

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DÜŞEY DÜZLEMDE DÜZGÜN YAYILMIŞ AYDINLIK
SAĞLAMAK AMACIYLA YANSITICI TASARIMI**

Mimar Selin ÖZMEN

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

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Leyla Dokuzer ÖZTÜRK

İSTANBUL, 2009

İÇİNDEKİLER

SİMGE LİSTESİ	vi
KISALTMA LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ	viii
ÇİZELGE LİSTESİ	xvii
ÖNSÖZ	xxviii
ÖZET	xxix
ABSTRACT	xxx

1.	GİRİŞ	1
2.	AYDINLATMA AYGITI TANIMI	2
3.	AYDINLATMA AYGITININ AYDINLATMA ÖZELLİKLERİ	4
3.1	Işık Akısı Dağılımı	4
3.2	Işık Yeğinlik Dağılımı	5
3.3	Aydınlatma Aygıtının Geriverimi	7
3.4	Aydınlık Düzeyi Dağılımı	8
4.	AYDINLATMA AYGITININ YAPIM ÖZELLİKLERİ	10
4.1	Aygıt Gerecinin Işığı Yansıtma ve Geçirme Özellikleri	10
4.2	Aygıtın Geometrik Özellikleri	11
5.	YANSITICI TANIMI VE YANSITICI BİÇİMLERİ	12
5.1	Düzlem Yüzeyli Yansıtıcılar	13
5.2	Temel Yansıtıcı Biçimleri	14
5.3	Genel Yansıtıcı Biçimleri	15
6.	AYGITTAN ÇIKAN IŞIĞIN YAYILMA AÇISININ BELİRLENMESİ	16
6.1	Duvar Yüzeyinin Tamamının Aydınlatılması	16
6.2	Farklı İşlevli Yapılar İçin Düşey Düzlemde Aydınlatmaya İlişkin Literatür İncelemesi	17
6.2.1	Kütüphane Yapıları İçin Düşey Düzlemde Aydınlatmaya Yönelik İnceleme	17
6.2.2	Büro Yapıları İçin Düşey Düzlemde Aydınlatmaya Yönelik İnceleme	19

6.2.3	Müze Yapıları İçin Düşey Düzlemde Aydınlatmaya Yönelik İnceleme	20
6.3	Tez Kapsamında Kullanılan θ Açısının Belirlenmesi	21
7.	DÜŞEY DÜZLEMDE DÜZGÜN YAYILMIŞ AYDINLIK SAĞLAMAK AMACIYLA YAPILAN YANSITICI TASARIMLARI	22
7.1	Aydınlatma Aygıtı Analiz ve Tasarım Programı	23
7.2	Düşey Düzlemde Aydınlik Dağılımında Düzgünlüğün Değerlendirilmesi	23
7.3	Yansıtıcı Boyutlarının Tanımlanması	27
8.	LİTERATÜRDE YER ALAN YANSITICILARIN İNCELENMESİ	29
8.1	Jolley'in Yaklaşımı	29
8.2	Young'ın Yaklaşımı	30
8.3	Zhao'nun Yaklaşımı	32
8.4	Patentli Ürünlerin İncelenmesi	35
8.4.1	Rex'in Yaklaşımı- Patent No: 2,717,954	36
8.4.2	Shemitz ve Stahleber'in yaklaşımı -Patent No: 3,679,893	37
8.4.3	Bilson ve Brown'un yaklaşımı- Patent No: 4,229,779	38
8.4.4	Molnar'ın Yaklaşımı- Patent No: 4,349,866	39
8.4.5	Kelly'nin Yaklaşımı- Patent No: 4,379,322	41
8.4.6	Molnar'ın Yaklaşımı- Patent No: 4,799,136	42
8.4.7	Smith'in Yaklaşımı- Patent No: 5,075,827	43
8.4.8	Crane'in Yaklaşımı- Patent No: 5,146,393	44
8.5	Sonuçların Karşılaştırılması ve Değerlendirilmesi	46
9.	ASİMETRİK YANSITICI TASARIMINA YÖNELİK ARAŞTIRMALAR	50
9.1	SİMETRİK GENEL SİLİNDİR YANSITICI TASARIMINDA KULLANILAN GRAFİK BÜTÜNLEŞME YAKLAŞIMININ ASİMETRİK GENEL SİLİNDİR YANSITICI TASARIMINA UYGULANMASI	52
9.1.1	Genel Silindir Yansıtıcının Yarısının Kullanıldığı Durum	52
9.1.2	Üst Yansıtıcının Bir Bölümünün Alt Yansıtıcı Olarak Kullanıldığı Durum-Siperlik Engel Açısına Bağlı Belirleme	55
9.1.3	Üst Yansıtıcının Bir Bölümünün Alt Yansıtıcı Olarak Kullanıldığı Durum- Üst Yansıtıcı Etek Noktasını Lamba Merkezini Birleştiren Doğruya Bağlı Belirleme	57
9.1.4	Sonuçların Karşılaştırılması ve Değerlendirilmesi	59
9.2	AYGITTAN ÇIKAN IŞIĞIN YAYILMA AÇISININ İKİ EŞİT PARÇAYA BÖLÜNMESİ VE HER BİR PARÇA İÇİN ÜST VE ALT YANSITICI TASARIMI	64
9.2.1	Alt Yansıtıcının Bir Bölümünün Kullanıldığı Durum	80
9.2.2	Üst Yansıtıcının Bir Bölümünün Alt Yansıtıcı Olarak Kullanıldığı Durum	81
9.2.3	Sonuçların Karşılaştırılması ve Değerlendirilmesi	82
9.3	ÜST YANSITICININ, IŞIK YEĞİNLİK DAĞILIMININ ALT YARISININ	

VERİ ALINARAK TASARLANMASI.....	84
9.3.1 Işık Kaynağının Üst Yansıtıcıyı Görme Açısı ile Veri Alınan θ Açısı Toplamının 180° Olduğu Durum	85
9.3.1.1 (0) 70° için Alt Yansıtıcı Tasarımı	106
9.3.1.2 (0) 65° için Alt Yansıtıcı Tasarımı	110
9.3.1.3 (0) 60° için Alt Yansıtıcı Tasarımı	115
9.3.1.4 (0) 55° için Alt Yansıtıcı Tasarımı	118
9.3.2 Üst Yansıtıcı Parçası Sınırlarının Aydınlik Dağılımını İyileştirmek Amacıyla Uzatılması.....	124
9.3.3 Sonuçların Karşılaştırılması ve Değerlendirilmesi.....	129
9.4 ÜST YANSITICININ, IŞIK YEĞİNLİK DAĞILIMININ BÜTÜNÜNÜN VERİ ALINARAK TASARLANMASI.....	134
9.4.1 Alt Yansıtıcıdan Yansıyan Işığın Üst Yansıtıcıya Farklı Niceliklerde Yönlendirildiği Durum	138
9.4.2 Alt Yansıtıcıdan Yansıyan Işığın Üst Yansıtıcıya Eşit Niceliklerde Yönlendirildiği Durum.....	142
9.4.3 Sonuçların Karşılaştırılması ve Değerlendirilmesi.....	146
9.5 AYGIT EKSENİNİN YATAY OLDUĞU DURUM İÇİN ÜST YANSITICI TASARIMI.....	148
9.5.1 Alt Yansıtıcıdan Yansıyan Işığın Üst Yansıtıcıya Farklı Niceliklerde Yönlendirildiği Durum	161
9.5.2 Alt Yansıtıcıdan Yansıyan Işığın Üst Yansıtıcıya Eşit Niceliklerde Yönlendirildiği Durum.....	165
9.5.3 Alt Yansıtıcı Parçasının Düzlem Parçalardan Oluşturulması	168
9.5.4 Üst Yansıtıcının Bir Bölümünün Alt Yansıtıcı Olarak Kullanıldığı Durum- θ Açısına Bağlı Belirleme.....	171
9.5.5 Alt Yansıtıcı Parçasının Üst Yansıtıcının Oluşturduğu Aydınlik Dağılımını İyileştirmek Amacıyla Tasarlanması	174
9.5.5.1 (0) 70° için Alt Yansıtıcı Tasarımı	174
9.5.5.2 (0) 65° için Alt Yansıtıcı Tasarımı	176
9.5.5.3 (0) 60° için Alt Yansıtıcı Tasarımı	179
9.5.5.4 (0) 55° için Alt Yansıtıcı Tasarımı	182
9.5.6 Sonuçların Karşılaştırılması ve Değerlendirilmesi.....	185
9.6 AYGIT EKSENİNİN DÜŞEY OLDUĞU DURUM İÇİN SOL YANSITICI TASARIMI.....	191
9.6.1 Veri Oluşturan Işık yeğnlik Dağılımının Üst Sınırının Aygıt Ekseni İle 90° lik Açı Yaptığı Durum	191
9.6.1.1 Sağ Yansıtıcı Parçasının Işık Yeğnlik Dağılımını İyileştirmek İçin Tasarımı ...	205
9.6.1.1.1 (0) 70° için Sağ Yansıtıcı Tasarımı	205
9.6.1.1.2 (0) 65° için Sağ Yansıtıcı Tasarımı	226
9.6.1.1.3 (0) 60° için Sağ Yansıtıcı Tasarımı	230
9.6.1.1.4 (0) 55° için Sağ Yansıtıcı Tasarımı	234
9.6.2 Veri Oluşturan Işık yeğnlik Dağılımının Üst Sınırının Aygıt Ekseni İle 75° lik Açı Yaptığı Durum	238
9.6.3 Sonuçların Karşılaştırılması ve Değerlendirilmesi.....	240

10.	ASİMETRİK YANSITICI TASARIMINA YÖNELİK ANALİZ SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI VE DEĞERLENDİRİLMESİ.....	246
11.	SONUÇ.....	251
	KAYNAKLAR.....	253
	İNTERNET KAYNAKLARI.....	255
	ÖZGEÇMİŞ.....	256

