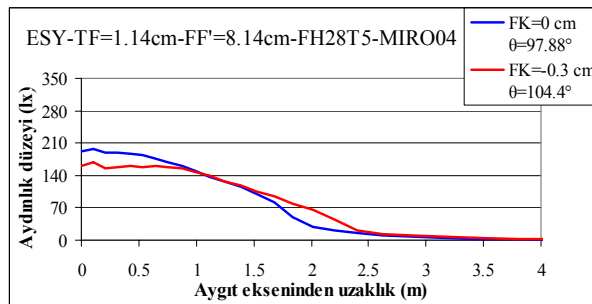
16



17



19

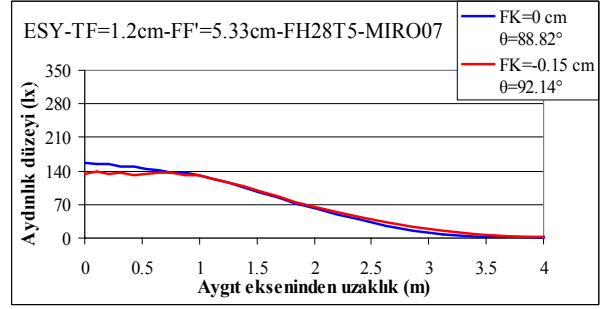
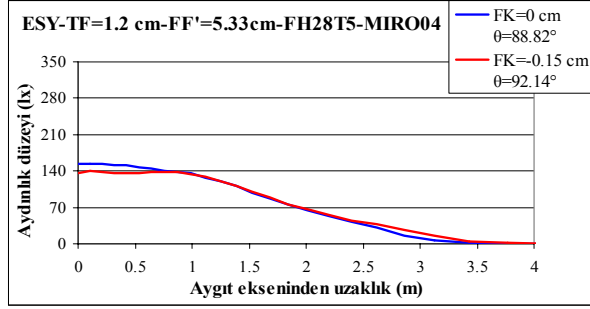


28

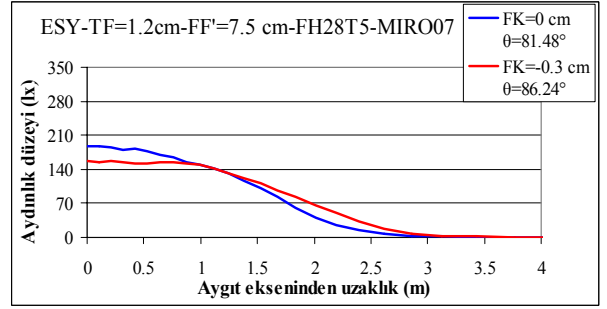
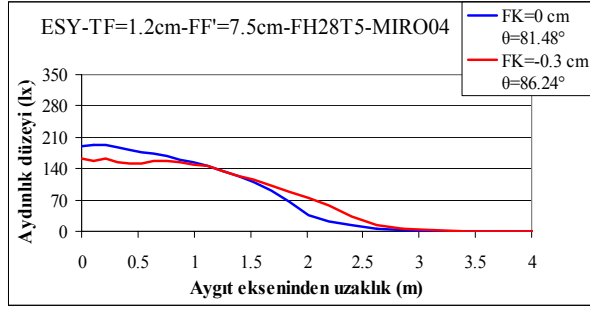
Şekil 8.11b Lambanın odak dışına yerleştirilmesinin aydınlık dağılımına etkisi

Düzgün yansıma yapan yansıtıcı gereci

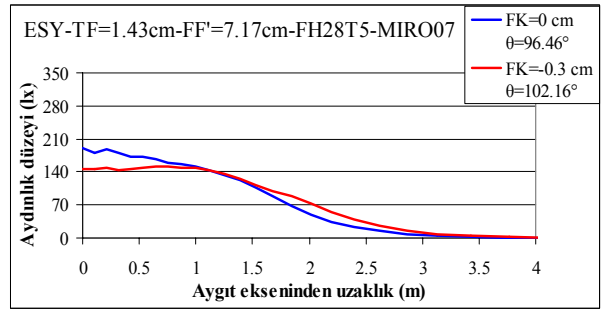
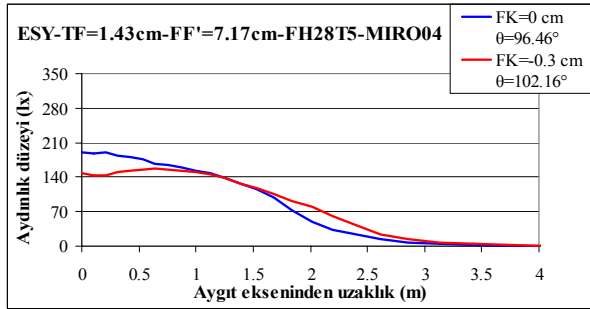
Yayınık yansıma yapan yansıtıcı gereci



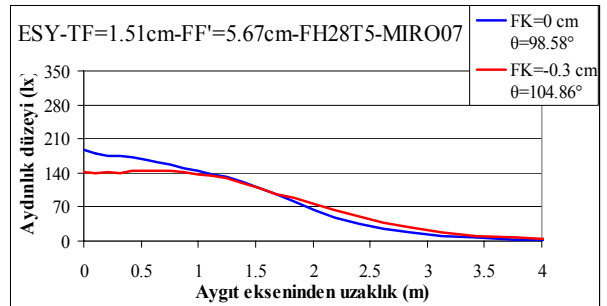
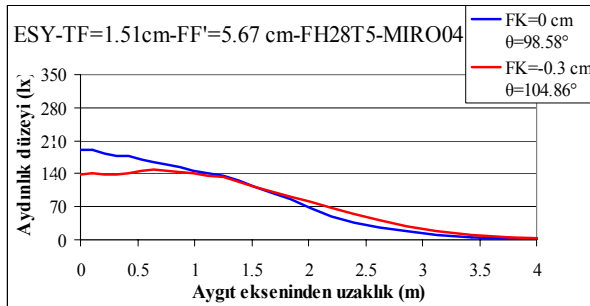
38



48



96



100

Şekil 8.11c Lambanın odak dışına yerleştirilmesinin aydınlık dağılımına etkisi

8.3 Sonuçların Karşılaştırması ve Değerlendirmesi

Eliptik silindir yansıtıcı aydınlatma aygıtlarının analizi sonucunda elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibi karşılaştırılabilir ve değerlendirilebilir:

- a. Yansıtıcının tepe noktası ile odak arasındaki uzaklık (TF) ve aygıttan çıkan ışığın yayılma açısı (θ) değişmeden, iki odak arasındaki uzaklık büyüdükçe (FF'/TF oranı büyüdükçe),
 - aygıt geriverimi ve
 - aygıt eksenindeki ışık yeğirliği (I_0) ile maksimum ışık yeğirliği (I_{mak}) artmaktadır.
- b. Yansıtıcının iki odağı arasındaki uzaklık (FF') ve aygıttan çıkan ışığın yayılma açısı (θ) değişmeden, tepe noktası ile odak arasındaki uzaklık (TF) büyüdükçe,
 - aygıt geriverimi ve
 - maksimum ışık yeğirliği (I_{mak}) artmaktadır.
- c. Aygıttan çıkan ışığın yayılma açısı değişmeden, yansıtıcının boyutu, yani tepe noktası ile odak (TF) ve iki odak arasındaki uzaklık (FF') büyüdükçe,
 - aygıt geriverimi ve
 - aygıt eksenindeki ışık yeğirliği (I_0) ile maksimum ışık yeğirliği (I_{mak}) artmaktadır.
- d. Düzgün yansıma yapan yansıtıcı gerecinin kullanıldığı durumda aygıt geriverimi, yayınlık yansıma yapan yansıtıcı gerecinin kullanıldığı duruma göre daha yüksek olmaktadır.
- e. Lamba merkezinin yansıtıcının odağı dışına yerleştirilmesi durumunda, lamba merkezinin odakta bulunması durumuna göre,
 - aygıt geriverimi artmakta,
 - aygıt eksenindeki ışık yeğirliği (I_0) ile maksimum ışık yeğirliği (I_{mak}) azalmaktadır.
- f. Ele alınan toplam 220 farklı durumdan,
 - 15 durumda (MIRO04, 7; MIRO07, 8) düzgünlük değeri %90 ve üzerinde (1.derece olumlu),
 - 23 durumda (MIRO04, 12; MIRO07, 11) düzgünlük değeri %80 ve üzerinde (2.derece olumlu),
 - 23 durumda (MIRO04, 14; MIRO07, 9) düzgünlük değeri %70 ve üzerinde (3.derece olumlu)
 çıkmıştır.

g. Tepe noktası ile odak arasındaki uzaklığın aynı olduğu örnek uygulamalar kendi içinde karşılaştırıldığında ‐Düzgünlük‐ değeri açısından en olumlu sonuçlar,

- düzgün yansıma yapan gerecin (MIRO04) kullanıldığı durumda (Şekil 8.4-8.5):

TF=1.02 cm için: $FF'=4.56$ cm, $\theta=88.81^0$ (Çizelge 8.1a-8.2a, No 4),

TF=1.08 cm için: $FF'=9.6$ cm, $\theta=74.04^0$ (Çizelge 8.1b-8.2b, No 18),

TF=1.14 cm için: $FF'=8.14$ cm, $\theta=77.24^0$ (Çizelge 8.1b-8.2b, No 27),

TF=1.2 cm için: $FF'=5.33$ cm, $\theta=88.82^0$ (Çizelge 8.1b-8.2b, No 38),

TF=1.32 cm için: $FF'=5.87$ cm, $\theta=88.82^0$ (Çizelge 8.1c-8.2b, No 83),

TF=1.45 cm için: $FF'=6.45$ cm, $\theta=88.82^0$ (Çizelge 8.1d-8.2b, No 97),

TF=1.5 cm için: $FF'=7.5$ cm, $\theta=88.82^0$ (Çizelge 8.1d-8.2b, No 99),

- yayınlık yansıma yapan gerecin (MIRO07) kullanıldığı durumda (Şekil 8.4-8.5):

TF=1.02 cm için: $FF'=4.56$ cm, $\theta=88.81^0$ (Çizelge 8.1a-8.3a, No 4),

TF=1.08 cm için: $FF'=8.4$ cm, $\theta=71.02^0$ (Çizelge 8.1b-8.3a, No 13),

TF=1.2 cm için: $FF'=5.33$ cm, $\theta=84.04^0$ (Çizelge 8.1b-8.3a, No 36),

TF=1.32 cm için: $FF'=5.87$ cm, $\theta=88.82^0$ (Çizelge 8.1c-8.3a, No 83),

TF=1.45 cm için: $FF'=6.45$ cm, $\theta=88.82^0$ (Çizelge 8.1d-8.3b, No 97),

TF=1.5 cm için: $FF'=5.67$ cm, $\theta=98.58^0$ (Çizelge 8.1d-8.3b, No 100),

uygulama örneklerinde elde edilmiştir.

h. Aydınlik dağılımının düzgünlüğü konusunda düzgünlük değerleri yerine aydınlık düzeyi eğrilerinin incelenmesi ile yapılan daha duyarlı bir değerlendirme sonucunda,

- düzgün yansıma yapan gerecin (MIRO04) kullanıldığı durumda:

TF=1.08 cm için: $FF'=4.8$ cm, $\theta=88.82^0$ (Çizelge 8.1a-8.2a, No 5),

TF=1.08 cm için: $FF'=12.34$ cm, $\theta=82.2^0$ (Çizelge 8.1b-8.2b, No 20),

TF=1.2 cm için: $FF'=5.33$ cm, $\theta=94.04^0$ (Çizelge 8.1b-8.2a, No 36),

TF=1.2 cm için: $FF'=5.33$ cm, $\theta=88.82^0$ (Çizelge 8.1b-8.2b, No 38),

TF=1.2 cm için: $FF'=6$ cm, $\theta=96.36^0$ (Çizelge 8.1b-8.2b, No 39),

TF=1.2 cm için: $FF'=6.66$ cm, $\theta=85.32^0$ (Çizelge 8.1b-8.2b, No 42),

TF=1.2 cm için: $FF'=9$ cm, $\theta=79.5^0$ (Çizelge 8.1c-8.2a, No 54),

TF=1.2 cm için: FF'=12 cm, $\theta=91.08^0$ (Çizelge 8.1c-8.2a, No 64),

TF=1.2 cm için: FF'=14.4 cm, $\theta=101.16^0$ (Çizelge 8.1c-8.2b, No 69),

TF=1.4 cm için: FF'=14 cm, $\theta=102.78^0$ (Çizelge 8.1c-8.2b, No 89),

▪ yayınlık yansıma yapan gerecin (MIRO07) kullanıldığı durumda:

TF=1.08 cm için: FF'=7.71 cm, $\theta=77.24^0$ (Çizelge 8.1b-8.3a, No 11),

TF=1.08 cm için: FF'=12.34 cm, $\theta=82.2^0$ (Çizelge 8.1b-8.3a, No 20),

TF=1.08 cm için: FF'=13.88 cm, $\theta=83.94^0$ (Çizelge 8.1b-8.3a, No 22),

TF=1.2 cm için: FF'=6 cm, $\theta=96.36^0$ (Çizelge 8.1b-8.3a, No 39),

TF=1.2 cm için: FF'=6.66 cm, $\theta=85.32^0$ (Çizelge 8.1b-8.3a, No 42),

TF=1.2 cm için: FF'=9 cm, $\theta=79.5^0$ (Çizelge 8.1c-8.3a, No 54),

TF=1.2 cm için: FF'=12 cm, $\theta=91.08^0$ (Çizelge 8.1c-8.3a, No 64),

örneklerde aydınlık dağılımının oldukça düzgün yayıldığı görülmüştür.

- i. Lamba merkezinin aydınlatma aygıtı eksenini üzerinde odak dışına kaydırıldığı tüm koşullarda çok düzgün yayılmış aydınlık dağılımı elde edilebilmiştir.
- j. Tüm sonuçların eksiksiz bir değerlendirmesi için, aydınlık dağılımındaki düzgünlüğün yanı sıra aydınlatma aygıtının geriverimi ve yansıtıcı boyutlarının da dikkate alınması gerektiği açıktır.
- k. Aydınlatma aygıtı ile aydınlanan düzlem arasındaki uzaklık arttıkça aydınlık dağılımı da daha düzgün olmaktadır (Şekil 8.9).

9. PARABOLİK SİLİNDİR YANSITICI

9.1 Uygulama Örneklerinin Yapıldığı Koşullar

Doğrusal flüoresan lambadan çıkan ışığı parabolik silindir yansıtıcı kullanımı ile düzgün yaymaya yönelik yapılan, uygulamada yararlanılabilir ölçülerdeki yansıtıcı tasarımları parabolik silindirin geometrik özelliklerinden ötürü sınırlı sayıda olabilmıştır. Parabolün odak uzaklığı ve aygıttan çıkan ışığın yayılma açısına değişik değerler verilerek oluşturulan birçok yansıtıcının boyutunun, buna bağlı olarak aydınlatma aygıtı ölçülerinin uygulanabilir ölçülere göre daha büyük olmasından ötürü, burada örneklemek amacıyla yalnızca beş adet parabolik silindirin özelliklerine ve elde edilen sonuçlara yer verilmiştir. Yapıldığı koşullar aşağıda verilmiş olan örnek uygulamaların sonuçları Çizelge 9.2-9.3, Şekil 9.2’de yer almaktadır.

- yansıtıcının odak uzaklığı (f): 1 ve 1.2 cm
- aygıttan çıkan ışığın yayılma açısı (θ): 90^0 , 100^0 , 102.72^0 , 105^0

Çizelge 9.1’de, oluşturulan değişik durumlara ilişkin “yansıtıcının özellikleri”,

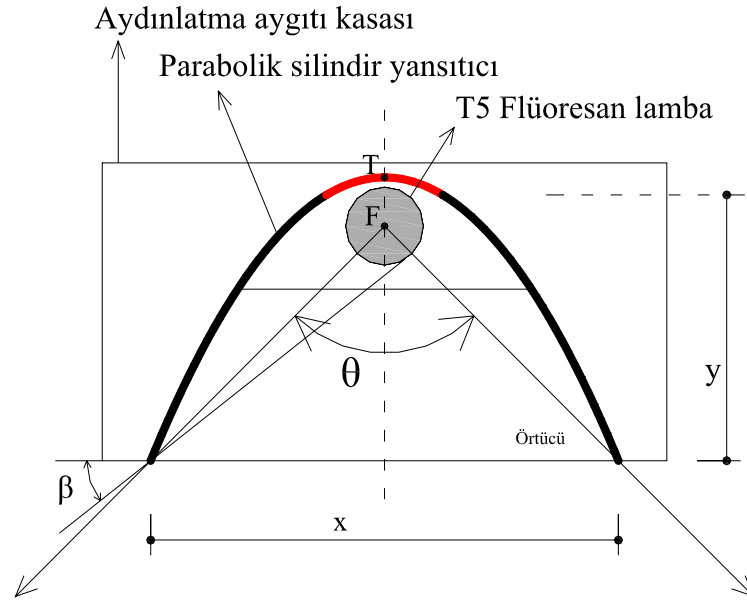
- odak uzaklığı (f),
- aygıttan çıkan ışığın yayılma açısı (θ),
- siperlik engel açısı (β_Y),
- yansıtıcının ağız açıklığı (x) ve yansıtıcının yüksekliği (y)

başlıklı kolonlarda (Kolon 2-8, Şekil 9.1);

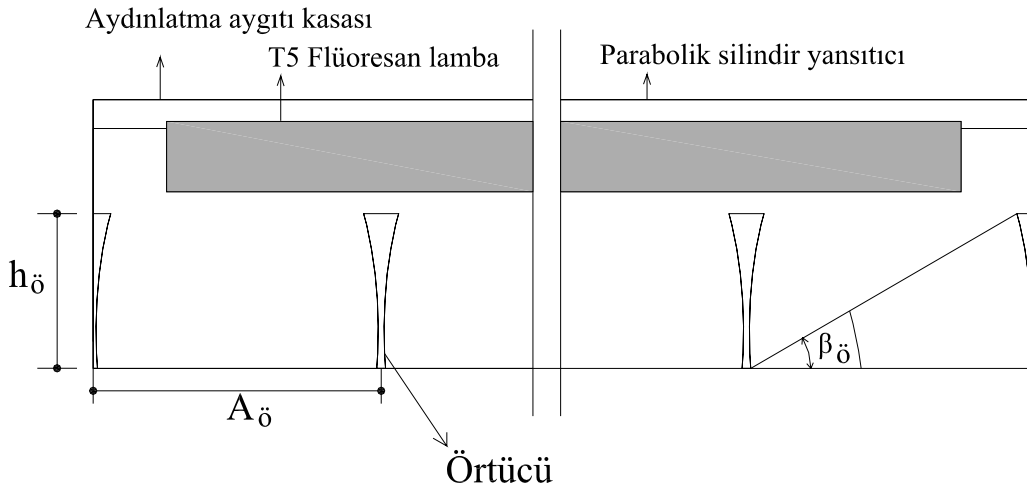
“örtücünün özellikleri”,

- örtücüyü oluşturan parabolün odak uzaklığı (f_0)
- örtücü sayısı (S_0),
- örtücü aralığı (A_0)
- örtücü yüksekliği (h_0),
- örtücü engel açısı (β_0)

başlıklı kolonlarda (Kolon 9-13) verilmiştir.



Şekil 9.1 Parabolik silindirik yansıtıcının özelliklerini belirleyen büyüklükler



Şekil 9.2 Örtücü özelliklerini belirleyen büyüklükler

Çizelge 9.1 Parabolik silindirik yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, ele alınan yansıtıcı ve örtücü özellikleri

No	Yansıtıcı özellikleri					Örtücü özellikleri				
	f (cm)	θ	β_Y	x (cm)	y (cm)	$f_ö$ (cm)	$S_ö$	$A_ö$ (cm)	$h_ö$ (cm)	$\beta_ö$
1	1	90	38	9.6	6.12	4	18	6.555	3.52	30
2	1	100	32	8.6	4.9	3.5	27	4.37	2.3	30
3	1	102.72	30	8.32	4.62	3.5	30	3.933	2.02	30
4	1.2	100	33.2	10.28	5.62	3.5	21	5.61	3.01	30
5	1.2	105	30	9.7	5.03	3.5	25	4.72	2.43	30

f: yansıtıcının odak uzaklığı, θ : aygıttan çıkan ışığın yayılma açısı, β_Y : siperlik engel açısı

x: yansıtıcının ağız açıklığı, y: yansıtıcının yüksekliği, $f_ö$: örtücüyü oluşturan parabolün odak uzaklığı

$S_ö$: örtücü sayısı, $A_ö$: örtücü aralığı, $h_ö$: örtücü yüksekliği, $\beta_ö$: örtücü engel açısı

Yansıtıcı ve örtücü özellikleri Çizelge 9.1’de yer alan çeşitli durumlar için analiz sonuçları Çizelge 9.2-9.3’te,

- aydınlatma aygıtının geriverimi (η),
- aygıt eksenindeki ışık yeğirliği (I_0),
- maksimum ışık yeğirliği (I_{mak}),
- maksimum ışık yeğirliği doğrultusunun aygıt eksenini ile yaptığı açısı (α),
- Düzgünlük (D)

başlıklı kolonlarda verilmiştir.