SİMGE LİSTESİ

a	Aydınlığın düzgün yayıldığı açı
AB	Aydınlanan düşey düzlem
D	Düzgünlük değeri
E_0	Aygıt eksenindeki aydınlık düzeyi
I_{mak}	Maksimum ışık yeğirliği
I_0	Aygıt eksenindeki ışık yeğirliği
K	Işık kaynağı merkezi
TK	Yansıtıcının tepe noktası ile ışık kaynağı merkezi arasındaki uzaklık
x	Yansıtıcının ağız açıklığı
y	Yansıtıcının yüksekliği
α	Işığın yansıtıcı yüzeye geliş doğrultularının aygıt eksenine ile yaptığı açı
β	Işığın yansıma doğrultusunun aygıt eksenine ile yaptığı açı
η	Aydınlatma aygıtının geriverimi
θ	Aygıttan çıkan ışığın yayılma açısı
φ	Işık koni tepe açısı
ρ	Yüzeyin ışık yansıtma çarpanı

KISALTMA LİSTESİ

CIE	Uluslararası Aydınlatma Komisyonu
MIRO04	Düzgün yansıma yapan yansıtıcı gereci
IES	The Illuminating Engineering Society of North America

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 3.1	Aydınlatma aygıtlarının ışık akısı dağılımı/ Aydınlatma biçimi (Philips, 1989)	5
Şekil 3.2	Küresel, dönel, düzlemsel simetri ve asimetri ışık yeğirlik dağılımlarına örnekler (Anon., Philips Lighthing)	6
Şekil 3.3	Işık yeğirlik dağılımının çeşitli düzlemler içinde gösterilişi (Anon., Philips Lighting)	7
Şekil 3.4	Aydınlık düzeyi eğrileri	9
Şekil 3.5	Eş aydınlık eğrisi	9
Şekil 4.1	Aydınlatma Aygıtından çıkan, dolaysız ve yansıyan- geçen ışık akısı bölümleri (Öztürk, 1995; Aydın, 2005)	10
Şekil 5.1	Her parçasından yansıyan ışığı aynı doğrultulara ve aynı bükükte açığı içine yönelten düzlem yansıtıcı (Yiğit, 2007)	13
Şekil 5.2	Tek, iki, üç parçalı düzlem yansıtıcı (Öztürk, 2000)	13
Şekil 5.3	Bir koni ile bir düzlemin arakesitleri (Öztürk, 2000; Yiğit 2007)	14
Şekil 5.4	Enine kesiti konikler olan silindirler (Öztürk, 2000; Yiğit 2007)	14
Şekil 5.5	Genel yansıtıcılara örnekler (Elmer, 1983)	15
Şekil 6.1	Düşey düzlemde aydınlatılması istenen bölge	16
Şekil 6.2	Duvar yüzeyinin tamamının aydınlatılması istenildiği durumda tanımlanan θ açısı	16
Şekil 6.3	Raf aydınlatması (Yıldırım, 1995)	17
Şekil 6.4	Yetişkinler, öğrenciler ve çocuklar için raf yükseklikleri ve raf boyutları (Neufert, 35.baskı)	18
Şekil 6.5	Raflar arasında bırakılması gereken genişlikler (Neufert, 35.baskı)	18
Şekil 6.6	Kütüphane için gerekli aygıttan çıkan ışığın yayılma açısının (θ) belirlenmesi	19
Şekil 6.7	Bürolar için düşey düzlemde düzgün yayılmış aydınlık sağlanması istenen bölgenin tanımlanması	19
Şekil 6.8	Bürolar için gerekli aygıttan çıkan ışığın yayılma açısının (θ) belirlenmesi	20
Şekil 6.9	Müzeler için gerekli aygıttan çıkan ışığın yayılma açısının (θ) belirlenmesi	21
Şekil 7.1	Yansıtıcılarda kullanılan yansıtıcı gerecin ışık yansıtma biçimi	22
Şekil 7.2	Noktasal aydınlık düzeyi hesabının bağılı olduğu büyüklükler	24
Şekil 7.3	Düşey düzlemde düzgün yayılmış aydınlık sağlayan ışık yeğirliklerinin tanımlanması	24
Şekil 7.3	Aydınlığın düzgün yayıldığı alanın yüksekliğinin belirlenmesi	26
Şekil 7.4	Aydınlanan yüzey üzerindeki aydınlık dağılımının düzgünlük açısından değişik	

	derecelendirmelere karşılık gelen bölümlerinin gösterilmesi.....	27
Şekil 7.5	Yansıtıcı ölçülerinin tanımlanmasına örnekler	28
Şekil 8.1	Jolley'in yaklaşımında açıklanan yansıtıcı kesiti (Jolley v.d, 1930)	29
Şekil 8.2	Jolley'in yaklaşımında elde edilen ışık yeğirlik dağılımı.....	30
Şekil 8.3	Jolley'in yaklaşımında yansıtıcının lamba merkezinden 1m uzaklıkta oluşturduğu aydınlık dağılımı	30
Şekil 8.4	Young'ın yaklaşımında açıklanan yansıtıcı kesitleri (Young, 2000).....	31
Şekil 8.5	Young'ın yaklaşımında elde edilen ışık yeğirlik dağılımları	31
Şekil 8.6	Young'ın yaklaşımında açıklanan yansıtıcıların oluşturduğu aydınlık dağılımları	31
Şekil 8.7a	Zhao'nun yaklaşımında açıklanan yansıtıcı kesitleri (Zhao, 2007)	32
Şekil 8.7b	Zhao'nun yaklaşımında açıklanan yansıtıcı kesitleri (Zhao, 2007)	33
Şekil 8.8a	Zhao'nun yaklaşımında elde edilen ışık yeğirlik dağılımları.....	33
Şekil 8.8b	Zhao'nun yaklaşımında elde edilen ışık yeğirlik dağılımları.....	34
Şekil 8.9a	Zhao'nun yaklaşımında oluşan aydınlık dağılımları.....	34
Şekil 8.9b	Zhao'nun yaklaşımında oluşan aydınlık dağılımları.....	35
Şekil 8.10	Rex'in yaklaşımında açıklanan yansıtıcı kesiti (Rex, 1955).....	36
Şekil 8.11	Rex'in yaklaşımında açıklanan yansıtıcının oluşturduğu ışık yeğirlik dağılımı.....	36
Şekil 8.12	Rex'in yaklaşımında açıklanan yansıtıcının oluşturduğu aydınlık dağılımı.....	37
Şekil 8.13	Shemitz ve Stahlheber'in yaklaşımında açıklanan yansıtıcı kesitleri (Shemitz ve Stahlheber, 1972)	37
Şekil 8.14	Shemitz ve Stahlheber'in yaklaşımında elde edilen ışık yeğirlik dağılımları..	38
Şekil 8.15	Shemitz ve Stahlheber'in yaklaşımında oluşan aydınlık dağılımları.....	38
Şekil 8.16	Bilson ve Brown'un yaklaşımında açıklanan yansıtıcı kesiti (Bilson ve Brown, 1980)	38
Şekil 8.17	Bilson ve Brown'un yaklaşımında elde edilen ışık yeğirlik dağılımı	39
Şekil 8.18	Bilson ve Brown'un yaklaşımında oluşan aydınlık dağılımı	39
Şekil 8.19	Molnar'ın yaklaşımında açıklanan yansıtıcı kesiti (Molnar, 1982)	40
Şekil 8.20	Molnar'ın yaklaşımında oluşan ışık yeğirlik dağılımı	40
Şekil 8.21	Molnar'ın yaklaşımında oluşan aydınlık dağılımı	40
Şekil 8.22	Kelly'nin yaklaşımında açıklanan yansıtıcı kesiti (Kelly, 1983).....	41
Şekil 8.23	Kelly'nin yaklaşımında elde edilen ışık yeğirlik dağılımı	41
Şekil 8.24	Kelly'nin yaklaşımında açıklanan yansıtıcının oluşturduğu aydınlık dağılımı ..	42
Şekil 8.25	Molnar'ın yaklaşımında açıklanan yansıtıcı kesiti (Molnar, 1989)	42

Şekil 8.26	Molnar'ın yaklaşımında oluşan ışık yeğirlik dağılımı	43
Şekil 8.27	Molnar'ın yaklaşımında oluşan aydırlık dağılımı	43
Şekil 8.28	Smith'in yaklaşımında açıklanan yansıtıcı kesiti (Smith, 1991)	44
Şekil 8.29	Smith'in yaklaşımında elde edilen ışık yeğirlik dağılımı.....	44
Şekil 8.30	Smith'in yaklaşımında açıklanan oluşturduğu aydırlık dağılımı	44
Şekil 8.31	Crane'in yaklaşımında açıklanan yansıtıcı kesiti (Crane, 1992)	45
Şekil 8.32	Crane'in yaklaşımında oluşan ışık yeğirlik dağılımı.....	45
Şekil 8.33	Crane'in yaklaşımında oluşan aydırlık dağılımı	45
Şekil 9.1	Aydırlık dağılımının düzgün olmasını sağlayacak aygıt ışık yeğirlik eğirleri	50
Şekil 9.2	Simetrik genel silindir yansıtıcı tasarımında uygulanan grafik bütünleşme yaklaşımı ile oluşturulan asimetrik yansıtıcı kesitleri.....	52
Şekil 9.3	Simetrik genel silindir yansıtıcı tasarımında uygulanan grafik bütünleşme yaklaşımı ile oluşturulan asimetrik yansıtıcılara ait ışık yeğirlik eğirleri	53
Şekil 9.4	Simetrik genel silindir yansıtıcı tasarımında uygulanan grafik bütünleşme yaklaşımı ile oluşturulan asimetrik yansıtıcıların lamba merkezinden 1m uzakta oluşturduğu aydırlık dağılımının lamba merkezinin altında kalan kısmı.....	53
Şekil 9.5	40° için oluşturulan yansıtıcının ışık yeğirlik dağılımının lamba merkezinden 1m uzaklıkta oluşturduğu aydırlık dağılımı	54
Şekil 9.6	Simetrik genel silindir yansıtıcı tasarımında uygulanan grafik bütünleşme yaklaşımı ile oluşturulan yansıtıcıların lamba merkezinden 1m uzaklıkta oluşturduğu aydırlık dağılımının tamamı	54
Şekil 9.7	Lambayı gözden gizlemek için üst yansıtıcının bir kısmının simetriği kullanılarak oluşturulan yansıtıcı kesitleri	55
Şekil 9.8	Lambayı gözden gizlemek için üst yansıtıcının bir kısmının simetriği kullanılarak oluşturulan yansıtıcılara ait ışık yeğirlik eğirleri	56
Şekil 9.9	Lambayı gözden gizlemek için üst yansıtıcının bir kısmının simetriği kullanılarak oluşturulan yansıtıcıların lamba merkezinden 1m uzaklıktaki düşey düzlem üzerinde oluşturdukları aydırlık dağılımları.....	56
Şekil 9.10	TK=2cm ve TK=3cm olacak biçimde oluşturulan yansıtıcı kesitleri	57
Şekil 9.11	TK=2cm için oluşturulan yansıtıcılara ait ışık yeğirlik eğirleri	57
Şekil 9.12	TK=3cm için oluşturulan yansıtıcılara ait ışık yeğirlik eğirleri	58
Şekil 9.13	TK=2cm için oluşturulan yansıtıcıların lamba merkezinden 1m uzaklıktaki düşey düzlem üzerinde oluşturdukları aydırlık dağılımları.....	58
Şekil 9.14	TK=3cm için oluşturulan yansıtıcıların lamba merkezinden 1m uzaklıktaki	

	düşey düzlem üzerinde oluşturdukları aydınlık dağılımları.....	59
Şekil 9.15	Elde edilmek istenen aydınlatma aygıtı ışık yeğînlîk eğrisi ve ışık yeğînlîk eğrisinin simetri eksenî ile ayrılması	64
Şekil 9.16	Işık yeğînlîk eğrisinin simetri eksenî ile ikiye ayrılması	64
Şekil 9.17	B yansıtıcısı için α ve β açılarına ilişkin eğriler ile ışık akısı yüzdesini gösteren grafik	70
Şekil 9.18	A yansıtıcısı için α ve β açılarına ilişkin eğriler ile ışık akısı yüzdesini gösteren grafik	70
Şekil 9.19	B yansıtıcısı için doğal logaritma grafiğı	74
Şekil 9.20	A yansıtıcısı için doğal logaritma grafiğı.....	74
Şekil 9.21	A ve B yansıtıcısının kesitleri	77
Şekil 9.22	Yansıtıcının kesiti	77
Şekil 9.23	A ve B yansıtıcısının ışık yeğînlîk dağılımı.....	78
Şekil 9.24	Oluşan yansıtıcının ışık yeğînlîk dağılımı	78
Şekil 9.25	A ve B yansıtıcılarının lamba merkezinden 1m uzaklıkta oluşturduğı aydınlık dağılımları	79
Şekil 9.26	A ve B yansıtıcılarının birleştirilmesiyle oluşan yansıtıcının lamba merkezinden 1m uzaklıkta oluşturduğı aydınlık dağılımı.....	79
Şekil 9.27	Oluşan yansıtıcının kesiti	80
Şekil 9.28	Yansıtıcıya ait ışık yeğînlîk eğrisi.....	80
Şekil 9.29	Yansıtıcıya ait aydınlık dağılımı	80
Şekil 9.30	Oluşan yansıtıcının kesiti	81
Şekil 9.31	Yansıtıcıya ait ışık yeğînlîk eğrisi.....	81
Şekil 9.32	Oluşan yansıtıcının kesiti	81
Şekil 9.33	60 ° için tasarlanan üst yansıtıcının α ve β açî sınırlarının belirlenmesi	84
Şekil 9.34	Aygıttan çıkan ışığın yayılma açısının (θ) 40°,45°,50°,55°,60°,65° ve 70° olması için α ve β açî sınırlarının belirlenmesi	85
Şekil 9.35	A ₁ -A ₇ yansıtıcılarının kesitleri	104
Şekil 9.36a	A ₁ -A ₇ yansıtıcılarına ait ışık yeğînlîk eğrileri.....	104
Şekil 9.36b	A ₁ -A ₇ yansıtıcılarına ait ışık yeğînlîk eğrileri.....	105
Şekil 9.37	A ₁ -A ₇ Yansıtıcılarının lamba merkezinden 1m uzakta oluşturduğı aydınlık dağılımları	105
Şekil 9.38	(θ) 70° için yapılan alt yansıtıcılar için α ve β açî sınırlarının belirlenmesi...	106
Şekil 9.39	B ₇₋₁ , B ₇₋₂ , B ₇₋₃ , B ₇₋₄ , B ₇₋₅ yansıtıcılarının kesiti	109

Şekil 9.40	A ₇ yansıtıcısının B ₇₋₁ , B ₇₋₂ , B ₇₋₃ , B ₇₋₄ , B ₇₋₅ yansıtıcıları ile birleştirilmesi ile oluşan yansıtıcılara ait ışık yeğirlik eğrileri	109
Şekil 9.41	A ₇ yansıtıcısının B ₇₋₁ , B ₇₋₂ , B ₇₋₃ , B ₇₋₄ , B ₇₋₅ yansıtıcıları ile birleştirilmesi ile oluşan yansıtıcıların lamba merkezden 1m uzakta oluşturduğu aydınlık dağılımları	109
Şekil 9.42	(θ) 65° için yapılan alt yansıtıcılar için α ve β açısı sınırlarının belirlenmesi...	110
Şekil 9.43	B ₆₋₁ , B ₆₋₂ , B ₆₋₃ , B ₆₋₄ , B ₆₋₅ yansıtıcılarının kesiti	114
Şekil 9.44	A ₆ yansıtıcısının B ₆₋₁ , B ₆₋₂ , B ₆₋₃ , B ₆₋₄ , B ₆₋₅ yansıtıcıları ile birleştirilmesi ile oluşan yansıtıcılara ait ışık yeğirlik eğrileri	114
Şekil 9.45	A ₆ yansıtıcısının B ₆₋₁ , B ₆₋₂ , B ₆₋₃ , B ₆₋₄ , B ₆₋₅ yansıtıcıları ile birleştirilmesi ile oluşan yansıtıcıların lamba merkezden 1m uzakta oluşturduğu aydınlık dağılımları	115
Şekil 9.46	(θ) 60° için yapılan alt yansıtıcılar için α ve β açısı sınırlarının belirlenmesi...	115
Şekil 9.47	B ₅₋₁ , B ₅₋₂ , B ₅₋₃ , B ₅₋₄ yansıtıcılarının kesiti	117
Şekil 9.48	A ₅ yansıtıcısının B ₅₋₁ , B ₅₋₂ , B ₅₋₃ , B ₅₋₄ yansıtıcıları ile birleştirilmesi ile oluşan yansıtıcılara ait ışık yeğirlik eğrileri.....	118
Şekil 9.49	A ₅ yansıtıcısının B ₅₋₁ , B ₅₋₂ , B ₅₋₃ , B ₅₋₄ yansıtıcıları ile birleştirilmesi ile oluşan yansıtıcıların lamba merkezden 1m uzakta oluşturduğu aydınlık dağılımları	118
Şekil 9.50	(θ) 55° için yapılan alt yansıtıcılar için α ve β açısı sınırlarının belirlenmesi...	119
Şekil 9.51	B ₄₋₁ , B ₄₋₂ , B ₄₋₃ , B ₄₋₄ , B ₄₋₅ yansıtıcılarının kesiti.....	123
Şekil 9.52	A ₄ yansıtıcısının B ₄₋₁ , B ₄₋₂ , B ₄₋₃ , B ₄₋₄ , B ₄₋₅ yansıtıcıları ile birleştirilmesi ile oluşan yansıtıcılara ait ışık yeğirlik eğrileri	123
Şekil 9.53	A ₄ yansıtıcısının B ₄₋₁ , B ₄₋₂ , B ₄₋₃ , B ₄₋₄ , B ₄₋₅ yansıtıcıları ile birleştirilmesi ile oluşan yansıtıcıların lamba merkezden 1m uzakta oluşturduğu aydınlık dağılımları	123
Şekil 9.54	(θ) 60°, 65° ve 70° koşulları için tasarlanan yansıtıcıların kesitleri	128
Şekil 9.55	(θ) 60°, 65° ve 70° koşulları için tasarlanan yansıtıcılara ait ışık yeğirlik eğrileri.....	129
Şekil 9.56	(θ) 60°, 65° ve 70° koşulları için tasarlanan yansıtıcıların lamba merkezinden 1m uzakta oluşturduğu aydınlık dağılımları	129
Şekil 9.57	Elde edilmek istenen aygıt ışık yeğirlik eğrisi	134
Şekil 9.58	A yansıtıcısının kesiti.....	137
Şekil 9.59	A yansıtıcısının ışık yeğirlik dağılımı	138
Şekil 9.60	A yansıtıcısının lamba merkezinden 1m uzaklıkta oluşturduğu aydınlık	