Çizelge 9.2 Parabolik silindir yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, MIRO04 yansıtıcı gerecinin kullanıldığı durumda ulaşılan sonuçlar

No	η (%)	I_0 (cd)	I_{mak} (cd)	α	D	No	η (%)	I_0 (cd)	I_{mak} (cd)	α	D
1	70.7	1916	1916	0	1	4	77.7	2053	2053	0	1
2	69.5	1696	1696	0	1	5	77	1937	1937	0	1
3	69.3	1654	1654	0	1						

I_0 : aygıt eksenindeki ışık yeğirliği, I_{mak} : maksimum ışık yeğirliği, D: Düzgünlük

α : maksimum ışık yeğirliği doğrultusunun aygıt eksenini ile yaptığı açısı, η : aydınlatma aygıtının geriverimi

Çizelge 9.3- Parabolik silindir yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, MIRO07 yansıtıcı gerecinin kullanıldığı durumda ulaşılan sonuçlar

No	η (%)	I_0 (cd)	I_{mak} (cd)	α	D	No	η (%)	I_0 (cd)	I_{mak} (cd)	α	D
1	69.1	1816	1816	0	1	4	75.9	1931	1943	2.5	1
2	67.9	1608	1608	0	1	5	75.3	1840	1840	0	1
3	67.6	1556	1556	0	1						

I_0 : aygıt eksenindeki ışık yeğirliği, I_{mak} : maksimum ışık yeğirliği, D: Düzgünlük

α : maksimum ışık yeğirliği doğrultusunun aygıt eksenini ile yaptığı açısı, η : aydınlatma aygıtının geriverimi

Özellikleri Çizelge 9.1’de yer alan yansıtıcıların iki ayrı yansıtıcı gereci kullanılarak analizi yapılmış ve elde edilen 10 değişik duruma ilişkin aydınlatma aygıtı ışık yeğirlik dağılımı ve aygıttan 2.4 m uzaklıktaki düzlemde oluşun aydınlık dağılımı aşağıda verilmiştir. Işık yeğirlik eğrileri ve aydınlık dağılımı grafiklerinin altında, Çizelge 9.1’deki numaraları belirtilmiştir.

9.2 Elde Edilen Işık Yeğirlik ve Aydınlik Dağılımları

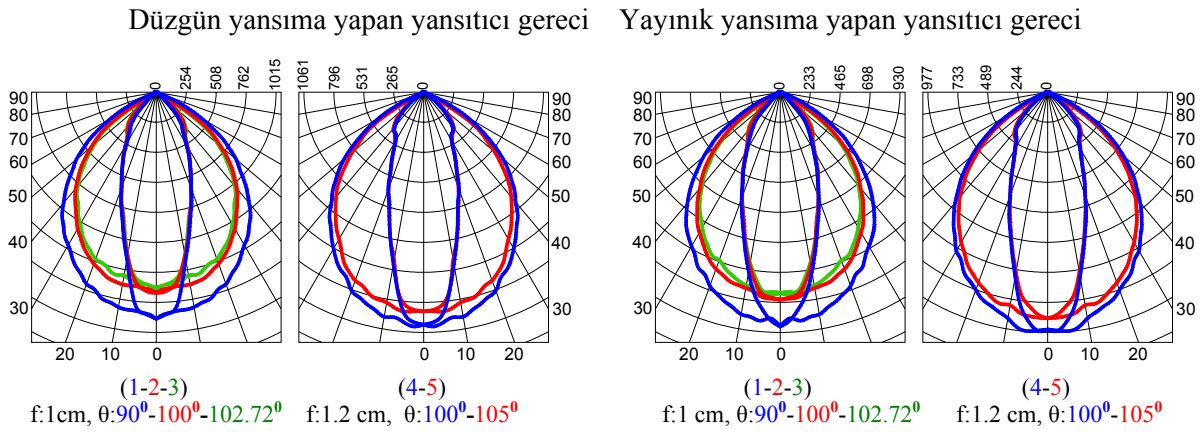
Parabolik silindir yansıtıcı aydınlatma aygıtlarının analizi sonucu elde edilen aygıt ışık yeğirlik eğrileri ve aydınlık dağılımları,

- parabolik silindir yansıtıcının odak uzaklığının ışık yeğirlik ve aydınlık dağılımına etkisi,
- yansıtıcının enine ve boyuna kesitindeki ışık yeğirlik ve aydınlık dağılımını gösteren örnek durumlar,
- aydınlatma aygıtı ile aydınlanan düzlem arasındaki uzaklığın aydınlık dağılımına etkisini gösteren örnek durumlar

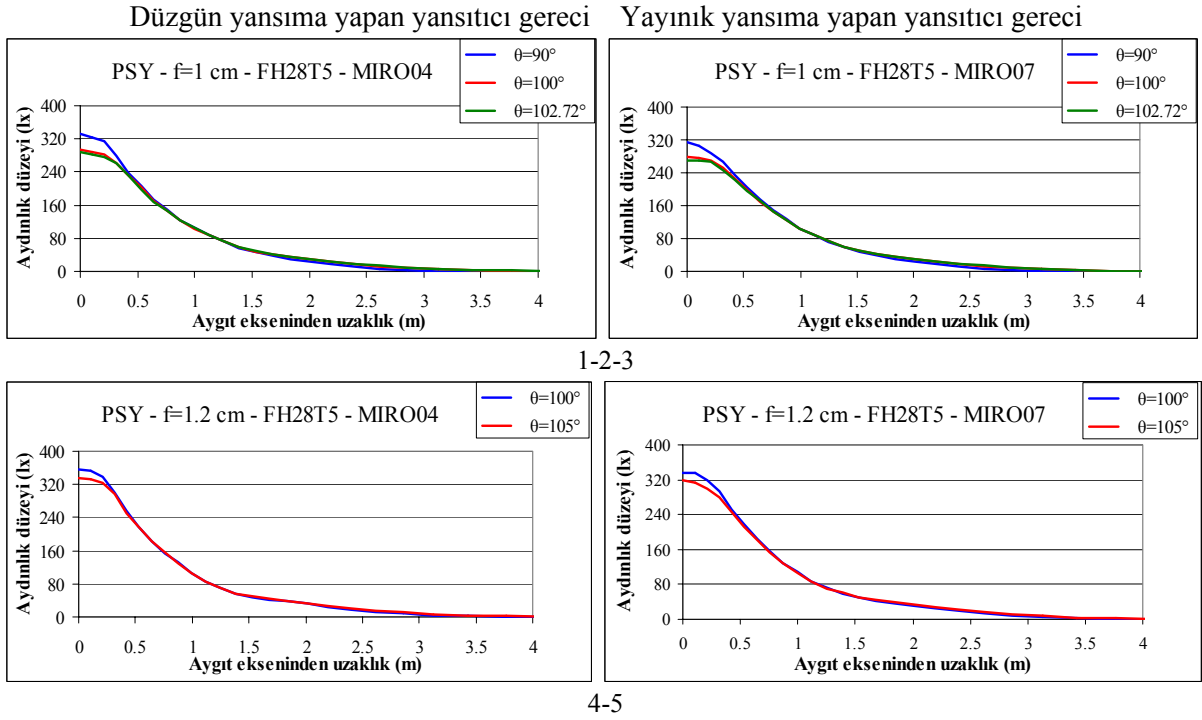
başlıkları altında bundan sonraki bölümlerde verilmiştir.

9.2.1 Parabolik Silindir Yansıtıcının Odak Uzaklığının Işık Yeğirlik ve Aydınlik Dağılımına Etkisi

Ele alınan beş farklı uygulama örneğinin düzgün yansımaya ve yayınlık yansımaya yapan yansıtıcı gereçleri kullanılarak yapılan analiz sonuçlarını gösteren aygıt ışık yeğirlik eğrileri ve aydınlatma aygıtından 2.4 m uzaklıktaki düzlemde oluşturdukları aydınlık dağılımları Şekil 9.3-9.4'te verilmiştir.



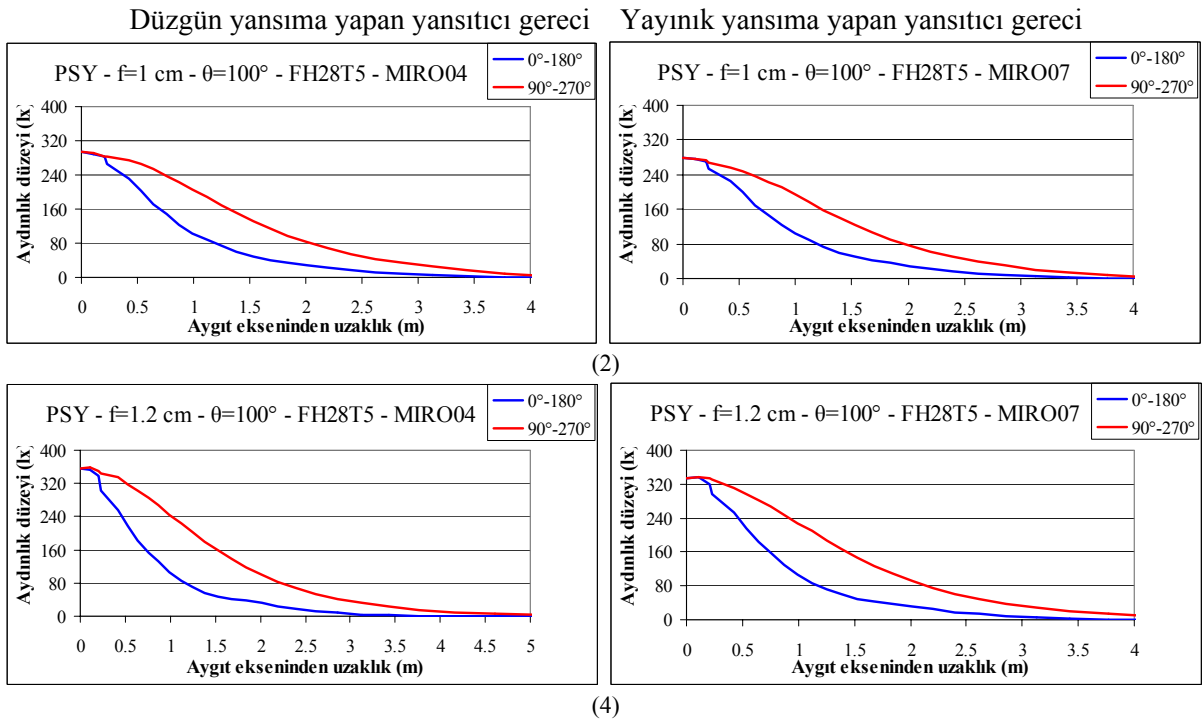
Şekil 9.3 Parabolik silindir yansıtıcının odak uzaklığının aydınlatma aygıtı ışık yeğirlik dağılımına etkisi



Şekil 9.4 Parabolik silindir yansıtıcının odak uzaklığının aydınlık dağılımına etkisi

9.2.2 Yansıtıcının Enine ve Boyuna Kesitindeki Işık Yeğnlik ve Aydınlık Dağılımını Gösteren Örnek Durumlar

Oluşturulan uygulama örnekleri arasından 4 ayrı durum seçilerek, 0^0-180^0 ve 90^0-270^0 yatay açılarındaki aydınlık dağılımları bir arada gösterilmiştir (Şekil 9.5).



Şekil 9.5 Parabolik silindir yansıtıcıda, yansıtıcının enine ve boyuna kesitindeki aydınlık dağılımını gösteren örnek durumlar

9.2.3 Aydınlatma Aygıtı ile Aydınlanan Düzlem Arasındaki Uzaklığın Aydınlık Dağılımına Etkisini Gösteren Örnek Durumlar

Tasarlanan yansıtıcılar arasından dört ayrı örnek durum seçilmiş ve aydınlatma aygıtından 1.7, 2, 2.4, 3 ve 4 m uzaklıklarda bulunan düzlemlerdeki aydınlık dağılımları hesaplanmıştır.

Böylece, parabolik silindir yansıtıcı kullanımında aydınlanan düzlemin uzaklığına bağlı olarak aydınlık dağılımındaki değişim örnek uygulamalar için ortaya konmuştur (Şekil 9.6).

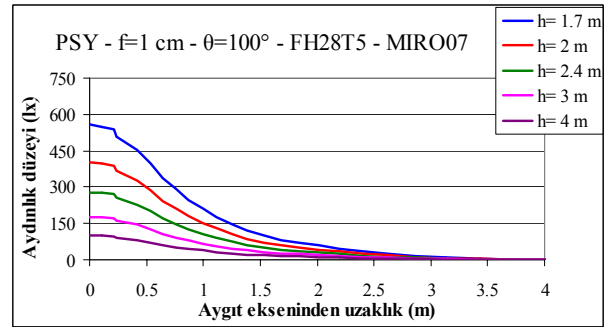
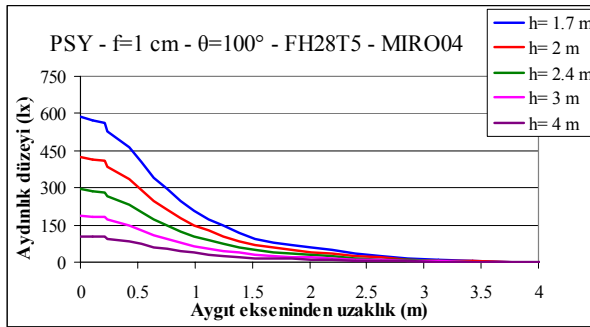
Belirtilen amaçla ele alınan dört uygulama örneği için aydınlığın düzgün yayılmasını sağlayacak gerekli aydınlatma aygıtı aralığı (A_A) saptanmış ve Çizelge 9.4'da verilmiştir.

Çizelge 9.4 Parabolik silindir yansıtıcıda iki aygıt arasındaki uzaklığın belirlenmesine örnekler-T5 doğrusal flüoresan lamba

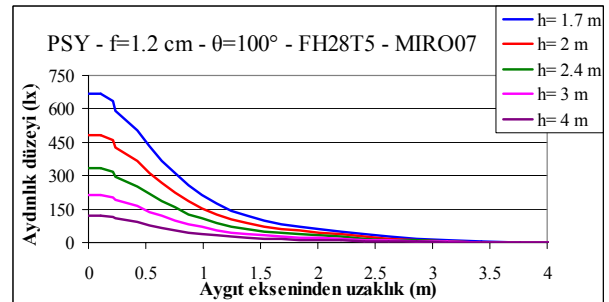
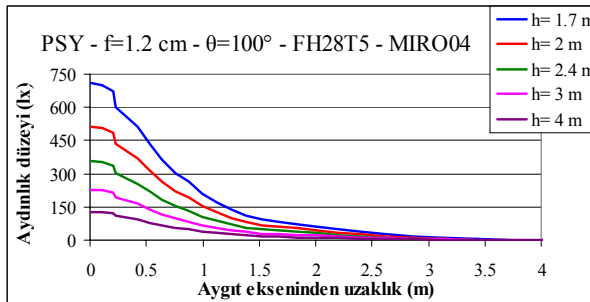
No	f cm	θ	MIRO04					MIRO07				
			1.7 m	2 m	2.4 m	3 m	4 m	1.7 m	2 m	2.4 m	3 m	4 m
2	1	100^0	1.53 m	1.53 m	1.49 m	1.58 m	1.44 m	1.58 m	1.57 m	1.54 m	1.52 m	1.48 m
4	1.2	100^0	1.32 m	1.31 m	1.32 m	1.28 m	1.33 m	1.43 m	1.43 m	1.46 m	1.42 m	1.39 m

Düğüün yansıma yapan yansıtıcı gereci

Yayınlık yansıma yapan yansıtıcı gereci



(2)



(4)

Şekil 9.6 Aydınlatma aygıtı ile aydınlanan düzlem arasındaki uzaklığın aydınlık dağılımına etkisini gösteren örnek durumlar

9.3 Sonuçların Karşılaştırması ve Değerlendirmesi

Parabolik silindir yansıtıcı aydınlatma aygıtlarının analiz sonuçlarının karşılaştırması ve değerlendirilmesi aşağıda yapılmıştır:

- a. Aygıttan çıkan ışığın yayılma açısı (θ) değişmeden yansıtıcının odak uzaklığı (f) büyüdükçe, yararlanılan yansıtıcı yüzeyi büyüdüğünden,
 - aygıt geriverimi ve
 - aygıt eksenindeki ışık yoğunluğu (I_0) ile maksimum ışık yoğunluğu (I_{mak}) artmaktadır.
- b. Düzgün yansıma yapan yansıtıcı gerecinin kullanıldığı durumda aygıt geriverimi, yayınlık yansıma yapan yansıtıcı gerecinin kullanıldığı duruma göre daha yüksek olmaktadır.
- c. Ele alınan 5 ayrı durumun hiç birinde aydınlık dağılımı açısından 4.derece olumlu kabul edilen “ $0.50 \leq \text{Düzgünlük} \leq 0.69$ ve $I_{\text{mak}} \geq 20^0$ ” koşulu elde edilememiştir.
- d. Aydınlık düzeyi eğrileri aydınlığın düzgün yayılmışlığı açısından incelendiğinde,
 - düzgün yansıma yapan yansıtıcı gerecinin kullanıldığı durumda, $f=1.2$ cm, $\theta=105^0$ (Çizelge 9.1, No 5),
 - yayınlık yansıma yapan yansıtıcı gerecinin kullanıldığı durumda, $f=1$ cm, $\theta=100^0$ ve 102.72^0 (Çizelge 9.1, No 2 ve 3)

olan uygulama örneklerinde aydınlanan toplam alan içindeki çok küçük bir bölgede düzgün yayılmış aydınlığın oluştuğu görülmektedir. Bununla birlikte, aydınlanan alanın olabildiğince büyük bir bölümünde aydınlığın düzgün yayılmasını sağlayan koşulları belirlemek amaçlandığından, ulaşılan sonuçlar olumlu olarak değerlendirilememiştir.
- e. Tüm sonuçların eksiksiz bir değerlendirmesi için, aydınlık dağılımındaki düzgünlüğün yanı sıra aydınlatma aygıtının geriverimi ve yansıtıcı boyutlarının da dikkate alınması gerektiği açıktır.
- f. Aydınlatma aygıtı ile aydınlanan düzlem arasındaki uzaklık arttıkça aydınlık dağılımı da daha düzgün olmaktadır (Şekil 9.6).

10. HİPERBOLİK SİLİNDİR YANSITICI

Hiperbolik silindir yansıtıcının geometrik biçimi, eliptik silindir yansıtıcıda olduğu gibi, yansıtıcının tepe noktası ile odak arasındaki uzaklık ve iki odak arasındaki uzaklık olmak üzere iki ayrı büyüklüğe bağlıdır. Ancak, her iki silindir yansıtıcının enine kesitleri göz önüne alındığında, eliptik silindirin bir odağında yer alan ışık kaynağından çıkarak yansıtıcı yüzeye düşen ışık yansdıktan sonra aygıt eksenini üzerindeki ikinci odakta geçer, yani yansıyan ışık aygıt eksenine doğru yönelir. Hiperbolik silindirin bir odağında yer alan ışık kaynağından çıkarak yansıtıcı yüzeye düşen ışık ise bu yüzeyden ikinci odakta geliyormuş gibi yansır, bir başka deyişle yansıyan ışık aygıt ekseninden uzaklaşan doğrultuya yönelir. Hiperbolik silindir yansıtıcının bu geometrik özelliğine bağlı olarak yansıtıcının kolları eksenden uzaklaşır, yani ağız açıklığı büyük yansıtıcılar ortaya çıkar.

10.1 Uygulama Örneklerinin Yapıldığı Koşullar

Hiperbolik silindir yansıtıcı ile doğrusal flüoresan lamba kullanarak aydınlığın düzgün yayıldığı koşulları belirleyebilmek amacıyla çok sayıda örnek uygulama yapılmıştır. Yansıtıcının tepe noktası ile odağı arasındaki uzaklık, iki odak arasındaki uzaklık ve aygıttan çıkan ışığın yayılma açısına ilişkin çeşitli değerler verilerek yapılan yansıtıcı tasarımlarının çoğunda yansıtıcının, dolayısıyla aydınlatma aygıtının boyutları uygulamada gerçekleştirilebilir boyutların üzerinde çıkmıştır. Bu nedenle burada, hiperbolik silindir yansıtıcı kullanımına örnek oluşturmak üzere tasarlanan yansıtıcılardan yalnızca altı tanesinin özelliklerine ve ulaşılan sonuçlara yer verilmiştir. Örnek uygulamaların yapıldığı koşullar aşağıda sıralanmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 10.1-10.2-10.3 ve Şekil 10.3'te verilmiştir.

- yansıtıcının tepe noktası ile ışık kaynağı merkezi arasındaki uzaklık (TF): 0.8 ve 1 cm
- iki odak arasındaki uzaklık (FF'): 9.33, 10.28, 11.2, 23.45, 26.8, 30.15 cm
- aygıttan çıkan ışığın yayılma açısı (θ): 107.78° , 105.02° , 106.84° , 104.96° , 104.6° , 104.32°

Çizelge 10.1'de, oluşturulan her bir duruma ilişkin "yansıtıcının özellikleri",

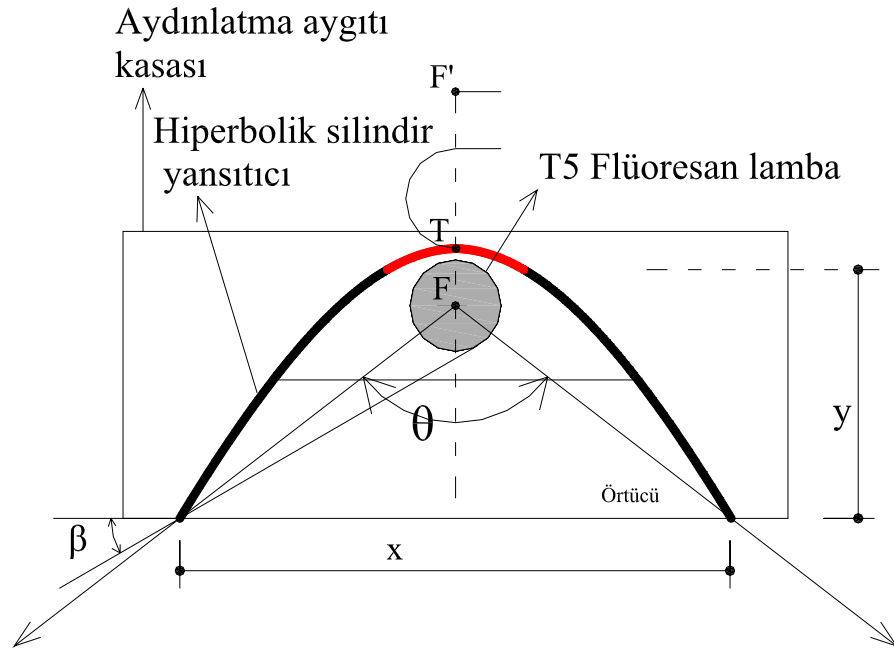
- yansıtıcının tepe noktası ile ışık kaynağı merkezi arasındaki uzaklık (TF),
- yansıtıcının iki odağı arasındaki uzaklık (FF'),
- aygıttan çıkan ışığın yayılma açısı (θ),
- siperlik engel açısı (β_Y),
- yansıtıcının ağız açıklığı (x) ve yansıtıcının yüksekliği (y)

başlıklı kolonlarda (Kolon 2-8, Şekil 10.1);

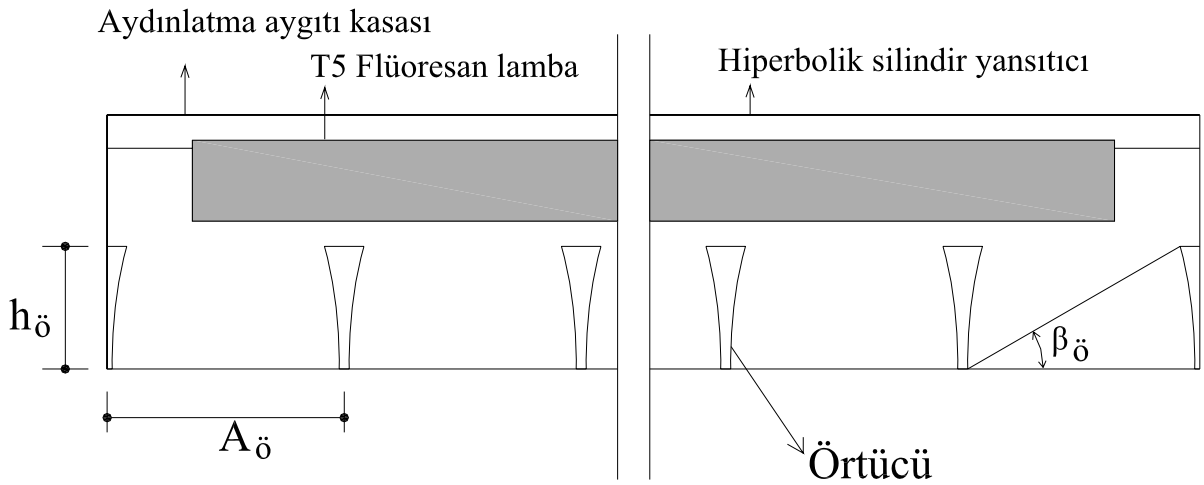
“örtücünün özellikleri”,

- örtücüyu oluşturan parabolün odak uzaklığı ($f_ö$)
- örtücü sayısı ($S_ö$),
- örtücü aralığı ($A_ö$)
- örtücü yüksekliği ($h_ö$),
- örtücü engel açısı ($\beta_ö$)

başlıklı kolonlarda (Kolon 9-13, Şekil 10.2) verilmiştir.



Şekil 10.1 Hiperbolik silindir yansıtıcının özelliklerini belirleyen büyüklükler



Şekil 10.2 Örtücü özelliklerini belirleyen büyüklükler

Çizelge 10.1 Hiperbolik silindir yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, ele alınan yansıtıcı ve örtücü özellikleri

No	Yansıtıcı özellikleri						Örtücü özellikleri				
	TF (cm)	FF' (cm)	θ	β_Y	x (cm)	y (cm)	f_0 (cm)	S_0	A_0 (cm)	h_0 (cm)	β_0
1	0.8	9.33	107.78	30	10.21	5.17	3.5	24	4.91	2.57	30
2	0.8	10.28	105.02	30	9.75	5.03	3.5	25	4.72	2.43	30
3	0.8	11.2	106.84	30	9.41	4.94	3.5	26	4.53	2.34	30
4	1	23.45	104.96	30	9.7	5.02	3.5	26	4.53	2.42	30
5	1	26.8	104.6	30	9.45	4.95	3.5	26	4.52	2.35	30
6	1	30.15	104.32	30	9.25	4.89	3.5	27	4.37	2.29	30

TF: yansıtıcının tepe noktası ile ışık kaynağı merkezi arasındaki uzaklık, θ : aygıttan çıkan ışığın yayılma açısı

FF': yansıtıcının iki odağı arasındaki uzaklık, β_Y : siperlik engel açısı, x: yansıtıcının ağız açıklığı

y: yansıtıcının yüksekliği, f_0 : örtücüyü oluşturan parabolün odak uzaklığı, S_0 : örtücü sayısı

A_0 : örtücü aralığı, h_0 : örtücü yüksekliği, β_0 : örtücü engel açısı

Yansıtıcı ve örtücü özellikleri Çizelge 10.1'de yer alan her bir durum için analiz sonuçları Çizelge 10.2-10.3'te,

- aydınlatma aygıtının geriverimi (η),
- aygıt eksenindeki ışık yeğirliği (I_0),
- maksimum ışık yeğirliği (I_{mak}),
- maksimum ışık yeğirliği doğrultusunun aygıt eksenine ile yaptığı açı (α),
- Düzgünlük (D)

başlıklı kolonlarda yer almaktadır.

Çizelge 10.2 Hiperbolik silindir yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, MIRO04 yansıtıcı gerecinin kullanıldığı durumda ulaşılan sonuçlar

No	η (%)	I_0 (cd)	I_{mak} (cd)	α	D	No	η (%)	I_0 (cd)	I_{mak} (cd)	α	D
1	63.6	999	1038	15	0.94	4	69.9	1448	1516	2.5	0.96
2	63.1	1044	1073	10	0.98	5	69.6	1537	1544	2.5	1
3	62.8	1078	1114	10	0.99	6	69.2	1600	1600	0	1

I_0 : aygıt eksenindeki ışık yeğirliği, I_{mak} : maksimum ışık yeğirliği, D: Düzgünlük

α : maksimum ışık yeğirliği doğrultusunun aygıt eksenine ile yaptığı açı, η : aydınlatma aygıtının geriverimi

Çizelge 10.3 Hiperbolik silindir yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, MIRO07 yansıtıcı gerecinin kullanıldığı durumda ulaşılan sonuçlar

No	η (%)	I_0 (cd)	I_{mak} (cd)	α	D	No	η (%)	I_0 (cd)	I_{mak} (cd)	α	D
1	62.2	972	998	12.5	0.96	4	68.3	1462	1462	0	1
2	61.7	1040	1048	5	1	5	68	1538	1538	0	1
3	61.4	1064	1098	5	0.98	6	67.5	1519	1519	0	1

I_0 : aygıt eksenindeki ışık yeğirliği, I_{mak} : maksimum ışık yeğirliği, D: Düzgünlük

α : maksimum ışık yeğirliği doğrultusunun aygıt eksenine ile yaptığı açı, η : aydınlatma aygıtının geriverimi

Çizelge 10.1’de özellikleri belirtilen 6 ayrı farklı yansıtıcının iki ayrı yansıtıcı gereci kullanılarak analizi yapılmış ve böylece elde edilen 12 ayrı duruma yönelik aydınlatma aygıtı ışık yeğinlik dağılımlarına ve aygıttan 2.4 m uzaklıktaki düzlemde oluşan aydınlık dağılımlarına bundan sonraki bölümde yer verilmiştir. Işık yeğinlik eğrileri ve aydınlık dağılımı grafiklerinin altında Çizelge 10.1’deki numaraları belirtilmiştir.

10.2 Elde Edilen Işık Yeğinlik ve Aydınlık Dağılımları

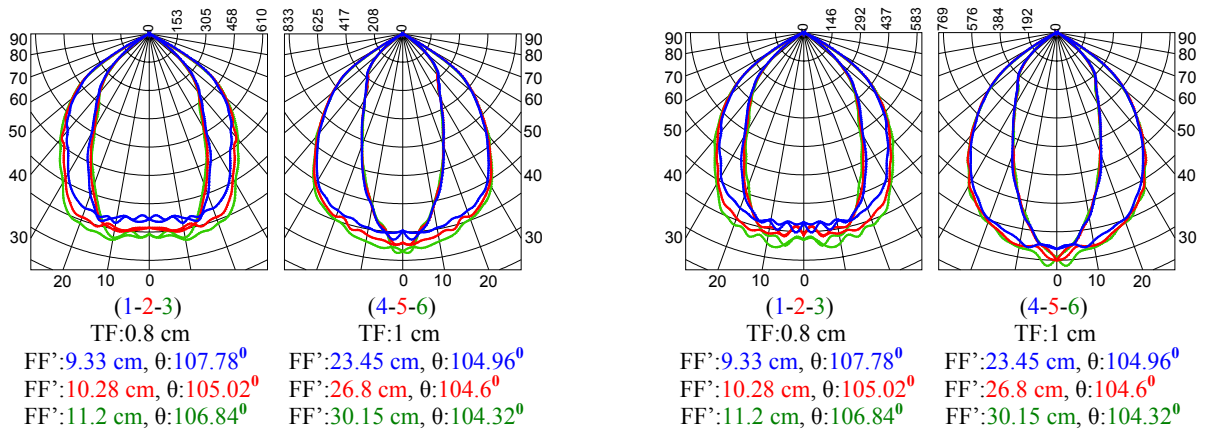
Hiperbolik silindir yansıtıcılarla ilgili yapılan incelemeleri içeren bu bölüm, Çizelge 10.1’de sunulan uygulama örnekleri için elde edilen aygıt ışık yeğinlik eğrileri ve aydınlık dağılımları,

- hiperbolik silindir yansıtıcıda, iki odak arasındaki uzaklığın ışık yeğinlik ve aydınlık dağılımına etkisi,
- yansıtıcının enine ve boyuna kesitindeki ışık yeğinlik ve aydınlık dağılımını gösteren örnek durumlar,
- aydınlatma aygıtı ile aydınlanan düzlem arasındaki uzaklığın aydınlık dağılımına etkisini gösteren örnek durumlar başlıkları altında verilmiştir.

10.2.1 Hiperbolik Silindir Yansıtıcıda, İki Odak Arasındaki Uzaklığın Işık Yeğinlik ve Aydınlık Dağılımına Etkisi

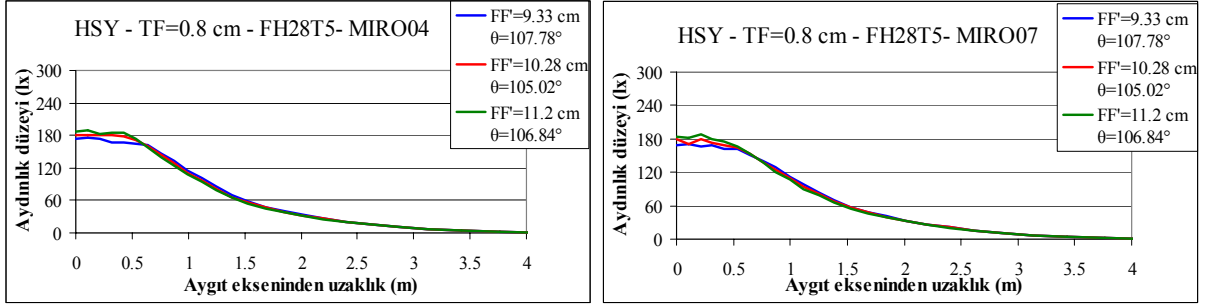
Çalışma içinde yer verilen 6 örnek durumun iki ayrı yansıtıcı gereci için elde edilmiş aygıt ışık yeğinlik eğrileri ve aydınlatma aygıtından 2.4 m uzaklıktaki düzlemde oluşturdukları aydınlık dağılımları Şekil 10.3-10.4’te gösterilmiştir.

Düzenli yansıma yapan yansıtıcı gereci Yayınık yansıma yapan yansıtıcı gereci

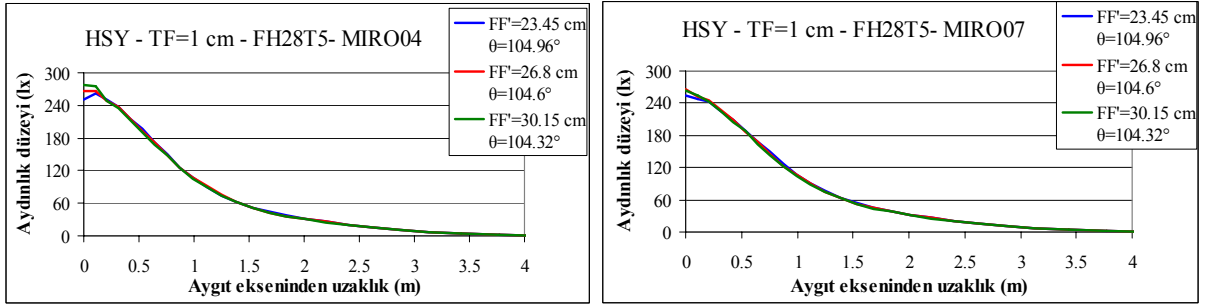


Şekil 10.3 Hiperbolik silindir yansıtıcıda, iki odak arasındaki uzaklığın aydınlatma aygıtı ışık yeğinlik dağılımına etkisi

Düzgün yansıma yapan yansıtıcı gereci Yayınlık yansıma yapan yansıtıcı gereci



(1-2-3)



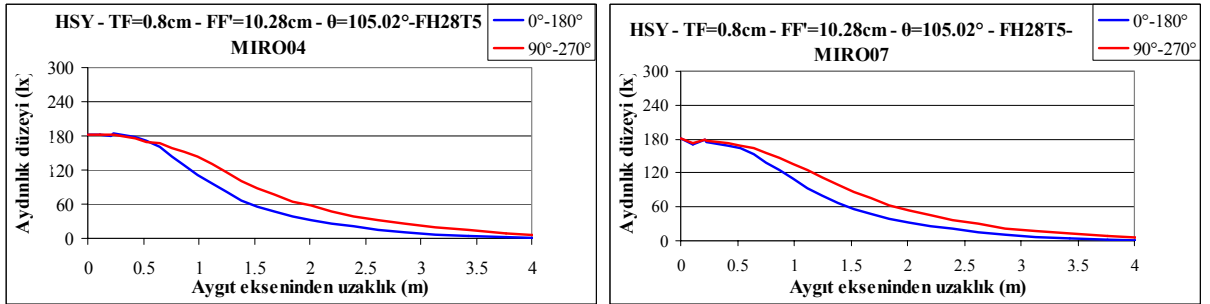
(4-5-6)

Şekil 10.4 Hiperbolik silindir yansıtıcıda, iki odak arasındaki uzaklığın aydınlık dağılımına etkisi

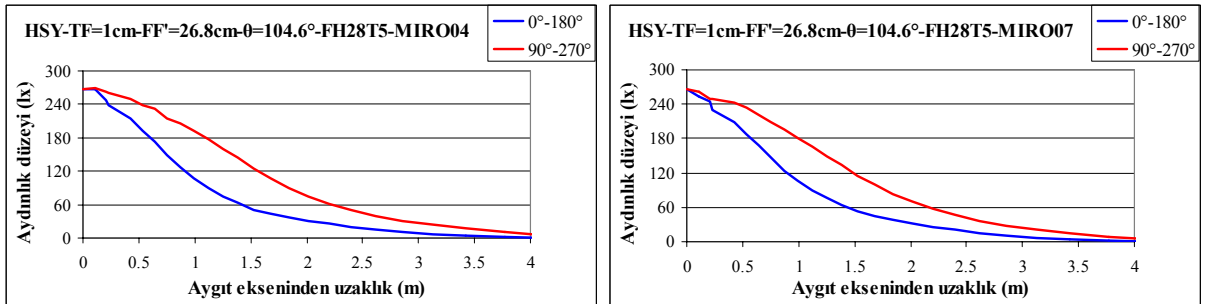
10.2.2 Yansıtıcının Enine ve Boyuna Kesitindeki Işık Yeğnlik ve Aydınlık Dağılımını Gösteren Örnek Durumlar

10.2.1. Bölümde yer alan uygulama örnekleri arasından seçilen 4 ayrı durum için $0^\circ-180^\circ$ ve $90^\circ-270^\circ$ yatay açılarındaki aydınlık dağılımları birlikte Şekil 10.5'te gösterilmiştir.

Düzgün yansıma yapan yansıtıcı gereci Yayınlık yansıma yapan yansıtıcı gereci



(2)



(5)

Şekil 10.5 Hiperbolik silindir yansıtıcıda, yansıtıcının enine ve boyuna kesitindeki aydınlık dağılımını gösteren örnek durumlar

10.2.3 Aydınlatma Aygıtı ile Aydınlanan Düzlem Arasındaki Uzaklığın Aydınlik

Dağılımına Etkisini Gösteren Örnek Durumlar

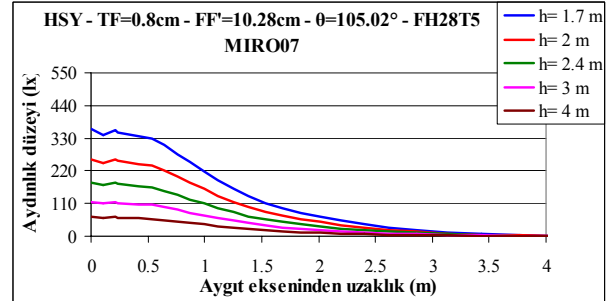
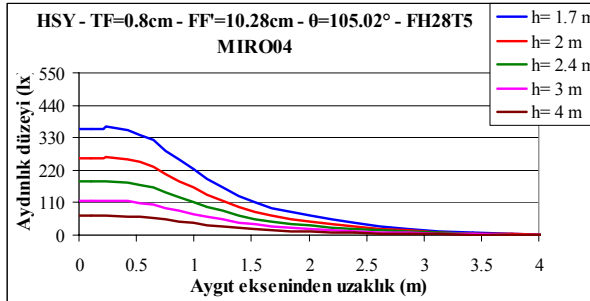
Bu bölümde, oluşturulan uygulama örnekleri arasından seçilen dört ayrı durum ele alınarak aydınlatma aygıtı ile aydınlanan düzlem arasındaki uzaklığa bağlı olarak aydınlık dağılımındaki değişim belirlenmiştir. Aydınlatma aygıtının aydınlanan düzleme uzaklığı sırası ile bundan önceki bölümlerde olduğu gibi 1.7, 2, 2.4, 3 ve 4 m alınmıştır (Şekil 10.6). Söz konusu dört örnek uygulama için aydınlatma aygıtı aralığı (A_A) saptanmış ve Çizelge 10.4'te sunulmuştur.