	dağılımı	138
Şekil 9.61	Alt yansıtıcının (B_1) biçimlendirilmesinde hedeflenen ışık yeğinelik dağılımı	139
Şekil 9.62	Alt yansıtıcının (B_1) kesiti	140
Şekil 9.63	B_1 yansıtıcısının ışık yeğinelik dağılımı	141
Şekil 9.64	A ve B_1 yansıtıcısının birleştirilmesiyle oluşan yansıtıcının ışık yeğinelik dağılımı	141
Şekil 9.65	A ve B_1 yansıtıcılarının birleştirilmesiyle oluşan yansıtıcının lamba merkezinden 1m uzaklıkta oluşturduğu aydınlık dağılımı.....	142
Şekil 9.66	Alt yansıtıcının (B_2) biçimlendirilmesinde hedeflenen ışık yeğinelik dağılımı	142
Şekil 9.67	Alt Yansıtıcının (B_2) kesiti.....	144
Şekil 9.68	B_2 yansıtıcısının ışık yeğinelik dağılımı	145
Şekil 9.69	A ve B_2 yansıtıcısının birleştirilmesiyle oluşan yansıtıcının ışık yeğinelik dağılımı	145
Şekil 9.70	A ve B_2 yansıtıcılarının birleştirilmesiyle oluşan yansıtıcının lamba merkezinden 1m uzaklıkta oluşturduğu aydınlık dağılımı.....	145
Şekil 9.71	Elde edilmek istenen yansıtıcılara ilişkin α ve β açılarının sınırladığı alanlar	148
Şekil 9.72	Üst A_1 - A_7 yansıtıcılarının kesitleri	160
Şekil 9.73	A_1 - A_7 yansıtıcılarına ait ışık yeğinelik eğrileri.....	160
Şekil 9.75	Alt yansıtıcının (B_1) biçimlendirilmesinde hedeflenen ışık yeğinelik dağılımı	161
Şekil 9.76	B_1 yansıtıcısına ilişkin α ve β açılarının tanımlanması	162
Şekil 9.77	B_1 yansıtıcısının kesiti.....	164
Şekil 9.78	$A+B_1$ yansıtıcısına ait ışık yeğinelik dağılımı	164
Şekil 9.79	$A+B_1$ yansıtıcılarının birleştirilmesiyle oluşan yansıtıcının lamba merkezinden 1m uzaklıkta oluşturduğu aydınlık dağılımı	165
Şekil 9.80	Alt yansıtıcının (B_2) biçimlendirilmesinde hedeflenen ışık yeğinelik dağılımı	165
Şekil 9.81	B_2 yansıtıcısının kesiti.....	167
Şekil 9.82	$A+B_2$ yansıtıcısına ait ışık yeğinelik dağılımı	167
Şekil 9.83	$A+B_2$ yansıtıcılarının birleştirilmesiyle oluşan yansıtıcının lamba merkezinden 1m uzaklıkta oluşturduğu aydınlık dağılımı	168
Şekil 9.84	Düzlem parçanın boyutunun ve eğiminin belirlenmesi	168
Şekil 9.85	(θ) 60° için tasarlanan yansıtıcıların kesitleri	169
Şekil 9.86	(θ) $40^\circ, 45^\circ, 50^\circ, 55^\circ, 60^\circ, 65^\circ, 70^\circ$ için tasarlanan yansıtıcıların eğimli parçalar ile birleştirilmesi ile oluşan yansıtıcı kesitleri	169
Şekil 9.87	(θ) 60° için tasarlanan yansıtıcılara ait ışık yeğinelik eğrileri	170

Şekil 9.88	A ₁ - A ₇ yansıtıcılarının eğimli doğru parçalarıyla birleştirilmesiyle oluşan ışık yeğirlik eğrileri.....	170
Şekil 9.89	(θ) 60° için tasarlanan yansıtıcıların lamba merkezden 1m uzakta oluşturduğu aydınlık dağılımları.....	171
Şekil 9.90	(θ) 40°,45°,50°,55°,60°,65°,70° için tasarlanan yansıtıcıların için tasarlanan yansıtıcıların lamba merkezden 1m uzakta oluşturduğu aydınlık dağılımları	171
Şekil 9.91	1m-A _{7m} yansıtıcılarının kesitleri.....	172
Şekil 9.92a	A _{1m} - A _{7m} yansıtıcılarına ait ışık yeğirlik eğrileri.....	172
Şekil 9.92b	A _{1m} - A _{7m} yansıtıcılarına ait ışık yeğirlik eğrileri.....	173
Şekil 9.93	A _{1m} - A _{7m} yansıtıcılarının lamba merkezden 1m uzakta oluşturduğu aydınlık dağılımları	173
Şekil 9.94	(θ) 70° için yapılan alt yansıtıcılar için α ve β açı sınırlarının belirlenmesi...	174
Şekil 9.95	B ₇₋₁ ve B ₇₋₂ yansıtıcılarının kesiti.....	175
Şekil 9.96	A ₇ yansıtıcısının B ₇₋₁ ve B ₇₋₂ yansıtıcıları ile birleştirilmesi ile oluşan yansıtıcılara ait ışık yeğirlik eğrileri.....	176
Şekil 9.97	A ₇ yansıtıcısının B ₇₋₁ ve B ₇₋₂ yansıtıcıları ile birleştirilmesi ile oluşan yansıtıcıların lamba merkezden 1m uzakta oluşturduğu aydınlık dağılımları	176
Şekil 9.98	(θ) 65° için yapılan alt yansıtıcılar için α ve β açı sınırlarının belirlenmesi...	177
Şekil 9.99	B ₆₋₁ , B ₆₋₂ , B ₆₋₃ , B ₆₋₄ yansıtıcılarının kesiti.....	178
Şekil 9.100	A ₆ yansıtıcısının B ₆₋₁ , B ₆₋₂ , B ₆₋₃ , B ₆₋₄ yansıtıcıları ile birleştirilmesi ile oluşan yansıtıcılara ait ışık yeğirlik eğrileri.....	178
Şekil 9.101	A ₆ yansıtıcısının B ₆₋₁ , B ₆₋₂ , B ₆₋₃ , B ₆₋₄ yansıtıcıları ile birleştirilmesi ile oluşan yansıtıcıların lamba merkezden 1m uzakta oluşturduğu aydınlık dağılımları	179
Şekil 9.102	(θ) 60° için yapılan alt yansıtıcılar için α ve β açı sınırlarının belirlenmesi...	179
Şekil 9.103	B ₅₋₁ , B ₅₋₂ , B ₅₋₃ , B ₅₋₄ yansıtıcılarının kesiti.....	181
Şekil 9.104	A ₅ yansıtıcısının B ₅₋₁ , B ₅₋₂ , B ₅₋₃ , B ₅₋₄ yansıtıcıları ile birleştirilmesi ile oluşan yansıtıcılara ait ışık yeğirlik eğrileri.....	181
Şekil 9.105	A ₅ yansıtıcısının B ₅₋₁ , B ₅₋₂ , B ₅₋₃ , B ₅₋₄ yansıtıcıları ile birleştirilmesi ile oluşan yansıtıcıların lamba merkezden 1m uzakta oluşturduğu aydınlık dağılımları	182
Şekil 9.106	(θ) 55° için yapılan alt yansıtıcılar için α ve β açı sınırlarının belirlenmesi...	182
Şekil 9.107	B ₄₋₁ , B ₄₋₂ , B ₄₋₃ , B ₄₋₄ , B ₄₋₅ , B ₄₋₆ yansıtıcılarının kesiti.....	184
Şekil 9.108	A ₄ yansıtıcısının B ₄₋₁ , B ₄₋₂ , B ₄₋₃ , B ₄₋₄ , B ₄₋₅ , B ₄₋₆ yansıtıcıları ile birleştirilmesi ile oluşan yansıtıcılara ait ışık yeğirlik eğrileri	185
Şekil 9.109	A ₄ yansıtıcısının B ₄₋₁ , B ₄₋₂ , B ₄₋₃ , B ₄₋₄ , B ₄₋₅ , B ₄₋₆ yansıtıcıları ile birleştirilmesi ile	

	oluşan yansıtıcıların lamba merkezden 1m uzakta oluşturduğu aydınlık dağılımları	185
Şekil 9.110	A_{1y} - A_{7y} yansıtıcılarına ilişkin α ve β açılarının sınırladığı alanlar	191
Şekil 9.111	Sol A_{1y} - A_{7y} yansıtıcılarının kesitleri	203
Şekil 9.113	A_{1y} - A_{7y} yansıtıcılarının lamba merkezden 1m uzakta oluşturduğu aydınlık dağılımları	204
Şekil 9.114	Sol yansıtıcının oluşturduğu ışık yeğirlik dağılımının incelenmesi	205
Şekil 9.115	sağ yansıtıcılara ait α_B ve β_B açılarının tanımlanması.....	206
Şekil 9.116	(1), (2), (3), (4), (5), (6), (7) yansıtıcılarının A_{7y} yansıtıcı ile birleştirilmesiyle oluşan yansıtıcı kesitleri.....	215
Şekil 9.117	(1), (2), (3), (4), (5), (6), (7) yansıtıcılarının A_{7y} yansıtıcı ile birleştirilmesiyle oluşan yansıtıcılara ait ışık yeğirlik dağılımları	216
Şekil 9.118	Yansıtıcıların lamba merkezden 1m uzakta oluşturduğu aydınlık dağılımı ...	216
Şekil 9.119	Sağ yansıtıcı parçasının β_B açı doğrultusunun değişimi	217
Şekil 9.120	Sağ yansıtıcı parçasının uzunluğunun değişimi	217
Şekil 9.121	(θ) 70° koşulu için tasarlanan yansıtıcıların kesitleri.....	223
Şekil 9.122a	(θ) 70° koşulu için oluşan ışık yeğirlik eğrileri.....	223
Şekil 9.122b	(θ) 70° koşulu için oluşan ışık yeğirlik eğrileri.....	224
Şekil 9.123a	(θ) 70° koşulu için oluşan aydınlık dağılımları.....	224
Şekil 9.123b	(θ) 70° koşulu için oluşan aydınlık dağılımları.....	225
Şekil 9.124	(θ) 65° koşulu için tasarlanan yansıtıcıların kesitleri.....	228
Şekil 9.125a	(θ) 65° koşulu için oluşan ışık yeğirlik eğrileri.....	228
Şekil 9.125b	(θ) 65° koşulu için oluşan ışık yeğirlik eğrileri.....	229
Şekil 9.126a	(θ) 65° koşulu için oluşan aydınlık dağılımları.....	229
Şekil 9.126b	(θ) 65° koşulu için oluşan aydınlık dağılımları.....	230
Şekil 9.127a	(θ) 60° koşulu için tasarlanan yansıtıcıların kesitleri.....	231
Şekil 9.127b	(θ) 60° koşulu için tasarlanan yansıtıcıların kesitleri.....	232
Şekil 9.128a	(θ) 60° koşulu için oluşan ışık yeğirlik eğrileri.....	232
Şekil 9.128b	(θ) 60° koşulu için oluşan ışık yeğirlik eğrileri.....	233
Şekil 9.129a	(θ) 60° koşulu için oluşan aydınlık dağılımları.....	233
Şekil 9.129b	(θ) 60° koşulu için oluşan aydınlık dağılımları.....	234
Şekil 9.130	(θ) 55° koşulu için tasarlanan yansıtıcıların kesitleri.....	236
Şekil 9.131	(θ) 55° koşulu için oluşan ışık yeğirlik eğrileri.....	237
Şekil 9.132	(θ) 55° koşulu için oluşan aydınlık dağılımları.....	238