Çizelge 10.4 Hiperbolik silindir yansıtıcıda iki aygıt arasındaki uzaklığın belirlenmesine örnekler- T5 doğrusal flüoresan lamba

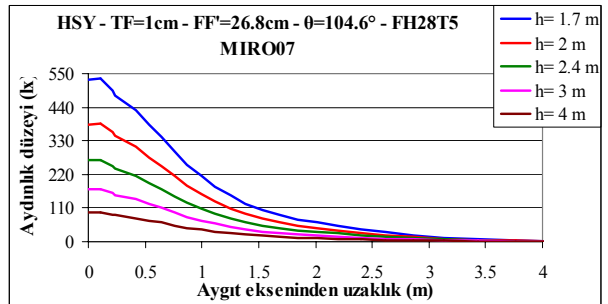
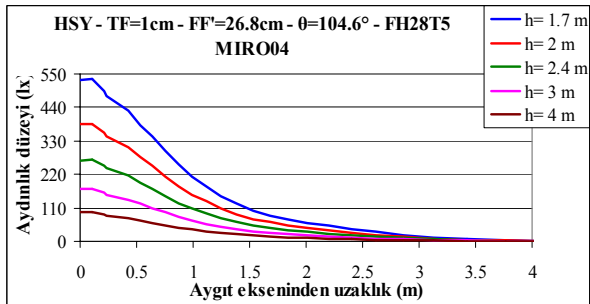
No	TF cm	FF' cm	θ	MIRO04					MIRO07				
				1.7 m	2 m	2.4 m	3 m	4 m	1.7 m	2 m	2.4 m	3 m	4 m
2	0.8	10.28	105.02 ⁰	2.35 m	2.34 m	2.31 m	2.36 m	2.20 m	2.29 m	2.30 m	2.30 m	2.28 m	2.20 m
5	1	26.8	104.6 ⁰	1.67 m	1.66 m	1.50 m	1.64 m	1.66 m	1.68 m	1.67 m	1.70 m	1.66 m	1.55 m

Düğüün yansıma yapan yansıtıcı gereci

Yayınık yansıma yapan yansıtıcı gereci



(2)



(5)

Şekil 10.6 Aydınlatma aygıtı ile aydınlanan düzlem arasındaki uzaklığın aydınlık dağılımına etkisini gösteren örnek durumlar

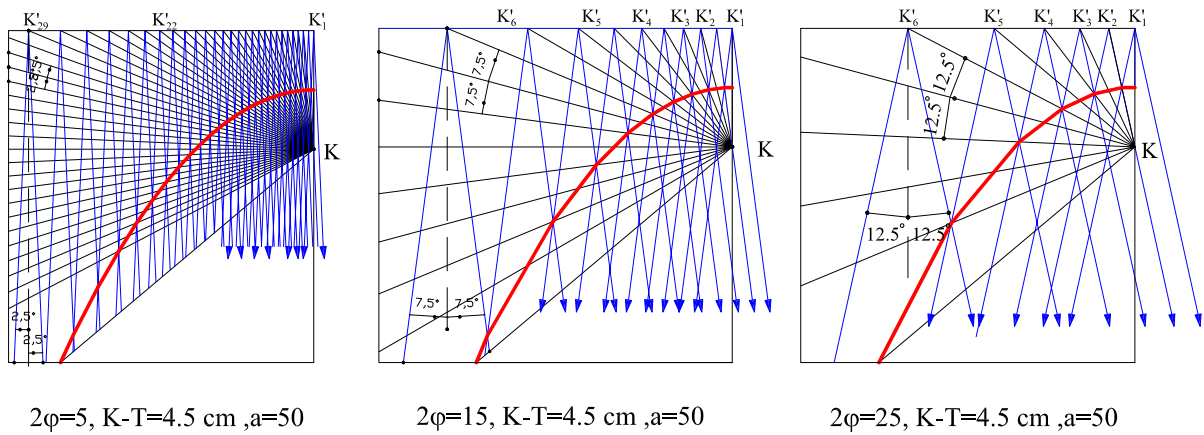
10.3 Sonuçların Karşılaştırması ve Değerlendirmesi

Hiperbolik silindir yansıtıcı aydınlatma aygıtlarının analiz sonuçlarının değerlendirilmesi ve karşılaştırılması aşağıdaki gibi yapılabilir:

- a. Yansıtıcının tepe noktası ile odak arasındaki uzaklık (TF) ve aygıttan çıkan ışığın yayılma açısı (θ) değişmeden, iki odak arasındaki uzaklık büyüdükçe (FF'/TF oranı büyüdükçe),
 - aygıt geriverimi azalmakta ve
 - aygıt eksenindeki ışık yoğunluğu (I_0) ile maksimum ışık yoğunluğu (I_{mak}) artmaktadır.
- b. Düzgün yansıma yapan yansıtıcı gerecinin kullanıldığı durumda aygıt geriverimi, yayınlık yansıma yapan yansıtıcı gerecinin kullanıldığı duruma göre daha yüksek olmaktadır.
- c. Ele alınan 6 farklı durumun hiç birinde aydınlık dağılımı açısından 4.derece olumlu kabul edilen “ $0.50 \leq \text{Düzgünlük} \leq 0.69$ ve $I_{\text{mak}} \gamma \geq 20^0$ ” koşulu sağlanamamıştır. Aydınlığın düzgün yayılmışlığı açısından elde edilen en iyi durum “ $TF=0.8$ cm, $FF'=9.33$ cm, $\theta=107.78^0$ ” (Çizelge 10.1-10.2, No 1) olup, bu durumun düzgünlük değeri 0.94, ancak α açısı yalnızca 15^0 dir.
- d. Aydınlik dağılımının düzgünlüğü konusunda daha duyarlı bir değerlendirme yapmak üzere, düzgünlük değerleri ve α açısı yerine aydınlık düzeyi eğrileri dikkate alındığında, $TF=0.8$ cm olan her üç durumda da gerek düzgün gerekse yayınlık yansıma yapan yansıtıcı gereçlerinin kullanıldığı koşullarda oldukça düzgün yayılmış aydınlıklar elde edildiği görülmektedir. Ancak, α açısının küçük olmasından ötürü aydınlanan toplam alan içinde aydınlığın düzgün yayılı olduğu alan küçüktür. Bu çalışmanın konusu aydınlanan toplam alanın olabildiğince büyük bir bölümünde aydınlığın düzgün yayıldığı koşulları belirlemek olduğundan, söz konusu sonuçlar olumlu olarak değerlendirilmemiştir.
- e. Tüm sonuçların eksiksiz bir değerlendirmesi için, aydınlık dağılımındaki düzgünlüğün yanı sıra aydınlatma aygıtının geriverimi ve yansıtıcı boyutlarının da dikkate alınması gerektiği açıktır.
- f. Aydınlatma aygıtı ile aydınlanan düzlem arasındaki uzaklık arttıkça aydınlık dağılımı da daha düzgün olmaktadır (Şekil 10.6).

11. DÜZLEM YANSITICI

5. bölümde belirtildiği gibi, düzlem yansıtıcı tasarımı farklı biçimlerde ele alınabilir. Bu çalışmada, düzlem yansıtıcıyı oluşturan her bir parçanın uzunluk ve eğimi, yansıtıcı parçalarının her birinden yansıyan ışığın eşit büyüklükteki açılar içine yayılması ve yansıyan ışığın aynı doğrultulara gönderilmesini sağlayacak biçimde belirlenmiştir. Her bir yansıtıcı parçasından yansıyan ışığın yayılma açısı (φ), 5^0 , 10^0 , 15^0 , 20^0 ve 25^0 olacak biçimde düzlem yansıtıcı tasarımları yapılmıştır. Şekil 11.1'de söz konusu açının 5^0 , 15^0 ve 25^0 olması koşulları için yapılan düzlem yansıtıcı tasarımları örnek olarak gösterilmiştir.



Şekil 11.1 Her bir yansıtıcı parçasından yansıyan ışığın yayılma açısının 5^0 , 15^0 ve 25^0 olması koşulları için yapılan düzlem yansıtıcı tasarımları

11.1 Uygulama Örneklerinin Yapıldığı Koşullar

Düzlem yansıtıcı aracılığı ile aydınlığı düzgün yaymaya yönelik oluşturulan örnek durumlar parabolik silindir yansıtıcı için ele alınan örnekler ile ışık kaynağının yansıtıcının tepe noktasına uzaklığı açısından benzerlik göstermektedir. Parabolik silindir yansıtıcı tasarımında olduğu gibi burada da yansıtıcı boyutunun uygulanabilir ölçülerde olması göz önünde bulundurulmuştur. Bu durum, sınırlı sayıda uygulama örneği oluşturulabilmesine yol açmıştır. Düzlem yansıtıcı kullanımına örnek oluşturmak amacıyla burada on adet düzlem yansıtıcının özelliklerine ve elde edilen sonuçlara yer verilmiştir. Örnek uygulamaların yapıldığı koşullar aşağıda belirtilmiş, elde edilen sonuçlar Çizelge 11.1-11.3, Şekil 11.4---'de sunulmuştur.

- yansıtıcının tepe noktası ile ışık kaynağı merkezi arasındaki uzaklık (TK): 1 ve 1.2 cm
- aygıttan çıkan ışığın yayılma açısı (θ): 102.7^0 , 102.72^0 , 102.78^0 , 102.94^0 , 103.1^0 , 105^0 , 105.03^0 , 105.26^0 , 106.03^0
- her bir yansıtıcı parçasından yansıyan ışığın yayılma açısı (φ): 5^0 , 10^0 , 15^0 , 20^0 , 25^0

Çizelge 11.1’de, oluşturulan örnek durumlar ile ilgili “yansıtıcının özellikleri”,

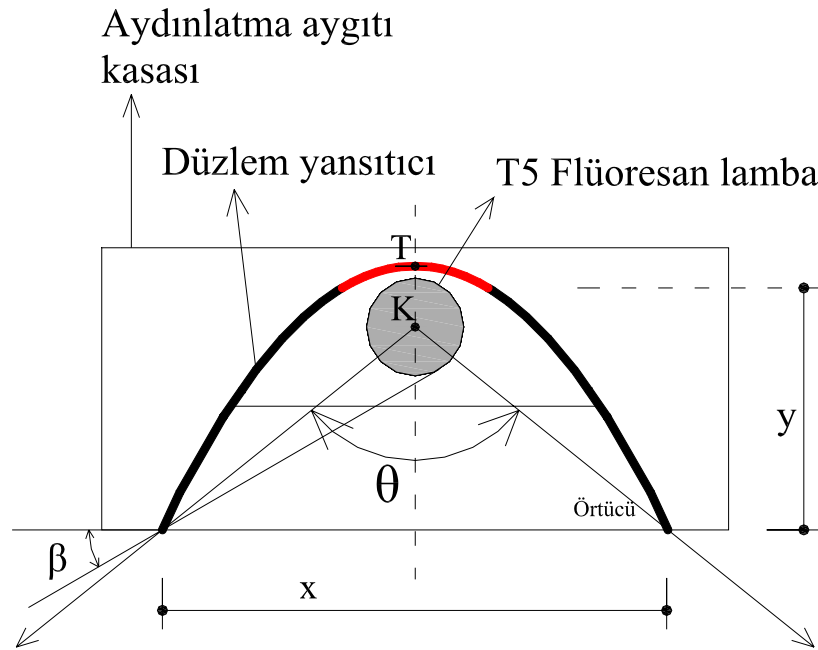
- yansıtıcının tepe noktası ile ışık kaynağı merkezi arasındaki uzaklık (TK),
- her bir yansıtıcı parçasından yansıyan ışığın yayılma açısı (φ),
- aygıttan çıkan ışığın yayılma açısı (θ),
- siperlik engel açısı (β_Y),
- yansıtıcının ağız açıklığı (x) ve yansıtıcının yüksekliği (y)

başlıklı kolonlarda (Kolon 2-8, Şekil 11.2);

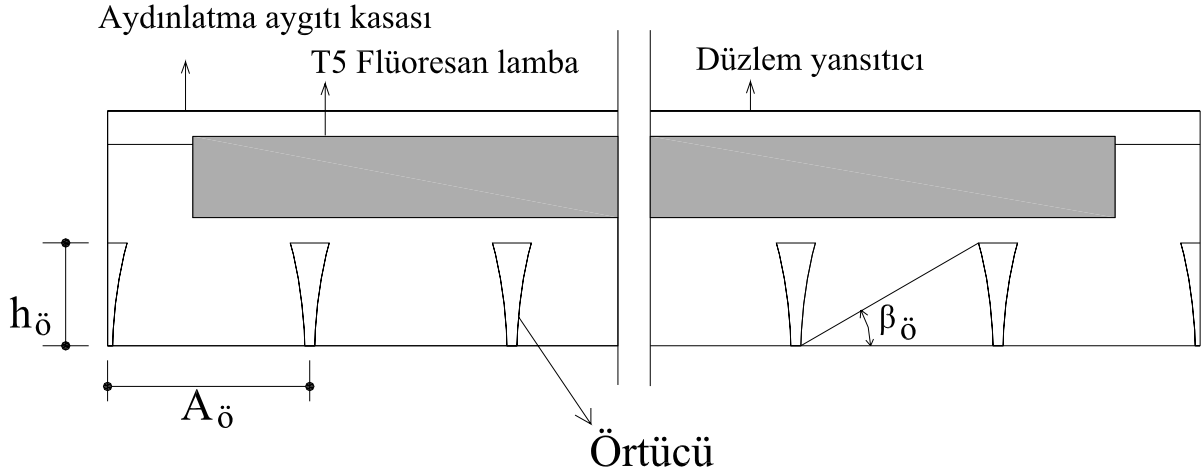
“örtücünün özellikleri”,

- örtücüyü oluşturan parabolün odak uzaklığı ($f_{\text{Ö}}$)
- örtücü sayısı ($S_{\text{Ö}}$),
- örtücü aralığı ($A_{\text{Ö}}$)
- örtücü yüksekliği ($h_{\text{Ö}}$),
- örtücü engel açısı ($\beta_{\text{Ö}}$)

başlıklı kolonlarda (Kolon 9-13, Şekil 11.3) verilmiştir.



Şekil 11.2 Düzlem yansıtıcının özelliklerini belirleyen büyüklükler



Şekil 11.3 Örtücünün özelliklerini belirleyen büyüklükler

Çizelge 11.1 Düzlem yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, ele alınan yansıtıcı ve örtücü özellikleri

No	Yansıtıcı özellikleri						Örtücü özellikleri					
	TK (cm)	φ	θ	β_Y	x (cm)	y (cm)	$f_ö$ (cm)	$S_ö$	$A_ö$ (cm)	$h_ö$ (cm)	$\beta_ö$	
1	1	5	102.7	30	8.32	4.62	3.5	30	3.933	2.02	30	
2	1	10	102.72	30	8.32	4.62	3.5	30	3.933	2.02	30	
3	1	15	102.94	30	8.44	4.66	3.5	29	4.06	2.06	30	
4	1	20	103.1	30	8.52	4.68	3.5	29	4.06	2.08	30	
5	1	25	102.78	30	8.36	4.64	3.5	30	3.933	2.03	30	
6	1.2	5	105	30	9.75	5.03	3.5	25	4.72	2.44	30	
7	1.2	10	106.03	30	9.75	5.04	3.5	25	4.72	2.44	30	
8	1.2	15	105.26	30	9.91	5.08	3.5	25	4.72	2.48	30	
9	1.2	20	105.26	30	9.91	5.08	3.5	25	4.72	2.48	30	
10	1.2	25	105.03	30	9.75	5.04	3.5	25	4.72	2.43	30	

TK: yansıtıcının tepe noktası ile ışık kaynağı merkezi arasındaki uzaklık, θ : aygıttan çıkan ışığın yayılma açısı
 φ : Her düzlem yansıtıcı parçasından yansıyan ışığın yayılma açısı, β_Y : siperlik engel açısı
x: yansıtıcının ağız açıklığı, y: yansıtıcının yüksekliği, $f_ö$: örtücüyü oluşturan parabolün odak uzaklığı
 $S_ö$: örtücü sayısı, $A_ö$: örtücü aralığı, $h_ö$: örtücü yüksekliği, $\beta_ö$: örtücü engel açısı

Çizelge 11.2 Düzlem yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, MIRO04 yansıtıcı gerecinin kullanıldığı durumda ulaşılan sonuçlar

No	η (%)	I_0 (cd)	I_{mak} (cd)	α	D	No	η (%)	I_0 (cd)	I_{mak} (cd)	α	D
1	69.7	1645	1645	0	1	6	77.1	1936	1936	0	1
2	69.3	1633	1633	0	1	7	77.1	1962	1962	0	1
3	69.4	1589	1589	0	1	8	77.1	1932	1932	0	1
4	69.5	1597	1597	0	1	9	77.1	1897	1897	0	1
5	69.6	1610	1610	0	1	10	77.1	1833	1833	0	1

I_0 : aygıt eksenindeki ışık yeğinliği, I_{mak} : maksimum ışık yeğinliği, D: Düzgünlük
 α : maksimum ışık yeğinliği doğrultusunun aygıt eksenine yaptığı açı, η : aydınlatma aygıtının geriverimi

Çizelge 11.3 Düzlem yansıtıcı, T5 doğrusal flüoresan lamba, MIRO07 yansıtıcı gerecinin kullanıldığı durumda ulaşılan sonuçlar

No	η (%)	I_0 (cd)	I_{mak} (cd)	α	D	No	η (%)	I_0 (cd)	I_{mak} (cd)	α	D
1	68	1544	1583	2.5	0.98	6	75.3	1831	1831	0	1
2	67.7	1527	1530	2.5	1	7	75.3	1811	1811	0	1
3	67.8	1531	1531	0	1	8	75.3	1807	1807	0	1
4	67.9	1521	1521	0	1	9	75.4	1765	1765	0	1
5	68	1520	1520	0	1	10	75.4	1739	1739	0	1

I_0 : aygıt eksenindeki ışık yeğirliği, I_{mak} : maksimum ışık yeğirliği, D: Düzgünlük

α : maksimum ışık yeğirliği doğrultusunun aygıt eksenini ile yaptığı açı, η : aydınlatma aygıtının geriverimi

Çizelge 11.1’de özelliklerine yer verilen yansıtıcılar iki ayrı yansıtıcı gereci kullanılarak analiz edilmiş ve böylece elde edilen 20 farklı duruma yönelik aydınlatma aygıtı ışık yeğirlik dağılımı ve aygıttan 2.4 m uzaklıktaki düzlemde oluşan aydınlık dağılımı Şekil 11.4 ve 11.5’te gösterilmiştir. Işık yeğirlik eğrileri ve aydınlık dağılımı grafiklerinin altında, Çizelge 11.1’deki numaraları belirtilmiştir.

11.2 Elde Edilen Işık Yeğirlik ve Aydınlik Dağılımları

Düzlem yansıtıcı aydınlatma aygıtlarının analiz sonuçları, elde edilen aygıt ışık yeğirlik eğrileri ve aydınlık dağılımları aracılığı ile bundan sonraki bölümde,

- düzlem yansıtıcının tepe noktası ile ışık kaynağı merkezi arasındaki uzaklığın ışık yeğirlik ve aydınlık dağılımına etkisi,
- yansıtıcının enine ve boyuna kesitindeki ışık yeğirlik ve aydınlık dağılımını gösteren örnek durumlar,
- aydınlatma aygıtı ile aydınlanan düzlem arasındaki uzaklığın aydınlık dağılımına etkisini gösteren örnek durumlar

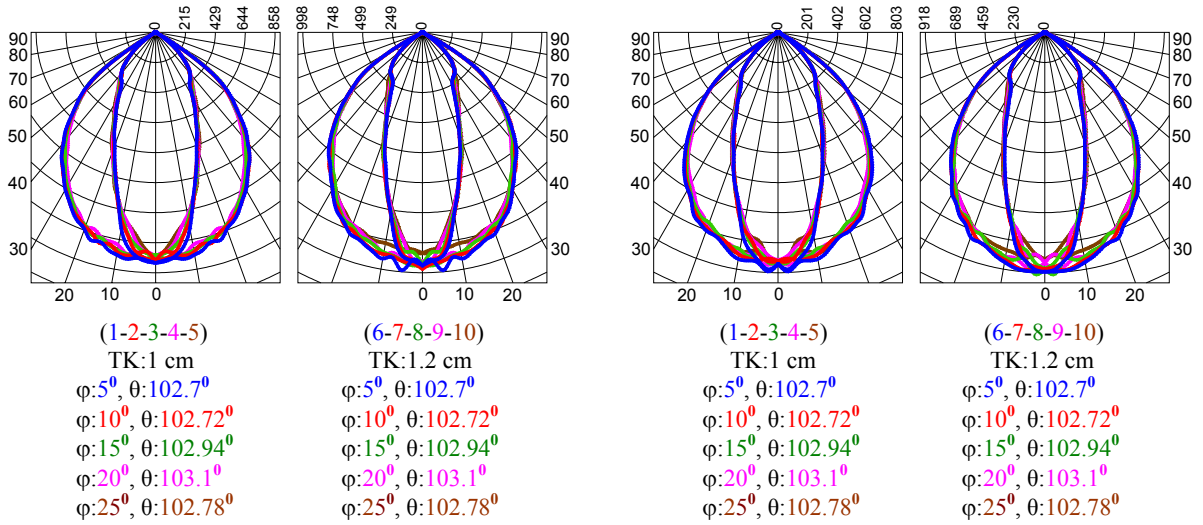
başlıkları altında verilmiştir.

11.2.1 Düzlem Yansıtıcının Tepe Noktası İle Işık Kaynağı Merkezi Arasındaki

Uzaklığın Işık Yeğirlik ve Aydınlik Dağılımına Etkisi

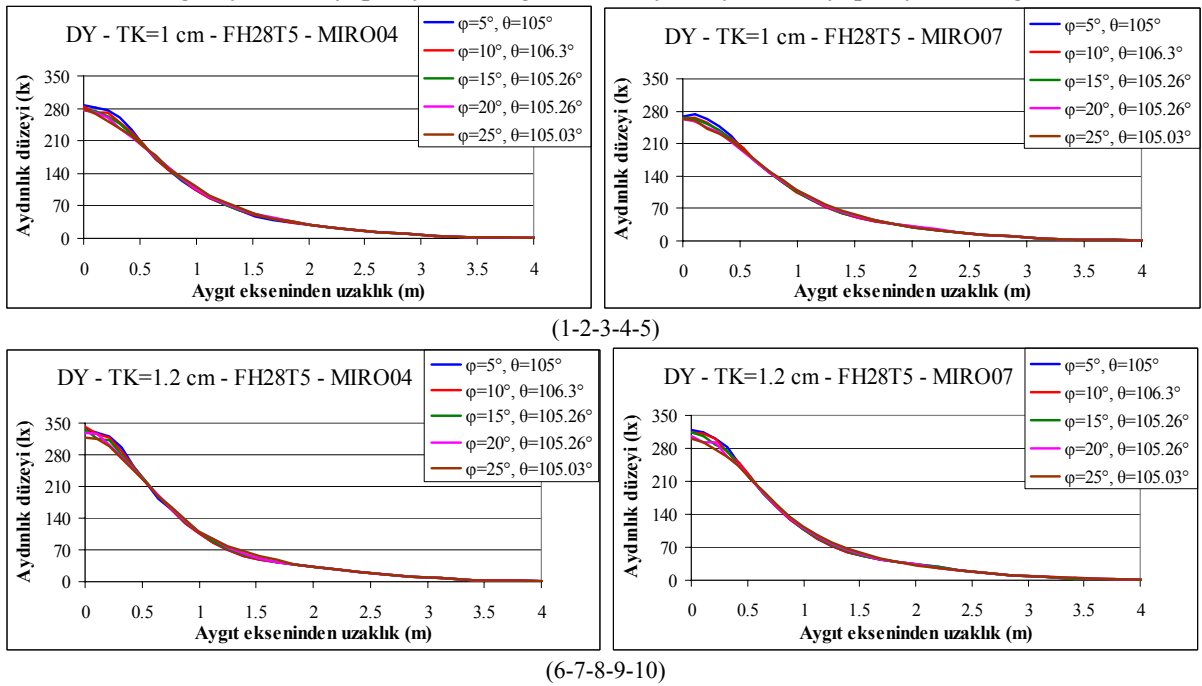
Çizelge 11.1’de özellikleri, Çizelge 11.2-11.3’te düzgün yansıma ve yayınlık yansıma yapan yansıtıcı gereçleri kullanılarak yapılan kimi analiz sonuçlarına yer verilen uygulama örneklerine ait aygıt ışık yeğirlik eğrileri ve aydınlatma aygıtından 2.4 m uzaklıktaki düzlemde oluşan aydınlık dağılımları Şekil 11.4-11.5’te verilmiştir.

Düzgün yansıma yapan yansıtıcı gereci Yayınlık yansıma yapan yansıtıcı gereci



Şekil 11.4 Düzlem yansıtıcı parçalarından yansıyan ışığın yayılma açısının ışık yeğinlik dağılımına etkisi

Düzgün yansıma yapan yansıtıcı gereci Yayınlık yansıma yapan yansıtıcı gereci

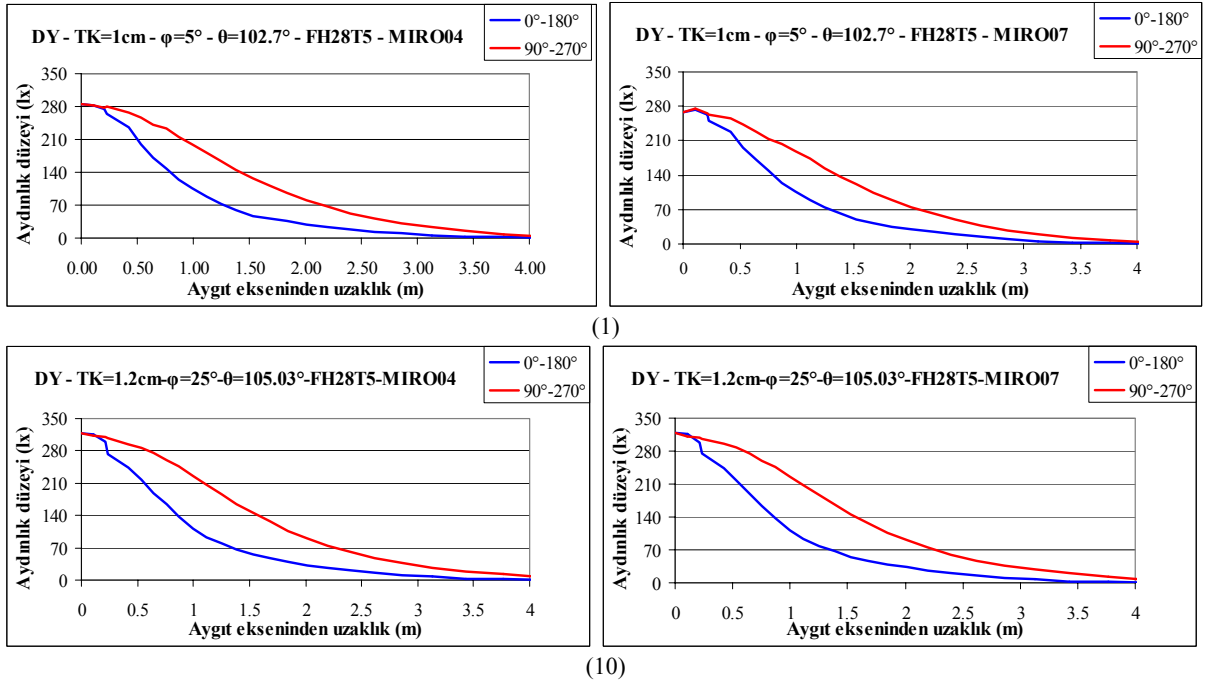


Şekil 11.5 Düzlem yansıtıcı parçalarından yansıyan ışığın yayılma açısının aydınlık dağılımına etkisi

11.2.2 Yansıtıcının Enine ve Boyuna Kesitindeki Işık Yeğinlik ve Aydınlik Dağılımını Gösteren Örnek Durumlar

Oluşturulan uygulama örnekleri arasından seçilen 4 ayrı durum için, $0^\circ-180^\circ$ ve $90^\circ-270^\circ$ yatay açılarındaki aydınlık dağılımları bir arada Şekil 11.6'da gösterilmiştir.

Düzgün yansıtıcı yapan yansıtıcı gereci Yayınık yansıtıcı yapan yansıtıcı gereci



Şekil 11.6 Düzlem yansıtıcıda, yansıtıcının enine ve boyuna kesitindeki aydınlık dağılımını gösteren örnek durumlar

11.2.3 Aydınlatma Aygıtı ile Aydınlanan Düzlem Arasındaki Uzaklığın Aydınlık Dağılımına Etkisini Gösteren Örnek Durumlar

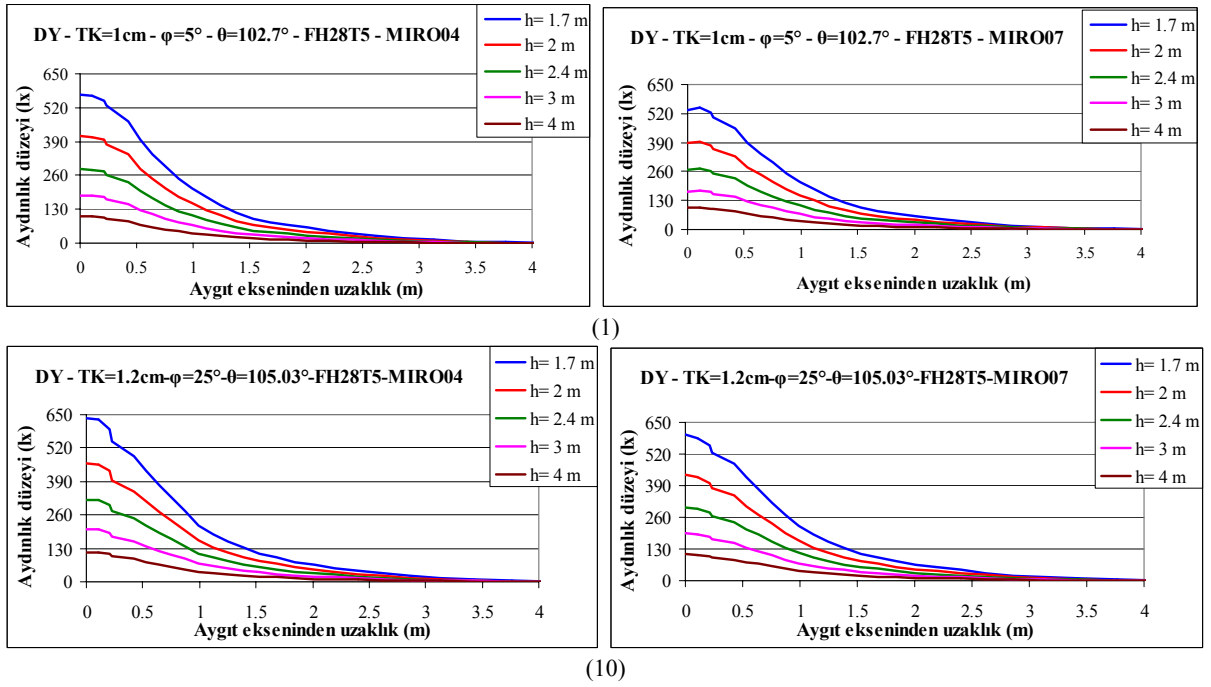
Oluşturulan düzlem yansıtıcı aydınlatma aygıtları arasından seçilen dört ayrı durum için aydınlatma aygıtından 1.7, 2, 2.4, 3 ve 4 m uzaklıklarda yer alan düzlemlerdeki aydınlık dağılımları saptanmıştır. Buna bağlı olarak, söz konusu örnek durumlar için aydınlatma aygıtı ve aydınlanan düzlem arasındaki uzaklığa bağlı olarak aydınlık düzeyi değişimleri belirlenebilmiştir (Şekil 11.7).

Ele alınan dört uygulama örneği ile ilgili olarak, öteki yansıtıcı türlerinin ele alındığı bölümlerde yapıldığı gibi, birden çok sayıda aydınlatma aygıtının kullanılması durumunda aydınlığın düzgün yayılmasını sağlayacak aydınlatma aygıtı aralığı (A_A) saptanmış ve Çizelge 11.4’de verilmiştir.

Çizelge 11.4 Düzlem yansıtıcıda iki aygıt arasındaki uzaklığın belirlenmesine örnekler - T5 doğrusal flüoresan lamba

No	TK cm	φ	θ	MIRO04					MIRO07				
				1.7 m	2 m	2.4 m	3 m	4 m	1.7 m	2 m	2.4 m	3 m	4 m
1	1	5	102.7 ⁰	1.55 m	1.53 m	1.54 m	1.58 m	1.51 m	1.66 m	1.65 m	1.69 m	1.61 m	1.59 m
10	1.2	25	105.03 ⁰	1.56 m	1.54 m	1.58 m	1.54 m	1.52 m	1.62 m	1.61 m	1.61 m	1.63 m	1.57 m

Düzdün yansıma yapan yansıtıcı gereci Yayınık yansıma yapan yansıtıcı gereci



Şekil 11.7 Aydınlatma aygıtı ile aydınlanan düzlem arasındaki uzaklığın aydınlık dağılımına etkisini gösteren örnek durumlar

11.3 Sonuçların Karşılaştırması ve Değerlendirmesi

Düzlem yansıtıcılı aydınlatma aygıtlarının analiz sonuçlarının karşılaştırması ve değerlendirilmesi aşağıdaki gibi yapılabilir:

- Aygıttan çıkan ışığın yayılma açısı (θ) değişmeden, yansıtıcının tepe noktası ile ışık kaynağı merkezi arasındaki uzaklık (TK) büyüdükçe, yararlanılan yansıtıcı yüzeyi büyüdüğünden,
 - aygıt geriverimi ve
 - aygıt eksenindeki ışık yeğniliği (I_0) ile maksimum ışık yeğniliği (I_{\max}) artmaktadır.
- Düzdün yansıma yapan yansıtıcı gerecinin kullanıldığı durumda aygıt geriverimi, yayınık yansıma yapan yansıtıcı gerecinin kullanıldığı duruma göre daha yüksek olmaktadır.

- c. Aygıttan çıkan ışığın yayılma açısı (θ) ve yansıtıcının tepe noktası ile ışık kaynağı merkezi arasındaki uzaklık (TK) değişmeden, her bir düzlem yansıtıcı parçasından yansıyan ışığın yayılma açısı (φ) küçüldükçe, aydınlık düzeyi genelde yükselmektedir.
- d. Ele alınan 20 ayrı durumun hiç birinde aydınlık dağılımı açısından 4.derece olumlu kabul edilen “ $0.50 \leq \text{Düzgünlük} \leq 0.69$ ve $I_{\text{mak } \gamma} \geq 20^0$ ” koşulu elde edilememiştir.
- e. Aydınlık düzeyi eğrileri aydınlığın düzgün yayılmışlığı açısından incelendiğinde, ele alınan uygulama örneklerinin çoğunda aydınlanan toplam alan içindeki çok küçük bir bölgede düzgün yayılmış kabul edilebilecek aydınlığın oluştuğu söylenebilir. Aydınlığın düzgün yayılmış kabul edilebileceği alanın çok küçük olması nedeniyle sonuçlar olumlu olarak değerlendirilememiştir.
- f. Tüm sonuçların eksiksiz bir değerlendirmesi için, aydınlık dağılımındaki düzgünlüğün yanı sıra aydınlatma aygıtının geriverimi ve yansıtıcı boyutlarının da dikkate alınması gerektiği açıktır.
- g. Aydınlatma aygıtı ile aydınlanan düzlem arasındaki uzaklık arttıkça aydınlık dağılımı da daha düzgün olmaktadır (Şekil 11.7).

12. ANALİZ VE ÖLÇME SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRMASI VE DEĞERLENDİRMESİ

Bu tez çalışmasının temel amacı, “doğrusal flüoresan lambaların kullanıldığı çeşitli yansıtıcıları düzgün yayılmış aydınlık elde etmek amacıyla tasarlamak” ve “tasarlanan yansıtıcıların bilgisayar programı ile analizini yapmaktır.” Bunların yanı sıra çalışma kapsamında, bilgisayar programı ile elde edilen sonuçların, üretilen bir örnek aydınlatma aygıtının ışık yeğinlik dağılımının laboratuvar ortamında ölçülerek belirlenmiş özellikleri ile karşılaştırmasına da yer verilmiştir.

Analiz ve ölçme sonuçlarının karşılaştırılabilmesi için tasarlanan aydınlatma aygıtlarından birinin yapımı gerçekleştirilmiştir. Tasarlanan yansıtıcılar arasından üretilmek üzere, geometrik biçim olarak bir genel silindir yansıtıcı seçilmiştir. Bunun nedeni, öteki yansıtıcı türlerinin kullanımına göre genel silindir yansıtıcı ile daha düzgün yayılmış aydınlıkların elde edilebilmiş olmasıdır.

Bu bölümde, analiz ve ölçme sonuçlarının karşılaştırması,

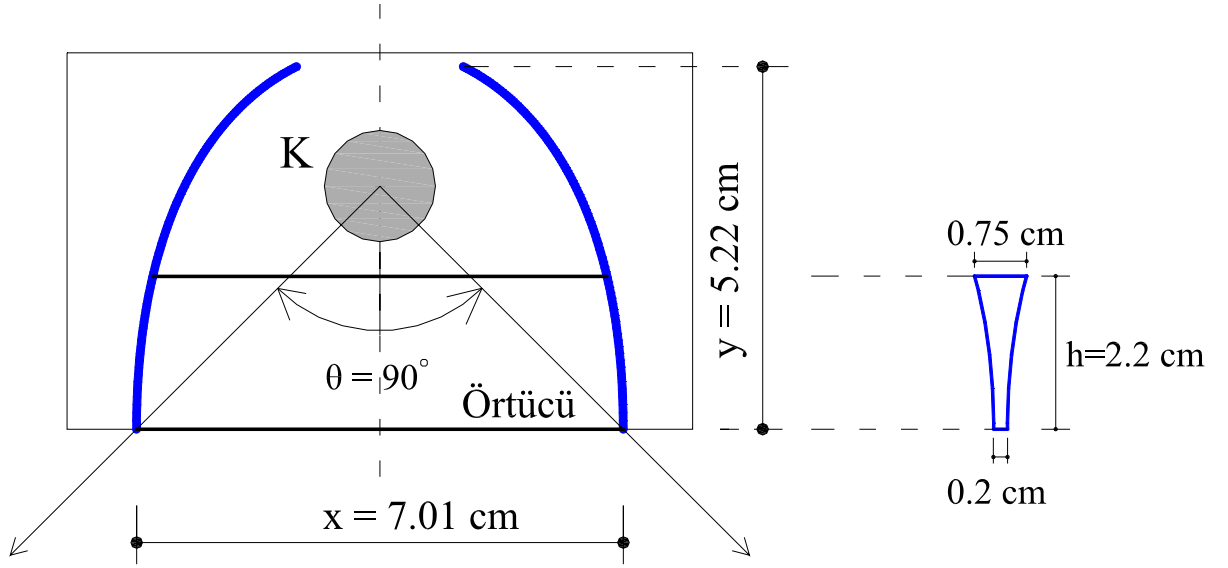
- üretilen yansıtıcının seçimi, yeniden biçimlendirilmesi ve analiz sonuçları,
- aydınlatma aygıtının yapım süreci ve üretilen aygıtın özellikleri,
- ölçme düzeni ve sonuçları ve
- sonuçların karşılaştırması ve değerlendirilmesi

başlıkları altında sunulmuştur.

12.1 Üretilen Yansıtıcının Seçimi, Yeniden Biçimlendirilmesi ve Analiz Sonuçları

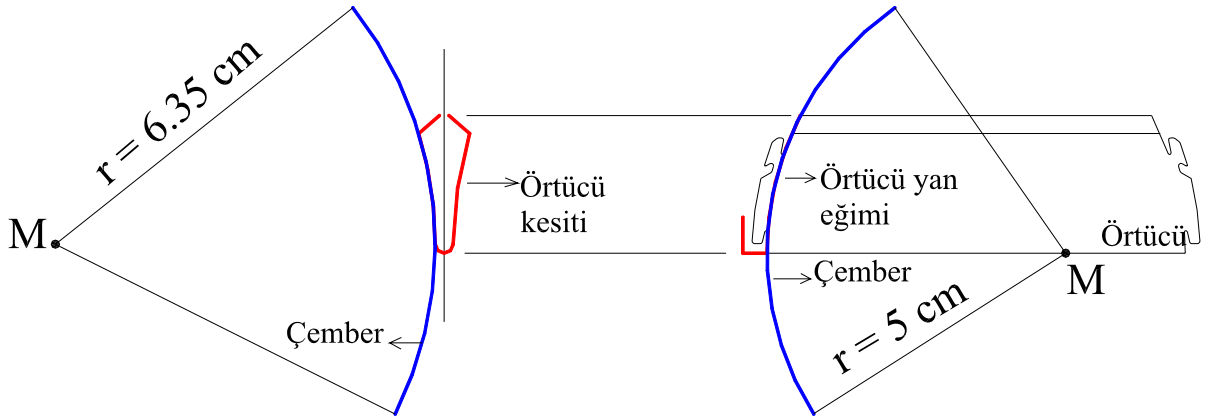
Çalışma kapsamında oluşturulan her bir yansıtıcı için, yansıtıcının ölçüleri dikkate alınarak o yansıtıcıya özgü örtücü tasarlanmıştır. Bunun doğal sonucu olarak, her bir yansıtıcı için boyut ve biçimleri birbirinden farklılık gösteren örtücüler oluşturulmuştur.