Şekil 9.133	Veri alınan aygıt ışık yeğirlik eğrileri	239
Şekil 9.134	θ : 55°, θ : 60°, θ : 65° ve θ : 70° koşulu için oluşturulan yansıtıcıların kesitleri	239
Şekil 9.135	Yansıtıcılara ait ışık yeğirlik eğrileri.....	240
Şekil 9.136	Aygıt eksininden 1m uzaklıktaki düşey düzlem üzerinde oluşan aydınlık dağılımları	240
Şekil 10.1	9.1.bölümde ele alınan durumlar arasından en olumlu sonuçlara ulaşılın yansıtıcı kesitleri ve oluşturdukları ışık yeğirlik dağılımları	246
Şekil 10.2	9.1.bölümde ele alınan durumlar arasından en olumlu sonuçların oluşturduğu aydınlık dağılımları.....	246
Şekil 10.3	9.3.1.bölümde ele alınan durumlar arasından en olumlu sonuçlara ulaşılın yansıtıcı kesitleri ve oluşturdukları ışık yeğirlik dağılımları	247
Şekil 10.4	9.3.1.bölümde ele alınan durumlar arasından en olumlu sonuçların oluşturduğu aydınlık dağılımları.....	247
Şekil 10.5	9.3.2.bölümde ele alınan durumlar arasından en olumlu sonuçlara ulaşılın yansıtıcı kesitleri ve oluşturdukları ışık yeğirlik dağılımları	247
Şekil 10.6	9.3.2.bölümde ele alınan durumlar arasından en olumlu sonuçların oluşturduğu aydınlık dağılımları.....	248
Şekil 10.7	9.5.bölümde ele alınan durumlar arasından en olumlu sonuçlara ulaşılın yansıtıcı kesitleri ve oluşturdukları ışık yeğirlik dağılımları	248
Şekil 10.8	9.5.bölümde ele alınan durumlar arasından en olumlu sonuçların oluşturduğu aydınlık dağılımları.....	248
Şekil 10.9	9.6.1.bölümde ele alınan durumlar arasından en olumlu sonuçlara ulaşılın yansıtıcı kesitleri ve oluşturdukları ışık yeğirlik dağılımları	249
Şekil 10.10	9.6.1.bölümde ele alınan durumlar arasından en olumlu sonuçların oluşturduğu aydınlık dağılımları.....	249
Şekil 10.11	9.6.2.bölümde ele alınan durumlar arasından en olumlu sonuçlara ulaşılın yansıtıcı kesitleri ve oluşturdukları ışık yeğirlik dağılımları	250
Şekil 10.12	9.6.2.bölümde ele alınan durumlar arasından en olumlu sonuçların oluşturduğu aydınlık dağılımları.....	250

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 3.1	Aydınlatma aygıtının ışık akısı dağılımı/ Aydınlatma biçimi.....	4
Çizelge 6.1	Kütüphanelerde önerilen genel aydınlık düzeyleri (CIE, 2001; DIN EN 12464-1, 2003).	17
Çizelge 6.2	Müze ve resim galerisi için maksimum aydınlık düzeyleri(Öztürk, 2009; CIE, 2004)	20
Çizelge 7.1	Aydınlığın düzgün yayılmışlığının değerlendirilmesi	26
Çizelge 8.1a	Aydınlığın düzgün yayılmışlığının değerlendirilmesi	46
Çizelge 8.1b	Aydınlığın düzgün yayılmışlığının değerlendirilmesi	47
Çizelge 8.1c	Aydınlığın düzgün yayılmışlığının değerlendirilmesi	48
Çizelge 9.1	Tasarlanan yansıtıcıların özellikleri	60
Çizelge 9.2a	Aydınlığın düzgün yayılmışlığının değerlendirilmesi	61
Çizelge 9.2b	Aydınlığın düzgün yayılmışlığının değerlendirilmesi	62
Çizelge 9.3	A ve B yansıtıcısı için α açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri	66
Çizelge 9.4	B yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri.....	68
Çizelge 9.5	A yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri.....	68
Çizelge 9.6	B yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	75
Çizelge 9.7	A yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	76
Çizelge 9.8	Tasarlanan yansıtıcıların özellikleri	82
Çizelge 9.9	Aydınlığın düzgün yayılmışlığının değerlendirilmesi	83
Çizelge 9.10	A_1 (θ 40°) yansıtıcısı için α açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri	86
Çizelge 9.11a	A_2 (θ 45°) yansıtıcısı için α açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri	87
Çizelge 9.11b	A_2 (θ 45°) yansıtıcısı için α açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri	88
Çizelge 9.12a	A_3 (θ 50°) yansıtıcısı için α açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri	88
Çizelge 9.12b	A_3 (θ 50°) yansıtıcısı için α açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık	

akıları yüzdeleri	89
Çizelge 9.13a A_4 (θ 55°) yansıtıcısı için α açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri	89
Çizelge 9.13b A_4 (θ 55°) yansıtıcısı için α açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri	90
Çizelge 9.14a A_5 (θ 60°) yansıtıcısı için α açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri	90
Çizelge 9.14b A_5 (θ 60°) yansıtıcısı için α açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri	91
Çizelge 9.15a A_6 (θ 65°) yansıtıcısı için α açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri	91
Çizelge 9.15b A_6 (θ 65°) yansıtıcısı için α açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri	92
Çizelge 9.15c A_6 (θ 65°) yansıtıcısı için α açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri	93
Çizelge 9.16 A_7 (θ 70°) yansıtıcısı için α açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri	93
Çizelge 9.17 A_1 (θ 40°) yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri	94
Çizelge 9.18 A_2 (θ 45°) yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri	94
Çizelge 9.19 A_3 (θ 50°) yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri	94
Çizelge 9.20a A_4 (θ 55°) yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri	94
Çizelge 9.20b A_4 (θ 55°) yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri	95
Çizelge 9.21 A_5 (θ 60°) yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri	95
Çizelge 9.22 A_6 (θ 65°) yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri	95
Çizelge 9.23 A_7 (θ 70°) yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri	96
Çizelge 9.24a A_1 (θ 40°) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve	

yansıtıcının r uzunlukları	96
Çizelge 9.24b A_1 ($\theta = 40^\circ$) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	97
Çizelge 9.25a A_2 ($\theta = 45^\circ$) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	97
Çizelge 9.25b A_2 ($\theta = 45^\circ$) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	98
Çizelge 9.26a A_3 ($\theta = 50^\circ$) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	98
Çizelge 9.26b A_3 ($\theta = 50^\circ$) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	99
Çizelge 9.27a A_4 ($\theta = 55^\circ$) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	99
Çizelge 9.27b A_4 ($\theta = 55^\circ$) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	100
Çizelge 9.28 A_5 ($\theta = 60^\circ$) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	101
Çizelge 9.29a A_6 ($\theta = 65^\circ$) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	101
Çizelge 9.29b A_6 ($\theta = 65^\circ$) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	102
Çizelge 9.29c A_6 ($\theta = 65^\circ$) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	103
Çizelge 9.30 A_7 ($\theta = 70^\circ$) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	103
Çizelge 9.31 B_{7-1} yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	106
Çizelge 9.32 B_{7-2} yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	107
Çizelge 9.33 B_{7-3} yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	107
Çizelge 9.34a B_{7-4} yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	107
Çizelge 9.34 B_{7-4} yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r	

uzunlukları	108
Çizelge 9.35 B ₇₋₅ yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısai büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	108
Çizelge 9.36a B ₆₋₁ yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısai büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	110
Çizelge 9.36b B ₆₋₁ yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısai büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	111
Çizelge 9.37 B ₆₋₂ yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısai büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	111
Çizelge 9.38 B ₆₋₃ yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısai büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	112
Çizelge 9.39a B ₆₋₄ yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısai büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	112
Çizelge 9.39b B ₆₋₄ yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısai büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	113
Çizelge 9.40 B ₆₋₅ yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısai büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	113
Çizelge 9.41 B ₅₋₁ yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısai büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	116
Çizelge 9.42 B ₅₋₂ yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısai büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	116
Çizelge 9.43a B ₅₋₃ yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısai büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	116
Çizelge 9.43b B ₅₋₃ yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısai büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	117
Çizelge 9.44 B ₅₋₄ yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısai büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	117
Çizelge 9.45 B ₄₋₁ yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısai büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	119
Çizelge 9.46 B ₄₋₂ yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısai büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	120
Çizelge 9.47a B ₄₋₃ yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısai büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	120
Çizelge 9.47b B ₄₋₃ yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısai büyüklükler ve yansıtıcının r	

uzunlukları	121
Çizelge 9.48 B ₄₋₄ yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısai büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	121
Çizelge 9.49a B ₄₋₅ yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısai büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	121
Çizelge 9.49b B ₄₋₅ yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısai büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	122
Çizelge 9.50a (θ) 60°, 65° ve 70° koşulları için tasarlanan yansıtıcıların α açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri	124
Çizelge 9.50b (θ) 60°, 65° ve 70° koşulları için tasarlanan yansıtıcıların α açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri	125
Çizelge 9.51a (θ) 60°(A _{5b}) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısai büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	125
Çizelge 9.51b (θ) 60°(A _{5b}) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısai büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	126
Çizelge 9.52a (θ) 65°(A _{6b}) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısai büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	126
Çizelge 9.52b (θ) 65°(A _{6b}) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısai büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	127
Çizelge 9.53 (θ) 70°(A _{7b}) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısai büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	127
Çizelge 9.54a Tasarlanan yansıtıcıların özellikleri.....	129
Çizelge 9.54b Tasarlanan yansıtıcıların özellikleri	130
Çizelge 9.55a Aydınliğıın düzgün yayılmışlığıının değeriendirilmesi.....	131
Çizelge 9.55b Aydınliğıın düzgün yayılmışlığıının değeriendirilmesi.....	132
Çizelge 9.55c Aydınliğıın düzgün yayılmışlığıının değeriendirilmesi.....	133
Çizelge 9.56 A yansıtıcısı için α açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri.....	135
Çizelge 9.57 A yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri.....	136
Çizelge 9.58a A yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısai büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	136
Çizelge 9.58b A yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısai büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	137