Ancak, örnek aydınlatma aygıtının yapımını üstlenen kuruluş yalnızca boyut ve biçimi belli iki ayrı örtücü üretebilme teknolojisine sahip olduğundan, tasarlanan genel silindir yansıtıcılar arasından, örtücüsünün ölçüleri çalışmayı destekleyen kuruluşun üretebildiği örtücülerden birine yakın olanın yapımı gündeme gelmiştir (Şekil 12.1). Kullanılacak örtücünün genişliği, yansıtıcının ağız açıklığı ölçüsünü de belirlediğinden tasarlanan yansıtıcılar arasından yansıtıcısının ağız açıklığı bu ölçüye yakın olan biri seçilmiştir (TK=2, $\theta=90^0$; Bölüm 7, Çizelge 7.1), seçilen yansıtıcının boyutu kullanılacak örtücüye uygun olacak biçimde büyütülmüştür (TK=2, $\theta=94.4^0$).

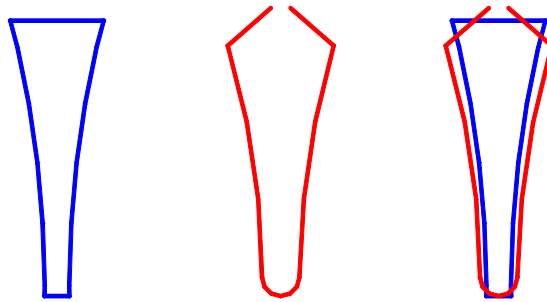


Şekil 12.1 Üretilmek üzere seçilen genel silindir yansıtıcı ve bu yansıtıcı için tasarlanan örtücü

Destekleyen kuruluşun üretebildiği örtücüler küre parçalarından oluşmaktadır ve örtücünün ayrıca yan eğimi (örtücünün yansıtıcı ile birleştiği bölümdeki eğimi) de küreseldir (Şekil 12.2).

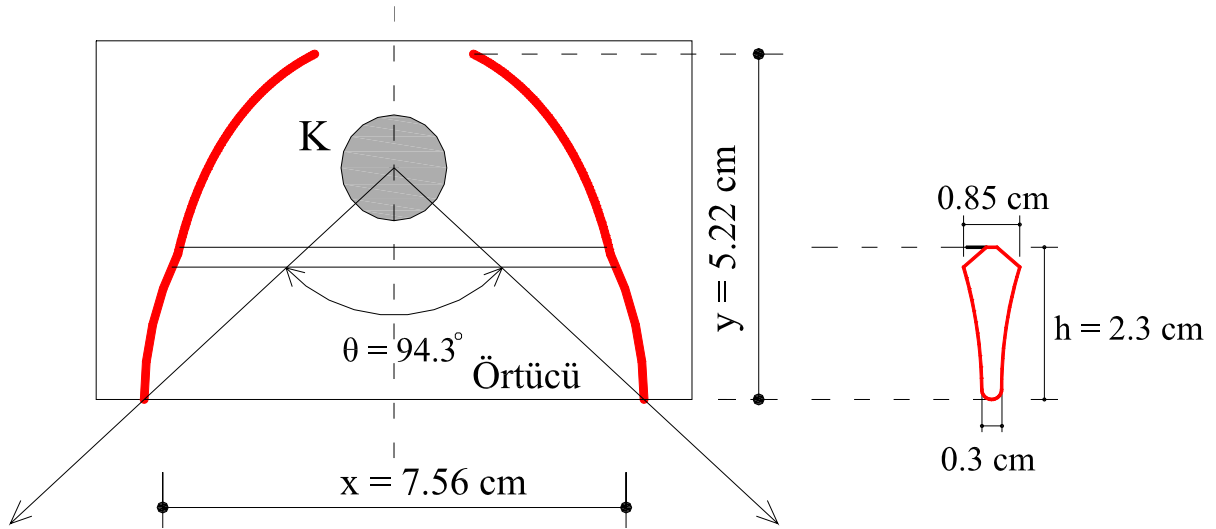


Şekil 12.2 Örnek aydınlatma aygıtının üretimini üstlenen kuruluşun üretebildiği örtücü

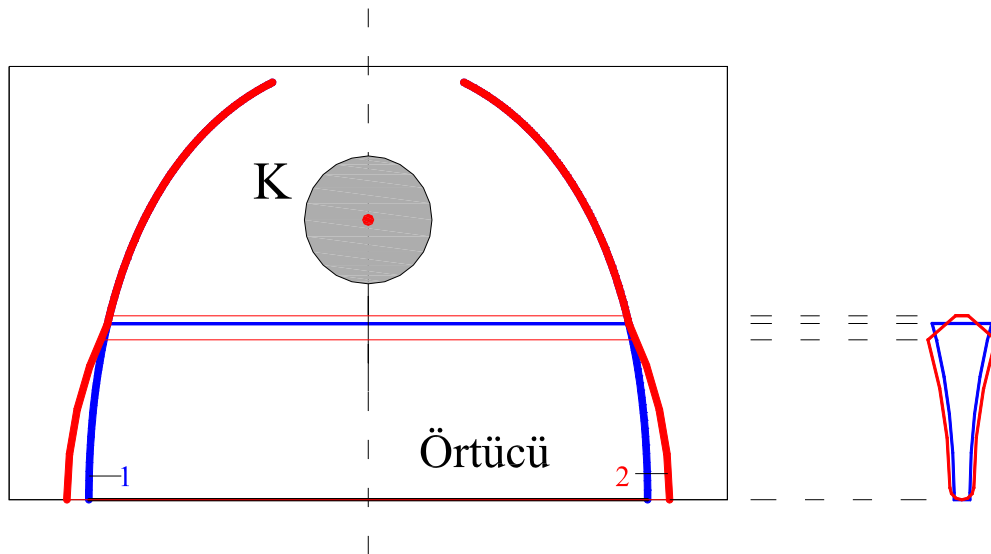


Şekil 12.3 Tasarlanan ve kullanılmak zorunda kalınan örtücülerin karşılaştırması

Bu durum, tasarlanan yansıtıcının örtücü ile birleşen bölümünün, örtücü yan eğimi ile aynı küresel parçadan yapılmasını zorunlu kılmıştır. Buna bağlı olarak yansıtıcı, örtücü ile birleşen bölümü örtücü yan eğimine uygun duruma gelecek biçimde yeniden biçimlendirilmiştir (Şekil 12.4).



Şekil 12.4 Üretilmek üzere yeniden biçimlendirilen yansıtıcı



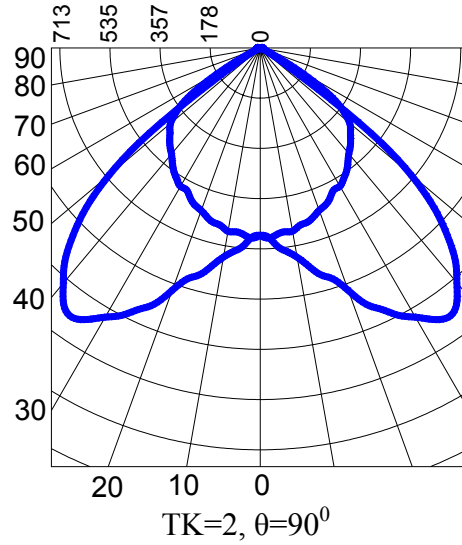
Şekil 12.5 Tasarlanan ve üretilmek üzere yeniden biçimlendirilen yansıtıcı kesitlerinin karşılaştırması

Çalışma içinde oluşturulan tüm yansıtıcılar MIRO04 ve MIRO07 olmak üzere iki ayrı yansıtıcı gereci için analiz edilmesine karşın, aydınlatma aygıtının yapımını üstlenen kuruluşun isteği üzerine üretilen yansıtıcı ve örtücüsünün ipeğimsi parlaklıktaki bir başka alüminyum gereçten (MIRO05) yapılmasına karar verilmiştir. MIRO05 yansıtıcı gerecinin görünümü Resim 12.1'de gösterilmiştir.

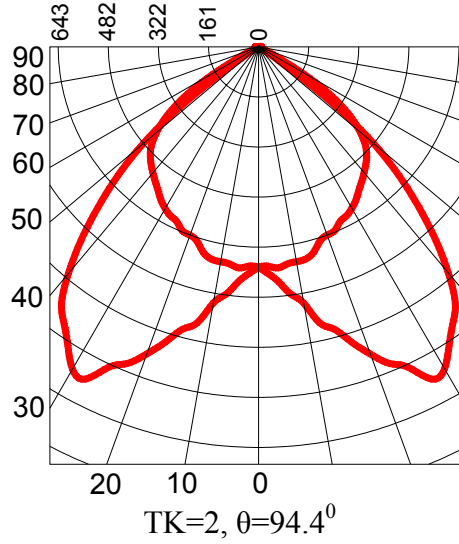


Resim 12.1 MIRO05 yansıtıcı gerecinin görünümü

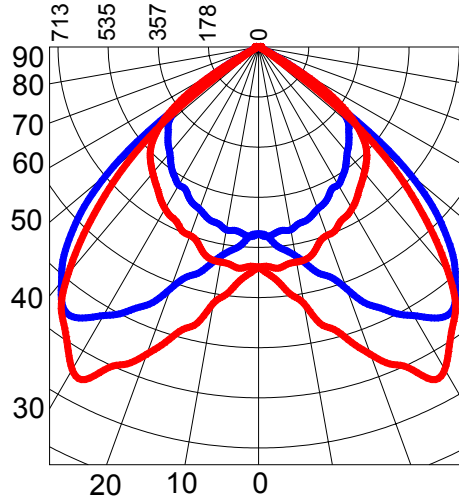
Ağız açıklığı, destekleyen kuruluşun üretebildiği örtücünün ölçüsüne uygun duruma getirilen genel silindir yansıtıcının, bu yansıtıcıya özgü tasarlanmış parabol kesitli kendi örtücüsünün kullanılması durumu analiz edilmiş ve elde edilen aydınlatma aygıtı ışık yeğnlik eğrisi Şekil 12.6'de verilmiştir. Söz konusu yansıtıcı kesitinin alt bölümünün kullanılacak örtücünün yan eğimine göre düzeltildiği ve destekleyen kuruluşa ait örtücünün kullanıldığı durum da analiz edilmiş ve ulaşılan aydınlatma aygıtı ışık yeğnlik eğrisi Şekil 12.7' de gösterilmiştir. Şekil 12.8'de her iki durumda elde edilen aygıt ışık yeğnlik eğrileri üst üste görülmektedir.



Şekil 12.6 Tasarlanan genel silindir yansıtıcının kullanıldığı durum için elde edilen aydınlatma aygıtı ışık yeğnlik dağılımı



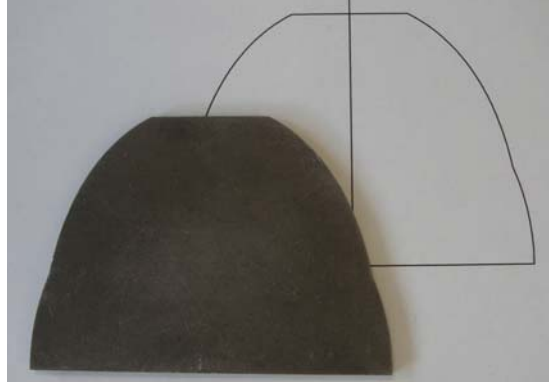
Şekil 12.7 Üretilmek üzere yeniden biçimlendirilen yansıtıcının kullanıldığı durum için elde edilen aydınlatma aygıtı ışık yeğnlik dağılımı



Şekil 12.8 Tasarlanan ve üretilmek üzere yeniden biçimlendirilen yansıtıcıların kullanıldığı durumlar için elde edilen aydınlatma aygıtı ışık yeğnlik dağılımlarının karşılaştırması

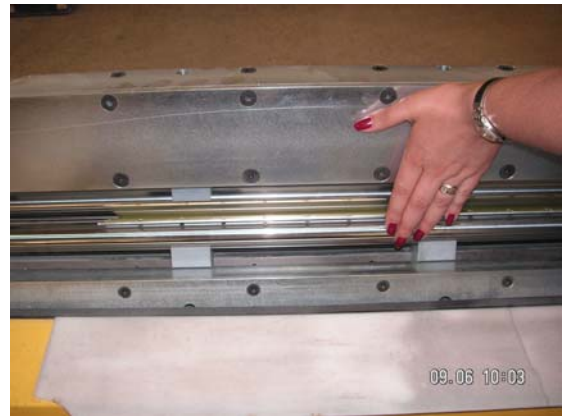
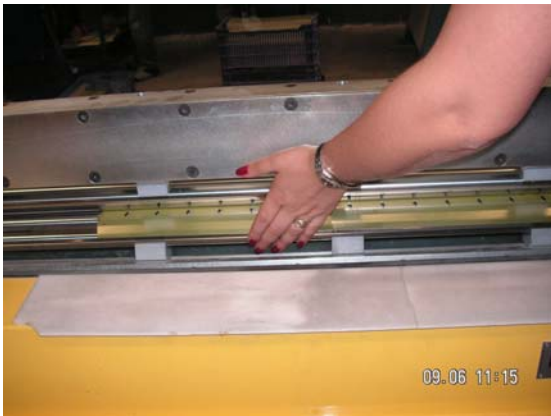
12.2 Aydınlatma Aygıtının Yapım Süreci ve Üretilen Aygıtın Özellikleri

Yansıtıcı gerecinin, üretilmek üzere oluşturulan yansıtıcı kesitinin bükeyliğine uygun olarak biçimlendirilip biçimlendirilmediğinin kontrolü için 2D AutoCAD ortamında hazırlanmış yansıtıcı kesitinden yararlanarak bir master (kalıp) hazırlanması gerekmiştir (Resim 12.2).



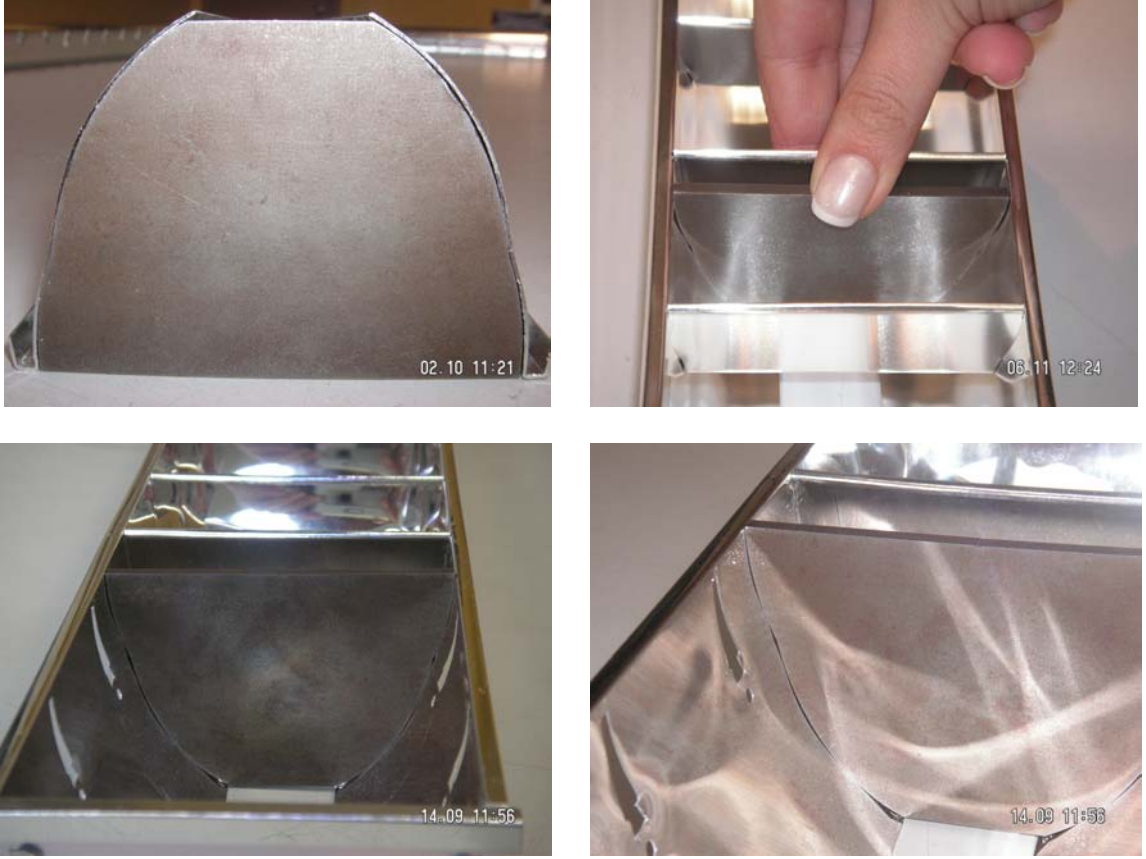
Resim 12.2 Yansıtıcı gerecine istenen büküklüğün verilmesi sürecinde kontrol amaçlı kullanılmak üzere hazırlanan master

Yansıtıcı gerecinin tasarlanan büküklüğe uygun hale getirilmesi için kullanılan makine ile deneme yanılma yolu ile işlem yapılabilmektedir. Yani, yansıtıcı kesimine ilişkin çeşitli uzunluk ve açısal ölçüleri doğrudan doğruya makineye veri olarak girmek olanaklı değildir (Resim 12.3).



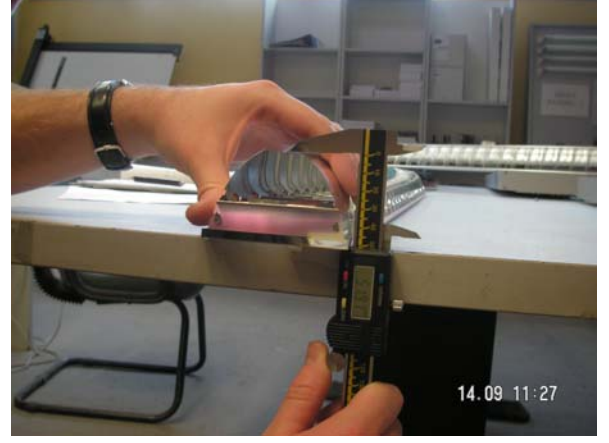
Resim 12.3 Yansıtıcı gerecinin biçimlendirildiği makine

Makinenin çalışma sistemine uygun olarak her seferinde farklı veri girişi yapılarak yansıtıcı gerecine belli bir büküklük kazandırılmış ve sonucun hazırlanmış mastara uygunluğu gözlem yolu ile kontrol edilmiştir. Bu durum, çok sayıda denemenin yapılmasını gerekli kılmıştır. Ayrıca, yansıtıcı kesitinin üst bölümünün tasarlanan genel silindir yansıtıcıdan oluşması, alt bölümünün ise örtücü yan eğimine uygun olarak küresel bir parçadan oluşması istenen sonucun elde edilmesindeki güçlüğü artırmıştır (Resim 12.3).



Resim 12.4 Yansıtıcı kesitindeki büküklüğün kontrolü

Resim 12.4’de görüldüğü gibi, destekleyen kuruluşun araştırma-geliştirmeden sorumlu kişisi tarafından yapılan çok sayıda denemeye karşın yansıtıcı gerecine kazandırılan büküklük tasarlanan ile tamamen aynı olamamıştır. Tasarlanana en yakın olarak kabul edilen yansıtıcı kesiti ölçmede kullanılmak üzere kabul edilmiştir. Gerek yansıtıcı kesiti gerekse aydınlatma aygıtı kasasının verilere uygunluğu ölçülerek kontrol edilmiştir (Resim 12.5-12.6)

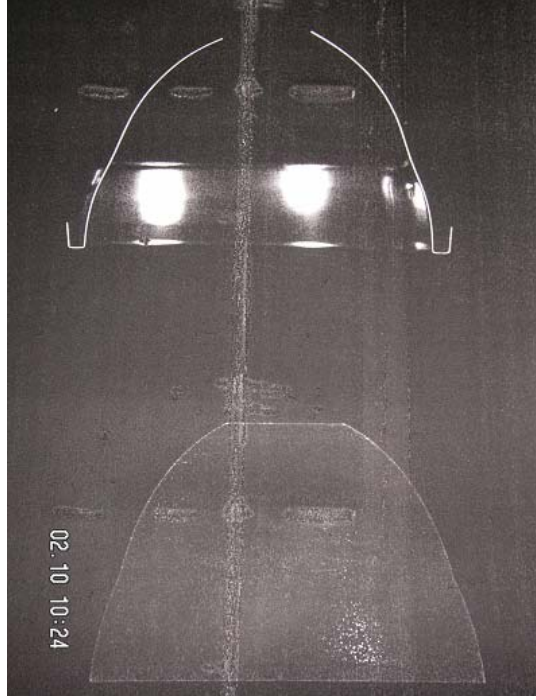


Resim 12.5 Aydınlatma aygıtı yansıtıcısının verilere uygunluğunun kontrolü



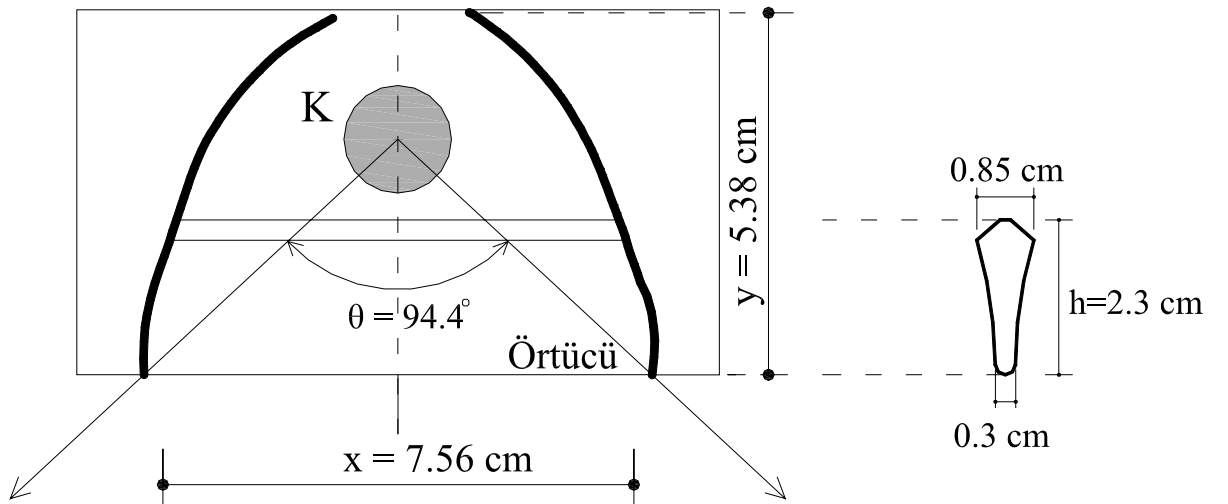
Resim 12.6 Aydınlatma aygıtı kasasının verilere uygunluğunun kontrolü

Yapılan denemeler arasında tasarlanana en yakın kabul edilen ve ölçmede kullanılmasına karar verilen yansıtıcı kesiti, kesitin fotokopisi alınarak bilgisayar ortamında üç boyuta dönüştürülmüş ve üretilebilen bu yeni durumun yeniden analizi yapılmıştır (Resim 12.7).

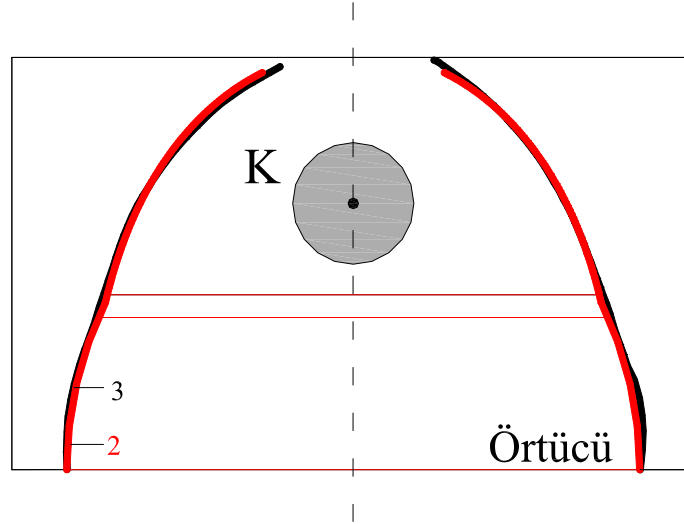


Resim 12.7 Üretilen yansıtıcı kesitinden alınan fotokopi

Şekil 12.9'da üretilen yansıtıcı kesiti, Şekil 12.10'da üretilmek üzere hazırlanan ve üretilen yansıtıcı kesitleri birlikte gösterilmiştir.

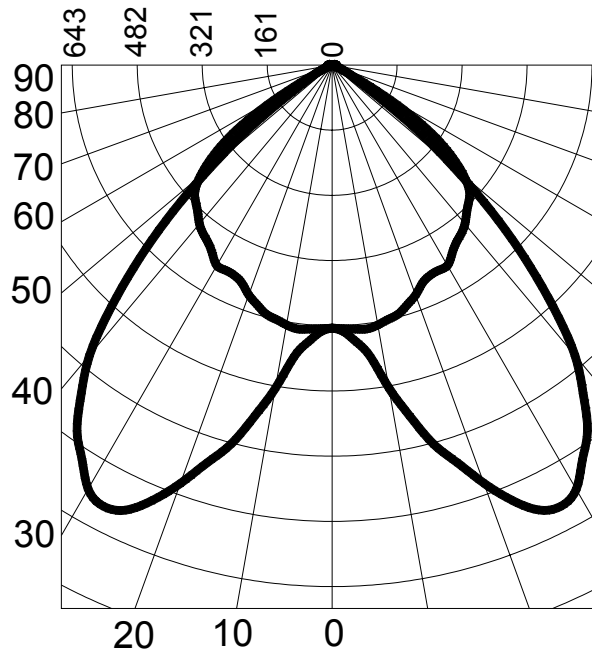


Şekil 12.9 Üretilen yansıtıcı kesiti

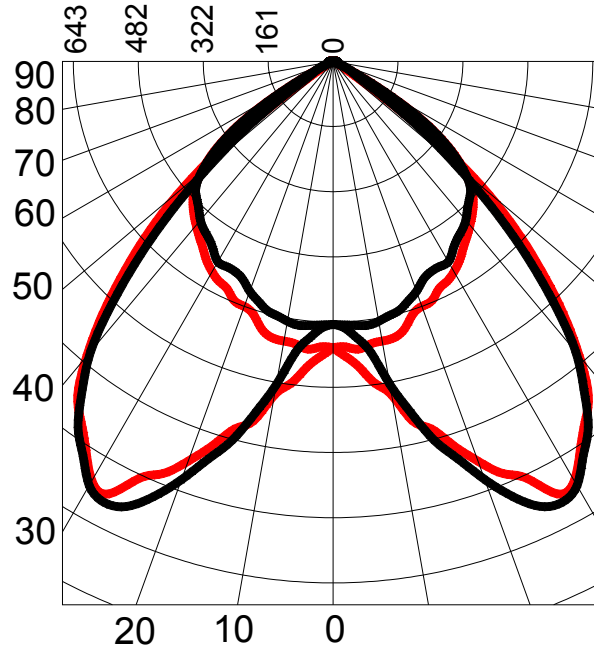


Şekil 12.10 Üretilmek üzere hazırlanan ve üretilen yansıtıcı kesitlerinin karşılaştırması

Şekil 12.11'de üretilen yansıtıcı kesitinin bilgisayar programı ile yapılan analizi sonucunda ortaya çıkan aygıt ışık yeğinlik dağılımı, Şekil 12.12'de ise üretilmek üzere hazırlanan ve üretilen yansıtıcı kesitlerinin aydınlatma aygıtı ışık yeğinlik bağlamında analiz sonuçları birlikte verilmiştir.



Şekil 12.11 Üretilen yansıtıcının kullanıldığı durum için elde edilen aydınlatma aygıtı ışık yeğinlik dağılımı



Şekil 12.12 **Üretilmek üzere hazırlanan** ve **üretilen** yansıtıcının kullanıldıkları durumlar için elde edilen aydınlatma aygıtı ışık yeğlilik dağılımları

Üretilen yansıtıcı kesitinin kullanıldığı durum için, analiz sonucunda elde edilen aydınlatma aygıtı ışık yeğlilik dağılımında, 15 derecelik yatay kesitlerdeki ışık yeğlilik değerleri ve aydınlatma aygıtının geriverimi Çizelge 12.1a-b'de verilmiştir. Çizelge 12.1a-b'deki bilgiler, 12.4. Bölümde ölçme sonuçları ile karşılaştırılacaktır.

Çizelge 12.1a Analiz sonucunda elde edilen aydınlatma aygıtı ışık yeğlilik değerleri

Düsey açı (derece)	Yatay açılar						
	0 ⁰ -180 ⁰	15 ⁰ -195 ⁰	30 ⁰ -210 ⁰	45 ⁰ -225 ⁰	60 ⁰ -240 ⁰	75 ⁰ -255 ⁰	90 ⁰ -270 ⁰
	C ₀	C ₁₅	C ₃₀	C ₄₅	C ₆₀	C ₇₅	C ₉₀
0	648	648	648	648	648	648	648
2.5	657	664	664	667	652	660	650
5	685	699	684	681	662	647	653
7.5	725	728	709	704	680	657	656
10	808	782	772	723	689	665	650
12.5	886	868	828	759	701	666	642
15	966	944	912	820	728	655	634
17.5	1027	1020	968	865	748	653	618
20	1096	1083	1016	919	771	652	603
22.5	1160	1133	1072	964	811	644	582
25	1210	1185	1116	1004	843	651	572
27.5	1225	1212	1153	1044	869	661	570
30	1206	1199	1166	1057	889	674	570
32.5	1151	1154	1143	1075	909	684	551
35	1100	1096	1110	1068	923	685	534
37.5	1018	1032	1045	1040	918	694	524
40	933	949	975	991	914	692	510
42.5	808	837	886	918	883	680	492

Çizelge 12.1b Analiz sonucunda elde edilen aydınlatma aygıtı ışık yeğlilik değerleri

Düşey açı (derece)	Yatay açılar						
	0 ⁰ -180 ⁰	15 ⁰ -195 ⁰	30 ⁰ -210 ⁰	45 ⁰ -225 ⁰	60 ⁰ -240 ⁰	75 ⁰ -255 ⁰	90 ⁰ -270 ⁰
	C ₀	C ₁₅	C ₃₀	C ₄₅	C ₆₀	C ₇₅	C ₉₀
45	673	712	782	838	844	671	477
47.5	533	575	656	748	782	652	460
50	392	438	522	648	709	616	425
52.5	270	314	397	536	615	551	376
55	152	203	283	422	521	468	314
57.5	89.2	120	196	326	427	360	231
60	63.5	83.8	130	241	316	223	129
62.5	47.8	63.5	100	171	193	97.6	49.2
65	33.5	48.8	81.5	112	85	33.2	18.3
67.5	23	40.1	60.5	64	30.6	12.3	9.01
70	11.8	28.6	41.4	30.9	11	4.9	4.45
72.5	6.01	14.8	22.3	14.6	4.88	2.48	1.9
75	3.15	7.97	10.4	6.54	2.25	1.11	1.38
77.5	2.13	5.47	6.5	3.6	1.43	0.63	0.47
80	1.15	3.78	4.14	1.91	0.87	0.37	0.27
82.5	0.77	2.56	2.67	1.02	0.51	0.19	0.14
85	0.68	2.21	1.71	0.56	0.36	0.08	0.1
87.5	0.19	0.72	0.55	0.19	0.06	0.03	0.01
90	0.04	0.09	0.04	0.05	0.01	0.01	0

Aydınlatma aygıtının geriverimi (η)	% 79
--	------

12.3 Ölçme Düzeni ve Sonuçları

Üretilen aydınlatma aygıtının ışık yeğlilik dağılımı ve geriverimi YFU Yapı Fiziği Uzmanlık Enstitüsü Fotometri Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. Ölçme düzeni ile ilgili genel bilgiler aşağıda verilmiştir:

- **Çevre:**

Fotometri laboratuvarının tavan ve duvarları mat siyah boyalı, döşeme ise siyah halıflex kaplamadır. Masa, tabure ve benzeri eşyalar mat siyahtır. Laboratuvar bodrum katında olup ısısal kararlılığı iyidir ve hava akımları dikkate alınamayacak kadar düşüktür.

- **Maskelme - Kaçak ışık:**

Aydınlıkölçerin fotoseli yalnızca aydınlatma aygıtını görmektedir. Bu, aydınlatma aygıtı boyutuna göre çapları ve yerleri değişebilen arka arkaya iki maske ile sağlanmaktadır. Kaçak ışık, ölçme duyarlılığının altında kalmaktadır.

- **Ölçme gerilimi:**

Ölçme gerilimi, California Instruments firmasının 2001 RP model güç kaynağı ile regüle edilmektedir.

- **Gonyofotometre:**

Kullanılan gonyofotometre (GONFU-302) YFU tarafından geliştirilmiştir. Gonyofotometrenin açısal duyarlılığı yatayda 0.05 derece, düşeyde de 0.1 derecedir. Yatay ve düşey açı adımları, ışık yeğirliğı uzaysal dağılımı eğrilerinin yeterli duyarlıkta çıkartılabilmesi için bilgisayardan belirlenebilmektedir. Aydınlatma aygıtı optik ekseni ile fotosel optik eksenlerinin çakıştırılması lazer yardımı ile yapılmaktadır. Ölçmeler bilgisayar kontrollü ve otomatik olarak gerçekleştirilmektedir (Resim 12.8).

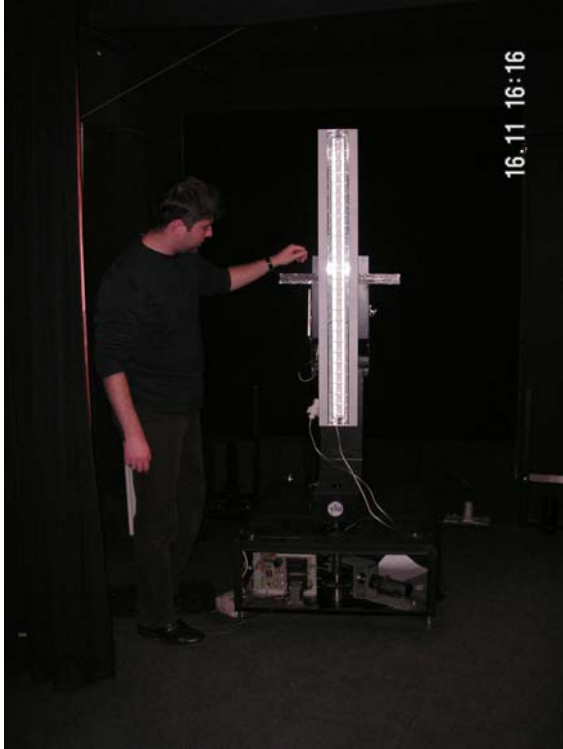
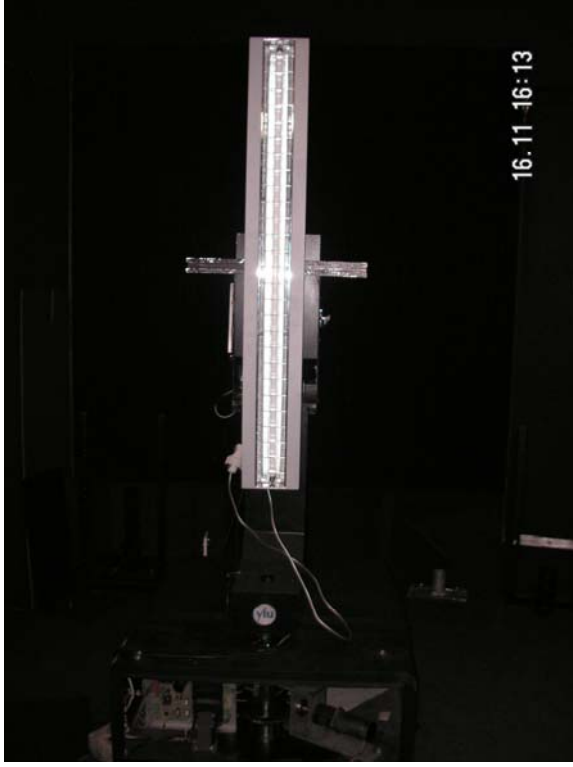
- **Aydınlıkölçer:**

Işık yeğirliğinin ölçülmesi için Brüel&Kjær marka “Type 1105-Precision Photometer” kullanılmaktadır. Type 1105, 0.01 lx ile 1 Mlux arasında ölçüm yapabilmekte, bilgisayara 4 hanelik bilgi göndermektedir. Ölçüm aralığı bilgisayar aracılığı ile 0.1 saniyelik adımlarla 0.1 saniye ile 10 saniye arasında ayarlanabilmektedir. YFU gonyofotometrik ölçmelerinde ölçüm aralığı 0.5 saniye olarak ayarlanmıştır (Resim 12.8).

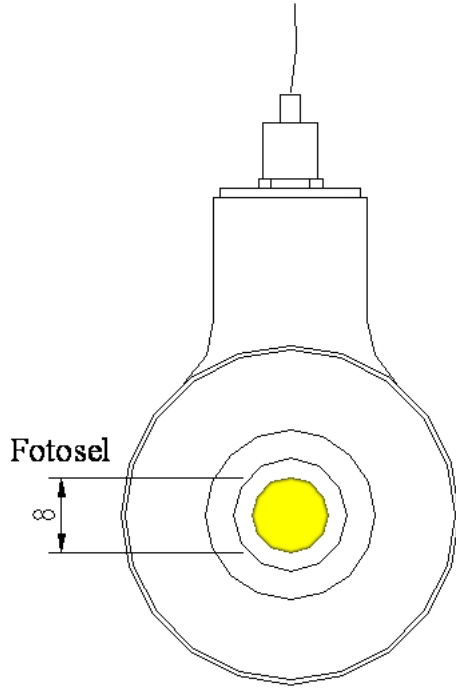
Ölçüm bilgileri,

- ölçme gerilimi: 220 V,
- ölçme uzaklığı: 5.9 m,
- çevre sıcaklığı: 22⁰ C,
- bağıl nem: %45,
- düzlemler (C) arası açı adımı (yatay açı aralığı): 15⁰
- düzlem içi açı (γ) adımı (düşey açı aralığı): 2.5⁰

olarak sıralanabilir.