Çizelge 9.59 B_1 yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri.....	139
Çizelge 9.60 B_1 yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	140
Çizelge 9.61 B_2 yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri.....	143
Çizelge 9.62a B_2 yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	143
Çizelge 9.62b B_2 yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	144
Çizelge 9.63 Tasarlanan yansıtıcıların özellikleri	146
Çizelge 9.64 Aydınlığın düzgün yayılmışlığının değerlendirilmesi.....	147
Çizelge 9.65 A_1 - A_7 yansıtıcıları için α açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri	149
Çizelge 9.66 A_1 (θ 40°) yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri	150
Çizelge 9.67 A_2 (θ 45°) yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri	150
Çizelge 9.68 A_3 (θ 50°) yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri	150
Çizelge 9.69 A_4 (θ 55°) yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri	151
Çizelge 9.70 A_5 (θ 60°) yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri	151
Çizelge 9.71a A_6 (θ 65°) yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri	151
Çizelge 9.71a A_6 (θ 65°) yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri	152
Çizelge 9.72 A_7 (θ 70°) yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri	152
Çizelge 9.73 A_1 (θ 40°) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	153
Çizelge 9.74 A_2 (θ 45°) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	154

Çizelge 9.75 A_3 (θ 50°) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	155
Çizelge 9.76 A_4 (θ 55°) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	156
Çizelge 9.77 A_5 (θ 60°) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	157
Çizelge 9.78 A_6 (θ 65°) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	158
Çizelge 9.79 A_7 (θ 70°) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	159
Çizelge 9.80 B_1 yansıtıcısı için α açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri.....	162
Çizelge 9.81 B_1 yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri.....	163
Çizelge 9.82a B_1 yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	163
Çizelge 9.82b B_1 yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	164
Çizelge 9.83 B_2 yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri.....	166
Çizelge 9.84a B_2 yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	166
Çizelge 9.84b B_2 yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	167
Çizelge 9.85 B_{7-1} yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	174
Çizelge 9.86 B_{7-2} yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	175
Çizelge 9.87 B_{6-1} yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	177
Çizelge 9.88 B_{6-2} yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	177
Çizelge 9.89 B_{5-1} yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	180

Çizelge 9.90 B_{5-2} yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısai büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	180
Çizelge 9.91 B_{4-1} yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısai büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	183
Çizelge 9.92 B_{4-2} yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısai büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	183
Çizelge 9.93 B_{4-5} yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısai büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	183
Çizelge 9.94 B_{4-6} yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısai büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	184
Çizelge 9.95 Tasarlanan yansıtıcıların özellikleri	186
Çizelge 9.96a Aydınliğıın düzgün yayılmışlığıının değeriendirilmesi.....	187
Çizelge 9.96b Aydınliğıın düzgün yayılmışlığıının değeriendirilmesi.....	188
Çizelge 9.96c Aydınliğıın düzgün yayılmışlığıının değeriendirilmesi.....	189
Çizelge 9.96d Aydınliğıın düzgün yayılmışlığıının değeriendirilmesi.....	190
Çizelge 9.97 A_{1y} - A_{7y} yansıtıcıları için α açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri	192
Çizelge 9.98 A_{1y} (θ 40°) yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri	193
Çizelge 9.99 A_{2y} (θ 45°) yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri	193
Çizelge 9.100 A_{3y} (θ 50°) yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri	193
Çizelge 9.101 A_{4y} (θ 55°) yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri	194
Çizelge 9.102 A_{5y} (θ 60°) yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri	194
Çizelge 9.103a A_{6y} (θ 65°) yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri.....	194
Çizelge 9.103b A_{6y} (θ 65°) yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri.....	195
Çizelge 9.104 A_{7y} (θ 70°) yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri	195
Çizelge 9.105 A_{1y} (θ 40°) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısai büyüklükler ve	

yansıtıcının r uzunlukları	196
Çizelge 9.106 A_{2y} (θ 45°) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	197
Çizelge 9.107 A_{3y} (θ 50°) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	198
Çizelge 9.108 A_{4y} (θ 55°) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	199
Çizelge 9.109 A_{5y} (θ 60°) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	200
Çizelge 9.110 A_{6y} (θ 65°) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	201
Çizelge 9.111 A_{7y} (θ 70°) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	202
Çizelge 9.112a (1), (2), (3), (4), yansıtıcıları için α açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri.....	206
Çizelge 9.112b (1), (2), (3), (4), yansıtıcıları için α açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri.....	207
Çizelge 9.113 (5) yansıtıcısı için α açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri.....	207
Çizelge 9.114 (6) yansıtıcısı için α açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri.....	208
Çizelge 9.115a (7) yansıtıcısı için α açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri.....	208
Çizelge 9.115b (7) yansıtıcısı için α açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri.....	209
Çizelge 9.116 (1) yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri.....	209
Çizelge 9.117 (2) yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri.....	210
Çizelge 9.118 (3) yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri.....	210
Çizelge 9.119 (4), (5), (6), (7) yansıtıcıları için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri.....	210
Çizelge 9.120a (1) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r	

uzunlukları	210
Çizelge 9.120b (1) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısai büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	211
Çizelge 9.121 (2) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısai büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	211
Çizelge 9.122 (3) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısai büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	212
Çizelge 9.123a (4) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısai büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	212
Çizelge 9.123b (4) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısai büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	213
Çizelge 9.124 (5) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısai büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	213
Çizelge 9.125 (6) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısai büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	214
Çizelge 9.126a (7) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısai büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	214
Çizelge 9.126b (7) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısai büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	215
Çizelge 9.127 (8), (9), (10), (11) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısai büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	218
Çizelge 9.128a (12), (13), (14), (15), (16) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısai büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	218
Çizelge 9.128b (12), (13), (14), (15), (16) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısai büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	219
Çizelge 9.129a (17), (18), (19), (20), (21) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısai büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	219
Çizelge 9.129b (17), (18), (19), (20), (21) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısai büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	220
Çizelge 9.130a (22), (23), (24), (25),(26) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısai büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	220
Çizelge 9.130b (22), (23), (24), (25),(26) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısai büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	221
Çizelge 9.131 (27), (28), (29), (30) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısai büyüklükler ve	

yansıtıcının r uzunlukları	221
Çizelge 9.132 (31) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları	222
Çizelge 9.123a (θ) 70° koşulu için yapılan etüdler	225
Çizelge 9.123b (θ) 70° koşulu için yapılan etüdler	226
Çizelge 9.124 (θ) 65° koşulu için yapılan etüdler	227
Çizelge 9.125a (θ) 60° koşulu için yapılan etüdler	230
Çizelge 9.125b (θ) 60° koşulu için yapılan etüdler	231
Çizelge 9.126a (θ) 55° koşulu için yapılan etüdler	234
Çizelge 9.126b (θ) 55° koşulu için yapılan etüdler	235
Çizelge 9.127 9.6.1. bölümde tasarlanan yansıtıcıların özellikleri.....	241
Çizelge 9.128 9.6.1.1.1 bölümde θ : 70° koşulu için tasarlanan yansıtıcıların özellikleri	241
Çizelge 9.129a 9.6.1.1.2 bölümde θ : 65° koşulu için tasarlanan yansıtıcıların özellikleri.....	241
Çizelge 9.129b 9.6.1.1.2 bölümde θ : 65° koşulu için tasarlanan yansıtıcıların özellikleri	242
Çizelge 9.130 9.6.1.1.3 bölümde θ : 60° koşulu için tasarlanan yansıtıcıların özellikleri	242
Çizelge 9.131a 9.6.1.1.4 bölümde θ : 55° koşulu için tasarlanan yansıtıcıların özellikleri.....	242
Çizelge 9.131b 9.6.1.1.4 bölümde θ : 55° koşulu için tasarlanan yansıtıcıların özellikleri	243
Çizelge 9.132 9.6.2. bölümde tasarlanan yansıtıcıların özellikleri.....	243
Çizelge 9.133 9.6.1 bölümde oluşturulan yansıtıcıların aydınlığın düzgün yayılmışlığının değerlendirilmesi.....	244
Çizelge 9.134 9.6.2 bölümde oluşturulan yansıtıcıların aydınlığın düzgün yayılmışlığının değerlendirilmesi.....	244

ÖNSÖZ

Düşey düzlemde düzgün yayılmış aydınlık sağlamak amacıyla yansıtıcı tasarımı konulu bu çalışmanın hazırlanmasında büyük katkıları olan değerli hocam Sayın Prof. Dr. Leyla Dokuzer ÖZTÜRK'e sonsuz minnetlerimi sunarım.

Ayrıca, yüksek lisans eğitimim süresince bana destek veren Yapı Fiziği Bilim Dalı Başkanı Prof. Müjgan Şerefhanoglu SÖZEN ve Yapı Fiziği Bilim Dalı Öğretim Üyeleri değerli hocalarıma teşekkür ederim.

Tez çalışmam süresince desteklerini sürekli yanımda hissettiğim aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım. Ayrıca çalışma süresince destek olan çalışma arkadaşlarıma teşekkürler sunarım.

ÖZET

Düşey yüzeyler üzerinde sergilenen nesnelerin eksiksiz ve doğru olarak algılanabilmesi, bu yüzeyler üzerindeki aydınlık dağılımının düzgün olmasını (ya da aydınlığın düzgün yayılmasını) gerektirir. Düşey düzlemlerdeki aydınlık dağılımının denetlenmesi asimetrik yansıtıcılar aracılığı ile sağlanabilir. Bu çalışmada, doğrusal flüoresan lamba için asimetrik yansıtıcı tasarımlarının sonuçlarına yer verilmiştir.

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

Bölüm 2’de, aydınlatma aygıtının tanımı yapılmıştır.

Bölüm 3’te, aydınlatma aygıtının aydınlatma özelliklerine yer verilmiştir.

Bölüm 4’te, aydınlatma aygıtının yapım özellikleri açıklanmıştır.

Bölüm 5’de, yansıtıcı tanımı ve yansıtıcı biçimlerine değinilmiştir.

Bölüm 6’da aygıttan çıkan ışığın yayılma açısı tanımlanmıştır.

Bölüm 7’de, yansıtıcı tasarımının yapıldığı koşullar ve düşey düzlemde aydınlığın düzgünlüğünün değerlendirilmesinde izlenen yaklaşım açıklanmıştır.

Bölüm 8’de, literatürde açıklanan asimetrik yansıtıcı tasarımlarına değinilmiştir.

Bölüm 9’da, Çalışma kapsamında yapılan asimetrik yansıtıcı tasarımları açıklanmıştır.

Bölüm 10’da, Çalışma kapsamında yapılan yansıtıcı tasarımlarının analiz ve sonuçlarının değerlendirilmesi yapılmıştır.

Sonuç bölümünde, oluşan yansıtıcıların aydınlık dağılımına etkileri ortaya konularak, bugüne değin pratikte yararlanılabilir sonuçlara yenileri eklenmiştir.

Anahtar kelimeler: Asimetrik Yansıtıcı Tasarımı, Düzgün Yayılmış Aydınlık, Doğrusal Flüoresan Lamba

ABSTRACT

To perceive the objects, exhibited on vertical surfaces, accurately requires regularity of illuminance distribution (or uniform illuminance distribution) on these surfaces. To control the regularity of illuminance distribution on vertical surfaces can be provided by asymmetrical reflectors. In this study, results of asymmetrical reflector design for linear fluorescent lamp are submitted.

In chapter 1, by introducing the subject, aim and content of the study is defined.

In chapter 2, the definition of the luminaire is made.

In chapter 3, the lighting properties of the luminaire are explained.

In chapter 4, the manufacturing of the luminaire is mentioned.

In chapter 5, the definition of the reflector is made and reflectors types are examined.

In chapter 6, delimiting angles of the light beam spread of the reflectors are determined.

In chapter 7, the conditions of asymmetrical reflector designs and evaluation method of illuminance uniformity on vertical surfaces are examined.

In chapter 8, asymmetrical reflector designs, which are explained in literature are mentioned.

In chapter 9, the asymmetrical reflector designs, which are made on this study, are explained.

In chapter 10, the results of the asymmetrical reflectors, which are made on this study, are evaluated.

In conclusion, by explaining designed reflectors' effects on illuminance distribution, the applicable results in practice are added.

Key words: Asymmetrical reflector Design, Illuminance Uniformity, Linear Fluorescent Lamp.

1. GİRİŞ

Lambadan çıkan ışığın biçimlendirilmesi ve buna bağlı olarak istenen yerlerde, gerekli nicelik ve niteliklerde aydınlıkların sağlanması, aydınlatma aygıtları aracılığı ile olur. Lamba ışığının biçimlendirilmesi, ışığın, amaca uygun olarak tasarlanmış aydınlatma armatürlerinde, bazı yüzeylerden yansıtılması ve/veya bazı yüzeylerden geçirilmesi ile olanaklı olur. Lamba ışığının denetim altına alınabilmesi, yani belli bir konum ve büyüklükteki bir yüzey üzerine düşmesi ya da belli bir açı içinde kalan doğrultulara yönelmesi gereken koşullarda, ışığın yansıma yolu ile biçimlendirilmesi önem kazanır.

Müze, sergi salonları, kütüphane gibi yapılarda sergilemenin yapıldığı düşey yüzeylerde aydınlığın düzgün yayılması büyük önem taşır. Bu yüzeyler üzerindeki aydınlık dağılımı denetlenemediğinde, aydınlık düzeyi farklarından ötürü sergilenen nesne/yüzey renklerinin açıklık koyulukları hedeflenenden farklı algılanabilir. Yüzeylerde oluşabilecek aşırı aydınlık farkları, görsel algılamayı zorlaştıran ve iç mimariyi zedeleyen ışık lekelerine de yol açabilir (Özmen vd, 2008). Bu nedenle, düşey yüzeyler üzerinde sergilenen nesnelerin eksiksiz ve doğru olarak algılanabilmesi ve bu yüzeyler üzerindeki aydınlık dağılımının düzgün yayılması için, asimetrik yansıtıcılardan yararlanılır.

Bu çalışmanın amacı, doğrusal flüoresan lamba ile düşey düzlemde düzgün yayılmış aydınlık sağlamaya yönelik asimetrik yansıtıcının tasarımı olarak belirlenmiştir. Asimetrik yansıtıcı tasarımları, çeşitli büyüklük ve uzaklıktaki düzlemlerde düzgün yayılmış aydınlık sağlayacak koşulları belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla, birbirinden farklı aygıt ışık yeğnlik dağılımları veri olarak alınmıştır. Veri oluşturan ışık yeğnlik dağılımlarını veren yansıtıcı kesitleri çeşitli yaklaşımlar uyarınca elde edilmeye çalışılmıştır.

Tasarlanan yansıtıcı kesitleri üç boyuta dönüştürülerek aydınlatma aygıtı analiz ve tasarımına yönelik bilgisayar programı aracılığı ile analiz edilmiştir. Yansıtıcıları içeren aydınlatma aygıtlarının ışık yeğnlik dağılımı, geriverim gibi özellikleri ile oluşturdukları aydınlık dağılımları bilgisayar programı ile saptandığından, elde edilen sonuçlar uygulamada yararlanılabilir sonuçlar olacaktır. Böylece, düşey düzlemde asimetrik yansıtıcı tasarımına ilişkin literatürde yer alan bilgilere yenilerinin eklenmesi de sağlanacaktır.

2. AYDINLATMA AYGITI 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 (CIE, 1987; Sirel, 1997).

Bir mekanda iyi görme koşullarının sağlanması için aydınlatma düzeninin kurulmasında temel araç aydınlatma aygıtıdır. Bu nedenle, lambalar genellikle aydınlatma aygıtı içinde kullanılır. Buna bağlı olarak, aydınlatma aygıtlarının biçim, gereç ve konum bakımından etüdü bir aydınlatma projesinin temelini oluşturur.

Bir mekandaki aydınlatma düzeninin kurulmasında aygıtın önemli rol oynamasının nedenleri,

- Lambadan çıkan ışığı değişik aydınlatma amaçlarına göre biçimlendirmek, yani bu ışığı aydınlatma aygıtında istenen biçime sokmak, istenen niteliğe kavuşturarak birçok değişik amaca yönelik aydınlıklar oluşturmak,
 - Lambanın mimari içerisinde yer almasında, lamba ile mimari arasında bir araç, bir bağlayıcı rolü oynamak,
 - Bir mekanda, mekanın işlevsel özelliklerine uygun aydınlık niceliği ve niteliği sağlamak,
 - Lambayı gözden gizlemek ya da ışıklılığını azaltarak göz kamaşmasını önlemek ve dış etkilerden korumak,
 - İç mimari ile aydınlatma düzeninin uyumunu sağlamak,
- olarak sıralanabilir.

Lamba ışığının nicel ve nitel özelliklerini yukarıda sıralanan amaçlara uydurmak için düşünülen bir mimari düzen içinde, aydınlatma aygıtları çeşitli durumlarda yer alabilir.

Aydınlatma aygıtları, birbirinden farklı özellikleri dikkate alındığında genel olarak,

- aydınlatma özelliklerine,
 - ışık yeğinlik dağılımı (dar açılı aygıt, orta açılı aygıt, geniş açılı aygıt),
 - ışık akısı dağılımı (dolaysız, yarı dolaysız, yayınık, 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,
 - tozlu hacimler için aygıtlar vb.,
- tespit biçimine,
 - taşınmaz aygıt,
 - taşınır aygıt,
 - gömülü aygıt,
 - asılı aygıt vb.

göre sınıflandırılabilir. Ayrıca, aydınlatma tekniğinin gelişmesine bağlı olarak aygıt türlerine her an yenileri katılmaktadır. Çalışmanın bundan sonraki bölümlerinde yalnızca, aydınlatma aygıtının aydınlatma özellikleri ile yapım özellikleri ele alınmıştır.

3. AYDINLATMA AYGITININ AYDINLATMA ÖZELLİKLERİ

Aydınlatma aygıtının “aydınlatma özellikleri” genel olarak ,

- ışık akısı dağılımı,
- ışık yeğinlik dağılımı,
- geriverim,
- aydınlık düzeyi dağılımı,
- konforsuzluk kamaşma değerleri,
- kullanma çarpanı değerleri

olarak sıralanabilir.