Resim 12.8 Ölçmelerin yapıldığı gonyofotometre (açılı ışıkölçer)



Resim 12.9 Ölçmelerin yapıldığı aydınlıkölçer

Çizelge 12.2a Ölçme sonucunda elde edilen aydınlatma aygıtı ışık yeğinlik değerleri

Düşey açı (derece)	Yatay açılar						
	0 ⁰ -180 ⁰	15 ⁰ -195 ⁰	30 ⁰ -210 ⁰	45 ⁰ -225 ⁰	60 ⁰ -240 ⁰	75 ⁰ -255 ⁰	90 ⁰ -270 ⁰
	C ₀	C ₁₅	C ₃₀	C ₄₅	C ₆₀	C ₇₅	C ₉₀
0	699.1	699.1	699.1	699.1	699.1	699.1	699.1
2.5	718.9	709.1	719.8	716.1	705.7	700.8	699.1
5	778.2	765.4	766.3	750	724.1	705.7	699.1
7.5	859.0	843.2	833.4	799.2	750.7	714	700.8
10	944.8	924.4	910.9	855.2	784	720.6	695.8
12.5	1032.2	1007.2	986.7	914.6	817.3	725.6	687.5
15	1113	1086.8	1060.7	970.6	848.9	732.2	675.9
17.5	1178.9	1153	1127.9	1026.6	883.9	733.9	659.3
20	1220.1	1196.1	1177.8	1074.1	913.8	738.9	642.8
22.5	1243.2	1220.9	1207.1	1111.4	942.1	743.8	627.9
25	1246.5	1225.9	1219.1	1135.2	967.1	748.8	611.3
27.5	1230.0	1212.7	1215.7	1142	987.1	757.1	599.7
30	1192.1	1177.9	1193.3	1135.2	998.7	762.1	617.9
32.5	1136.1	1124.9	1155.4	1114.8	1000.4	765.4	600.5
35	1066.8	1058.6	1098.6	1079.2	988.7	762.1	576.5
37.5	976.1	975.8	1028	1030	965.4	752.1	550.5
40	844.2	859.8	940.2	963.8	930.5	738.9	521.3
42.5	698.4	710.7	824.8	885.7	885.5	717.3	494.3
45	513.8	555.8	692.2	792.4	830.6	689.2	467.7
47.5	350.2	395.8	542.1	683.8	759.0	652.7	435.4
50	203.3	243.7	373	571.8	674.1	613.4	392.8
52.5	99.3	131.9	227.5	454.8	591.9	562.1	345.4
55	45.9	66.6	126.4	328.7	503.8	484.1	299.9
57.5	26.6	41.2	70.5	223.6	393.3	393.8	247.7
60	16.2	27.3	54.8	149.7	289.1	299.4	188.53

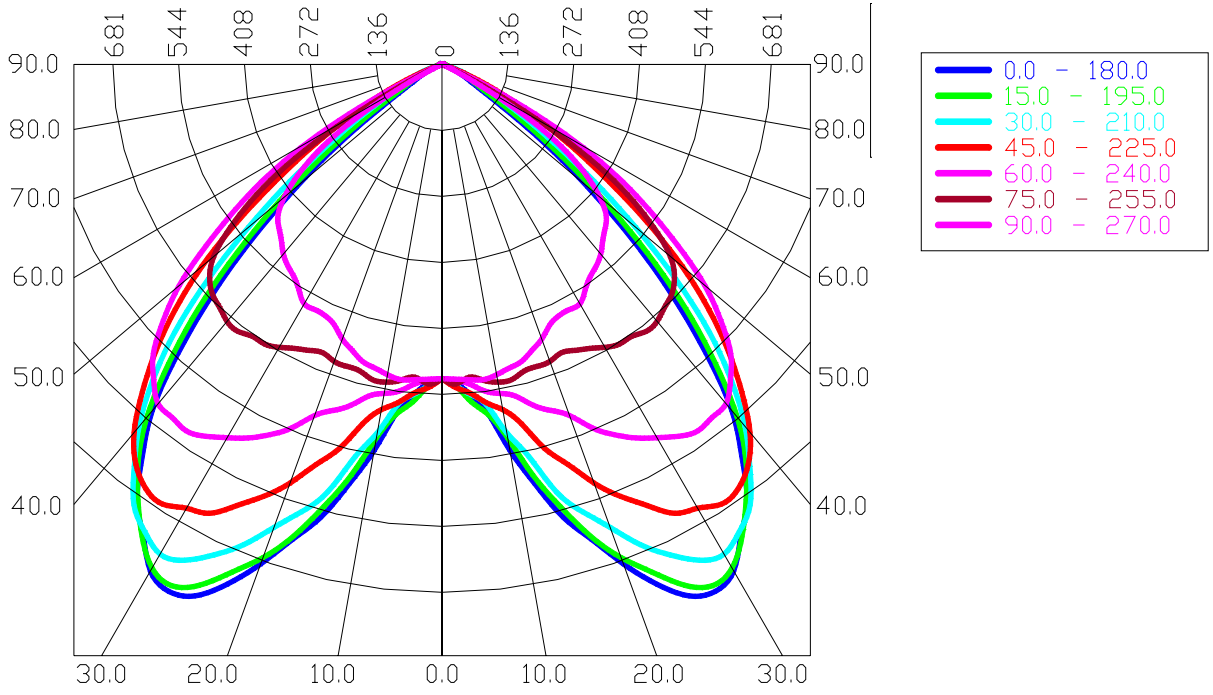
Çizelge 12.2b Ölçme sonucunda elde edilen aydınlatma aygıtı ışık yeğlilik değerleri

Düşey açı (derece)	Yatay açılar						
	0 ⁰ -180 ⁰	15 ⁰ -195 ⁰	30 ⁰ -210 ⁰	45 ⁰ -225 ⁰	60 ⁰ -240 ⁰	75 ⁰ -255 ⁰	90 ⁰ -270 ⁰
	C ₀	C ₁₅	C ₃₀	C ₄₅	C ₆₀	C ₇₅	C ₉₀
62.5	10	18.8	49.07	99.8	198.2	206.6	132.2
65	6.4	13.5	44.4	69.4	128.2	131.4	86
67.5	4	10.2	35.8	44.5	74.4	79	55.4
70	2.5	7.8	23.8	23	43	47.6	32.7
72.5	1.7	4.7	11.9	10.4	22.5	26.9	18.9
75	1	1.9	3.7	4.8	11.7	15.3	11
77.5	0.4	1.2	1.4	2.4	6.2	8.7	6.4
80	0.3	0.6	0.8	1.3	3.2	4.8	3.6
82.5	0	0.3	0.3	0.8	1.8	2.4	2
85	0	0.1	0.1	0.3	0.6	0.9	0.7
87.5	0	0	0	0	0.2	0.5	0.2
90	0	0	0	0	0	0	0

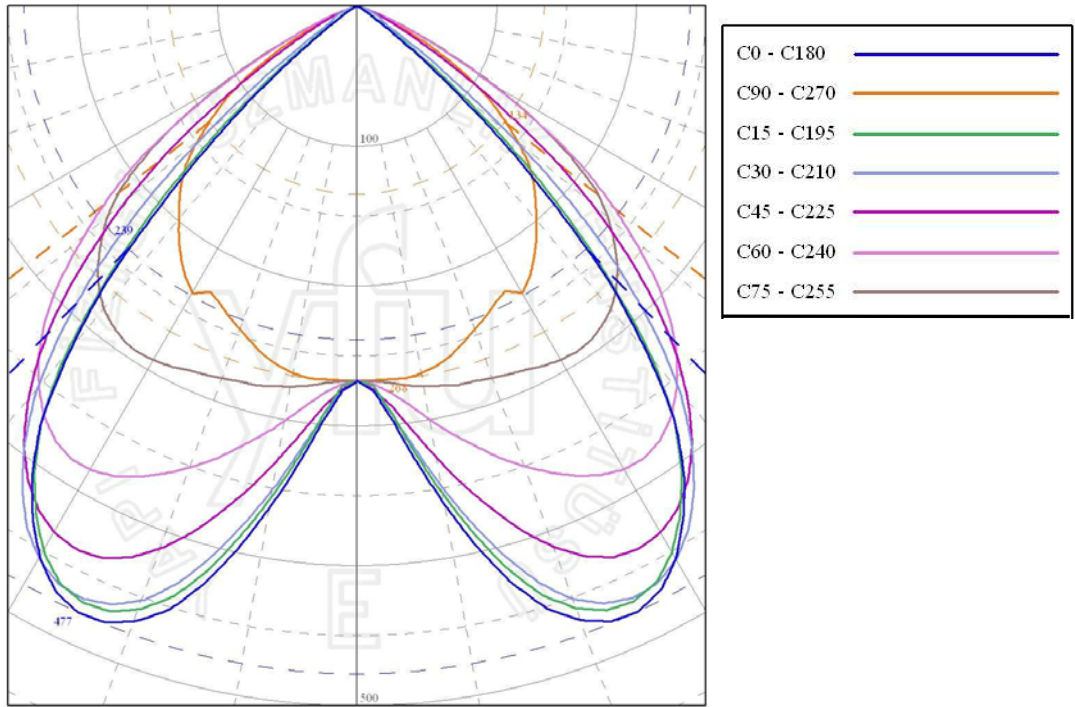
Aydınlatma aygıtının geriverimi (η)	% 76.4
--	--------

12.4 Sonuçların Karşılaştırması ve Değerlendirmesi

Örnek aydınlatma aygıtının Photopia bilgisayar programı aracılığı ile yapılan analiz sonuçları ve YFU laboratuvarında gerçekleştirilen ölçme sonuçları elde edilen aygıt ışık yeğliliği uzaysal dağılımları ve geriverimleri bağlamında aşağıda karşılaştırılmıştır (Şekil 12.13-12.14, Çizelge 12.3).



Şekil 12.13 Analiz sonucunda elde edilen aygıt ışık yeğnlik dağılımı



Şekil 12.14 Ölçme sonucunda elde edilen aygıt ışık yeğnlik dağılımı

Çizelge 12.3 Analiz ve ölçme sonuçlarının karşılaştırması

	0°-180° (C ₀)		90°-270° (C ₉₀)	
	A	Ö	A	Ö
I ₀	648	699.1	648	699.1
Y	%7.3		%7.3	
I _{mak}	1225	1246.5	656	700.8
Y	%1.7		%6.4	
α	27.5	25	7.5	7.5
I _{mak/2}	612.5	623.3	328	350.4
Y	%1.7		%6.4	
I _{mak/2} α	46	43.5	53	52
η	0.79	0.764		
Y	%3.3			

Çizelge 12.3'de,

- I₀: aygıt eksenindeki ışık yeğirliği (cd),
- I_{mak}: en büyük ışık yeğirliği (cd),
- α: en büyük ışık yeğirliği doğrultusunun aygıt eksenini ile yaptığı açısı,
- I_{mak/2}: en büyük ışık yeğirliğinin yarısı (cd),
- I_{mak/2} α: en büyük ışık yeğirliğinin yarıya düştüğü doğrultusunun aygıt eksenini ile yaptığı açısı,
- η: aydınlatma aygıtı geriverimi,
- Y: yaklaşıklık değerini

belirtmektedir.

Örnek aydınlatma aygıtının bilgisayar programı ile elde edilen aydınlatma özelliklerinin ölçülerek sınanması ile aydınlatma aygıtı yapımında izlenmesi gereken süreç tamamlanmıştır.

Çizelge 12.3'de görüldüğü gibi, analiz ve ölçme sonucunda elde edilen değerler arasındaki yaklaşıklık değerleri oldukça küçüktür. Bu durum, bilgisayar programı ile ulaşılan sonuçların uygulamada da büyük bir yakınlıkla ortaya çıkacağını kanıtlamaktadır. Ayrıca, çalışma içinde ele alınan değişik koşullar için varılan sonuçların güvenilirliğini göstermesi bakımından da önemlidir.

13. SONUÇ

Yansıtıcı türü ne olursa olsun, yansıtıcı tasarımına yönelik literatürde yer alan bilgiler genelde yansıtıcı gerecinin düzgün yansıma yapması ve doğrusal ışık kaynağının “çizgi kaynak” olması varsayımına dayanır. Bu araştırma kapsamında, yansıtıcı yüzeyi düzgün yansıma yapan yüzeye sınırlı tutulmamış, ışık kaynağı olarak kullanılan onaltı mm çaplı doğrusal flüoresan lambanın ise boyutu da dikkate alınarak “düzgün yayılmış aydınlık” elde etmeye yönelik yansıtıcı tasarımları yapılmıştır.

Yansıtıcı türü olarak,

- genel silindir yansıtıcı,
- eliptik silindir yansıtıcı,
- parabolik silindir yansıtıcı,
- hiperbolik silindir yansıtıcı ve
- düzlem yansıtıcı

olmak üzere geometrik özellikleri birbirinden farklı beş ayrı yansıtıcı ele alınmıştır. Tasarlanan yansıtıcıların ışık yeğnlik dağılımı, geriverim gibi özellikleri ile oluşturdukları aydınlık dağılımları bir aydınlatma aygıtı tasarım ve analiz programı ile belirlenmiştir. Çalışma içinde ele alınan örnek durumların çoğunda aydınlatma aygıtı geriverimi %65’in üzerinde olup %86’lara kadar çıkmaktadır.

Düzgün yayılmış aydınlık elde etmek açısından elde edilen sonuçlar yansıtıcı türlerine göre karşılaştırıldığında, en olumlu durumlar genel silindir yansıtıcıların kullanıldığı uygulama örneklerinde ortaya çıkmıştır. Bunu, eliptik silindir yansıtıcılar izlemiştir. Bu nedenle, uygulamada yararlanılabilir örnek sonuçları artırmak amacıyla genel ve eliptik silindir yansıtıcılar ile ilgili daha fazla sayıda örnek durum oluşturulmuştur. Bunun yanı sıra gerek genel gerekse eliptik silindir yansıtıcıların kullanımında aydınlık dağılımı bakımından elde edilebilecek olumlu durumların sayısını artırmak üzere arayışlar sürdürülmüş ve

- genel silindir yansıtıcıda, aygıttan çıkan ışığın yayılma açısı veri alınarak tasarlanan yansıtıcılardan kimilerinin etekleri kısaltılarak,
- eliptik silindir yansıtıcıda, lamba merkezi aydınlatma aygıtı ekseninde odak dışına kaydırılarak

yararlanılabilir örnek durum sayısı çoğaltılmıştır.

Parabolik ve hiperbolik silindir ile düzlem yansıtıcılar aracılığı ile istenen düzgün yayılmışlıkta aydınlık dağılımları sağlanamamıştır. Bu yansıtıcıların kullanımında, aydınlanan toplam alanın aygıt eksenine çevresindeki küçük bir bölümde yüksek nicelikte düzgün yayılmış

aydınlıklar oluşmasına karşın bu durum, çalışmanın amacı aydınlanan alanın büyük bir bölümünde aydınlığı düzgün yaymak olduğundan, olumlu olarak değerlendirilememiştir. Bununla birlikte, söz konusu yansıtıcı türlerinin kullanıldığı uygulama örneklerinden, aygıttan çıkan ışığın aydınlattığı toplam alan yerine bu alanın merkezindeki küçük bir bölümde yüksek nicelikte düzgün yayılmış aydınlığın gerekli olduğu koşullarda yararlanılabileceği açıktır.

Yansıtıcının tasarım sürecinde bilgisayar programı aracılığı ile ulaşılan analiz sonuçlarının, aydınlatma aygıtının yapımı tamamlandıktan sonra uygulamada ortaya çıkacak gerçek sonuçlara ne ölçüde yakın olduğunu test etmek amacıyla tasarlanan yansıtıcılardan birinin yer aldığı aydınlatma aygıtı çalışmayı destekleyen kuruluşça üretilmiştir. Üretilen aydınlatma aygıtının ışık yeğinlik dağılımı ve geriverimi bir laboratuvarında ölçülmüş ve ölçme sonuçları analiz sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Aydınlatma aygıtı ışık yeğinlik dağılımları ve geriverimleri bağlamında yapılan karşılaştırma analiz ve ölçme sonuçlarının birbirine oldukça yakın olduğunu göstermiştir. Analiz ve ölçme sonuçlarının birbirine yakınlığı, çalışma kapsamında ortaya konmuş olan tüm sonuçların uygulamada gerçekleştirilebilir sonuçlar olduğunu göstermesi bakımından önemlidir.

Bu çalışma kapsamında yapılan örnek uygulamalar ile yansıtıcı biçimi ve yüzey özelliğine ilişkin değişik seçeneklerin aydınlık dağılımına etkileri irdelenmiştir. Ele alınan her bir yansıtıcı türü için, aydınlık dağılımındaki düzgünlük açısından en iyi sonuçları veren koşullar belirtilmiştir. Böylece, aydınlatma aygıtı tasarımcısı ve/ya da üreticisinin ulaşılan sonuçları aydınlık dağılımının düzgünlüğü, aygıt geriverimi, yansıtıcı boyutları, siperlik engel açısı vb. değişik açılardan karşılaştırıp kendi amacına en uygun olan koşulları seçmesine olanak tanınmıştır.

Doğal olarak varılan olumlu sonuçlar, ele alınan yansıtıcıların geometrik özellik ve boyutları açısından oluşturulan örnek durumlar ile ilgilidir. Öte yandan, yansıtıcı geometrisi ve boyutuna ilişkin bu çalışmada ele alınanlardan farklı değerlerin, çalışma içinde ulaşılmış sonuçları hangi doğrultuda değiştireceği örnek uygulama sonuçlarından yararlanılarak kolayca görülebilir.

Çalışma içinde ulaşılan sonuçlar ile literatürde yansıtıcı tasarımına yönelik var olan çok sınırlı temel bilgilere yeni katkılarda bulunulmuştur. Konu ile ilgili kişilerin çalışma içinde ortaya konan yol gösterici sonuçlardan yararlanması ile yansıtıcı tasarımına yönelik başka çalışmaların yapılabileceği açıktır.

KAYNAKLAR

- Anon., CIE, (1986), Guide on Interior Lighting, CIE No: 29.2.
- Anon., CIE, (1987) International Lighting Vocabulary, 4. Edition, Publication CIE No 17 (E-1.1).
- Anon., CIE, (1995), Discomfort Glare in Interior Lighting, CIE 117.
- Anon., CIE, (2000), Lighting in Indoor Work Places, CIE 008.1/E.
- Anon., CIBSE, (1994), Code for Interior Lighting, London, Great Britain.
- Anon., IES, (1984), Lighting Handbook.
- Anon., IESNA, (2000), The Lighting Handbook, 9. Edition, ISBN: 0-87995-150-8, New York, ABD.
- Anon., Philips Lighting, (1989), Luminaire Optics and Photometrics, Printed in the Netherlands.
- Anon., Philips Lighting, (1993), Philips Lighting Manual, Eindhoven, Netherlands.
- Anon., Philips Lighting, Luminaire Optics and Photometrics, 07a-07b Power Point Sunumu.
- Anon., (1992), Handbuch für Beleuchtung, SLG, LiTG, LTAG, NSVV, ISBN:3-609-75390-0, Druckerei Schoder, Gersthofen - Almanya.
- Anon., Philips Lighting, Luminaire Optics and Photometrics, Power Point Sunumu.
- Aydın, Ş., L. D. Öztürk, (2005), “İstenen Aydınlatma Aygıtı Işık Yeğirlik Eğrisini Sağlayacak Yansıtıcı Biçiminin Belirlenmesi”, 3. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu ve Sergisi, 195-201, Ankara.
- Aydın, Ş., (2005), Yansıtıcı Biçiminin İstenen Aydınlatma Aygıtı Işık Yeğirlik Eğrisine Bağlı Olarak Belirlenmesi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Bean A R, Simons R. H., (1968), Lighting Fittings Performance and Design, Pergamon Press, Oxford.
- Dieckerhoff R., (1998), Die Simulation des Leuchtenreflektors bei der Computerbasierten Modellierung von Leuchten, 204-207, Licht 98, Bregenz, Almanya.
- Elmer, W.B., (1983), The Optics of Reflectors for Illumination, IEEE Transactions on Industry Applications, Vol IA-19, No 5.
- Fitt. B., Thornley, J., (1998), Lighting Technology, A Guide for the Entertainment Industry, Printed in Great Britain.
- Ganslandt, R., Hofmann H., (1992), Handbuch der Lichtplanung, Druckhaus Maack, Lüdenscheid, Almanya.
- Henderson, S. T., Marsden, A. M., (1972), Lamps and Lighting, Printed in Great Britain by William Clowes + Sons, London.
- Helms, R. N., (1980), Illumination Engineering, USA.
- Lindsey, J. L., (1991), Applied Illumination Engineering, USA.
- Öztürk, L. D., (1999), “Der Entwurf von Spiegelreflektor mit Facettenstruktur, The 1st Balkan Conference on Lighting”, IHS’ F. J. St. Constantine and Elena Resort, Varna, Bulgaristan.

Öztürk, L. D., (2000), Düzgün Yansıma Geometrisinin Aydınlatma Aygıtı Yansıtıcılarına Uygulanması, YTÜ Yayın No: YTÜ.MF.YK-2000.0574, Mimarlık Fakültesi Yayın No: MF.MİM-2000.002, ISBN: 975-461-273-0, YTÜ Basım-Yayın Merkezi, Genişletilmiş 2. Baskı: 118 sayfa, İstanbul.

Öztürk, L. D., (2002), “A Successive Approach for Designing Faceted Reflector”, Journal of Light & Visual Environment, ISSN: 0387-8805, Volume 26 Number 1, 1-12.

Öztürk, L. D., (2004), “Yansıtıcı Tasarımında Temel İlkeler, 1. Aydınlatma Semineri”, İstanbul.

Öztürk, L.D., T. Tong, Ş. Aydın, (2006a), “Entwurf von Symmetrischen Reflektoren für Uniforme Beleuchtungsstärkeverteilung “, Tagungsab. 17. Gemeinschaftstagung der Lichttechnischen Gesellschaften Deutschlands, der Niederlande, Österreichs und der Schweiz - Licht 2006, Bern, Switzerland.

Öztürk, L.D., T. Tong, Ş. Aydın, (2006b), “Düzgün Yayılmış Aydınlık İçin Yansıtıcı Tasarımı”, 6. Ulusal Aydınlatma Kongresi, 84-91, İstanbul.

Photopia 2.0.0.17, Aydınlatma Aygıtı Tasarım ve Analiz Programı.

Simons, R. H., Bean, A. R., (2001), Lighting Engineering, Applied Calculations, Printed in Great Britain by MPG Books Ltd, BODMIN, Cornwall.

Stein, B., Reynolds, J. S., Mc Guinness, (1986), Mechanical and Electrical Equipment for Buildings, John Wiley + Sons, New York.

Sirel, Ş., (1974) Aydınlatma Terimleri, YTÜ Yayınları, 112, İstanbul.

Sirel, Ş., (1983) Mimarlık Öğretiminde Aydınlatma Dersleri, YTÜ Basımevi, İstanbul.

Sirel, Ş., (1997) Aydınlatma Sözlüğü, YEM Yayınları, İstanbul.

Weis, B., (2000), Industriebeleuchtung, ISBN:3-7905-0762-8, Richard Pflaum Verlag GmbH&Co. KG, Regensburg - Almanya.

Yiğit, O., L. D. Öztürk, (2006), “Doğrusal Flüoresan Lamba İle Düzgün Yayılmış Aydınlığın Sağlanması”, 6. Ulusal Aydınlatma Kongresi, 206-213, İstanbul.

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi 17.05.1981

Doğum yeri Samsun

Lise 1995-1998 Samsun Namık Kemal Lisesi

Lisans 2000-2004 Yıldız Üniversitesi Mimarlık Fak.
Mimarlık Bölümü

Yüksek Lisans 2004-2007 Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Mimarlık Anabilim Dalı, Yapı Fiziği Programı

Çalıştığı kurum

2006-Devam ediyor Türk Philips Tic.AŞ