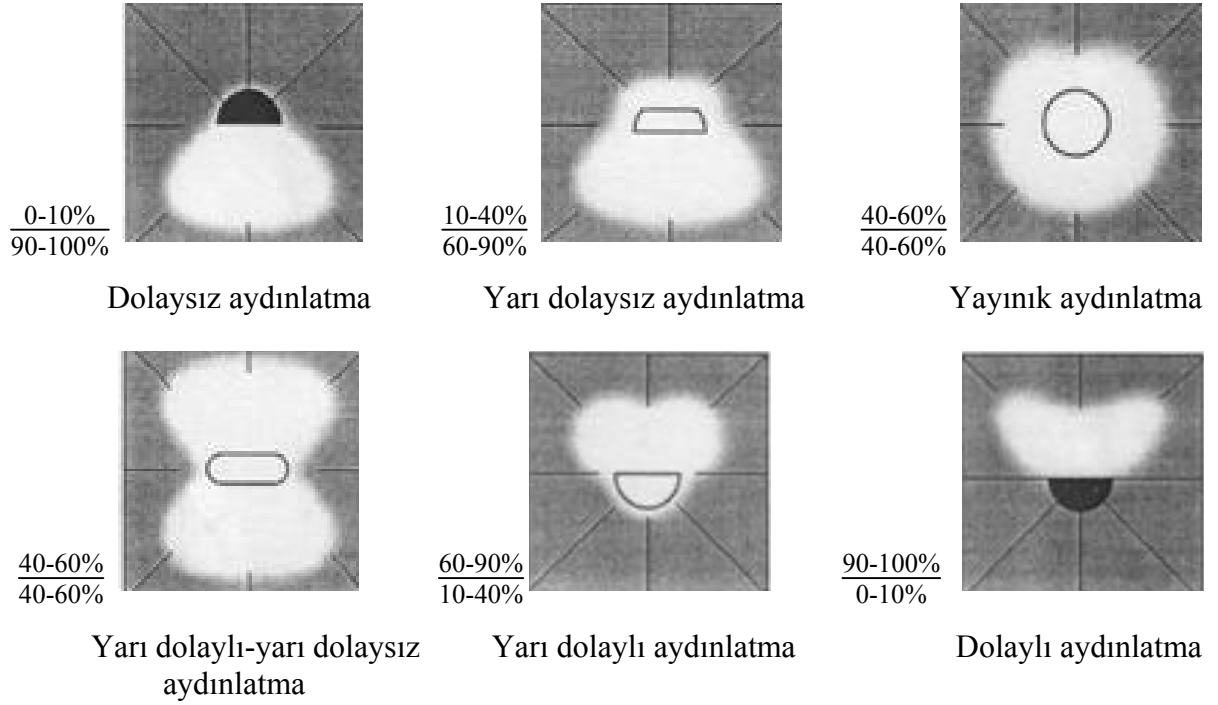
Bu çalışmada, yalnızca aygıtla bağlı özellikler ele alınmış, aygıt özellikleri haricinde aygıt yerleşim düzeni, hacim biçimi ve boyutları, hacmin iç yüzeylerinin ışık yansıtma çarpanları, gözlemcinin bakış doğrultusu ve konumu gibi etmenlere bağlı olan konforsuzluk kamaşma değerleri ve kullanma çarpanı değerlerinin belirlenmesi konularına yer verilmemiştir. Ayrıca, “aydınlık düzeyi dağılımı” konusu ele alınırken yalnızca aygıtla bağlı özellikler, yani aygıttan çıkarak doğrudan aydınlanan yüzeyin üzerine düşen ışığın oluşturduğu aydınlık dağılımı dikkate alınmıştır.

3.1 Işık Akısı Dağılımı

Bir aydınlatma aygıtından çıkan ışık, aygıtın ve içindeki lambanın özelliklerine bağlı olarak çeşitli doğrultulara yönelir. Bir aydınlatma aygıtının, aşağıya ya da yukarıya yolladığı ışık akısının, yayımladığı tüm ışık akısına oranına bağlı olarak aydınlatma biçimi belirlenir. Bu orana göre, aydınlatma aygıtının ışık akısı dağılımı beş ayrı grup altında toplanabilir (Çizelge 3.1; Şekil 3.1; Sirel 1983; Handbuch für Beleuchtung, 1992; Philips, 1989).

Çizelge 3.1 Aydınlatma aygıtının ışık akısı dağılımı/ Aydınlatma biçimi

Aydınlatma biçimi	Işık akısı oranı (%)	
	Aşağı doğru yayımlanan ışık akısı oranı (%)	Yukarı doğru yayımlanan ışık akısı oranı (%)
Dolaysız	100-90	0-10
Yarı dolaysız	90-60	10-40
Yayınık	60-40	40-60
Yarı dolaylı	40-10	60-90
Dolaylı	10-0	90-100



Şekil 3.1 Aydınlatma aygıtlarının ışık akısı dağılımı/ Aydınlatma biçimi (Philips, 1989)

3.2 Işık Yeğİnlik Dağılımı

Işık yeğİnlik dağılımının (luminous intensity distribution) tanımı, Uluslararası Aydınlatma Sözlüğü'nde "ışık yeğİnliği uzaysal dağılımının belirlenmiş düzlemler ile arakesiti" olarak yapılmıştır (CIE, 1987; Sirel, 1997). Başka bir deyişle, bir ışık kaynağının ışık yeğİnliği uzaysal dağılımını belirten vektörlerin uç noktalarının geometrik yeri, yeğİnlik dağılım yüzeyini oluşturur. Işık yeğİnlik dağılımı yüzeyi ile bu ışık kaynağının merkezinden geçen ve yeğİnlik dağılım yüzeyini kesen düzlemin ara kesiti "ışık yeğİnliği (düzlemsel) dağılımı ya da kısaca "ışık yeğİnlik eğrisi" olarak adlandırılır.

Işık yeğİnlik eğrisi, bir lambanın/aydınlatma aygıtının hangi doğrultulara ne kadar nicelikte ışık akısı yayımladığını gösterir. Işık yeğİnlik eğrisi,

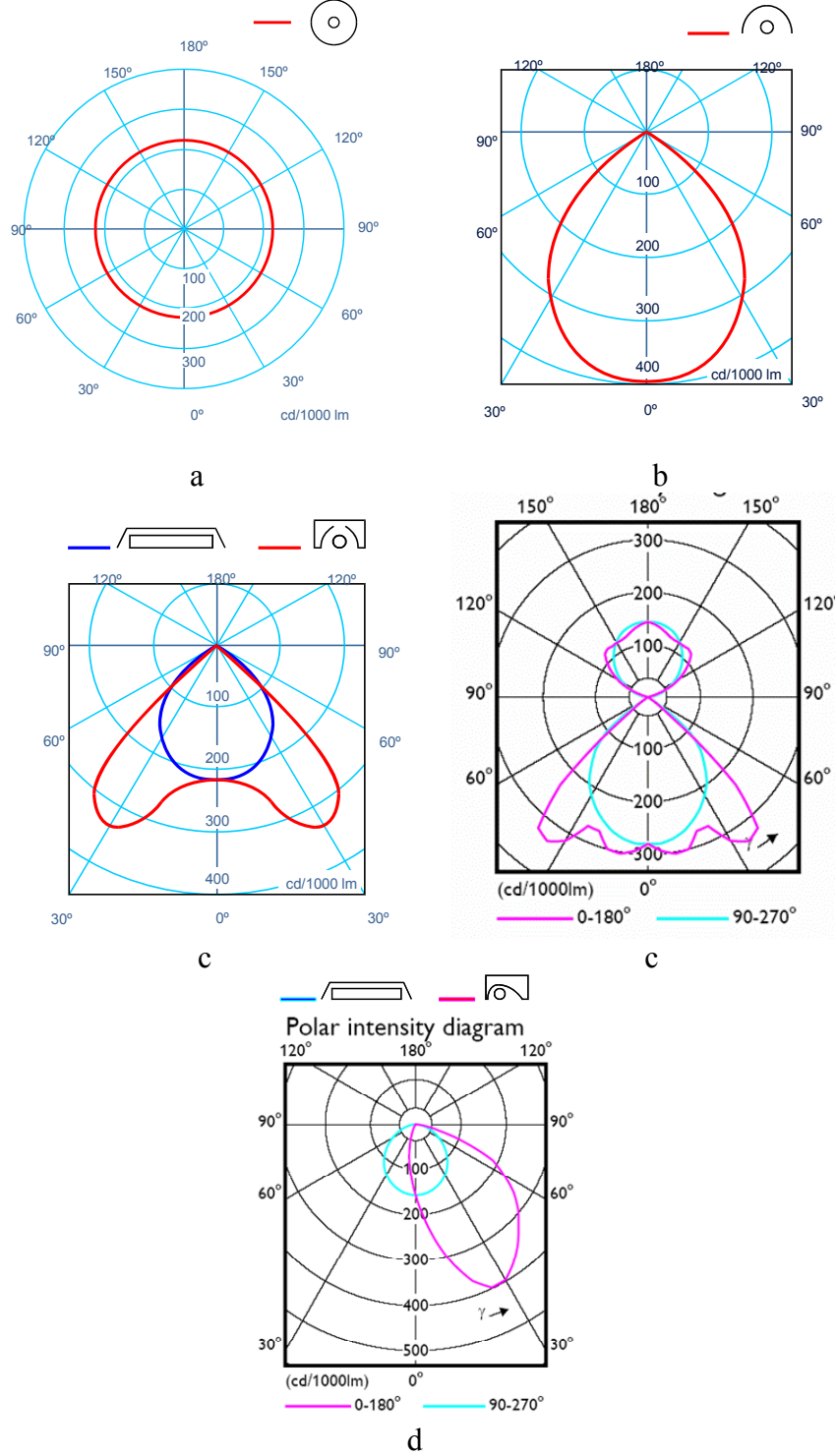
- polar koordinat sisteminde ya da
- kartezyen sistemde

açıya göre ışık yeğİnlik değerlerini cd/klm ya da cd olarak verir.

Aydınlatma aygıtı ışık yeğİnlik dağılımları simetri açısından genel olarak

- küresel simetri (spherical symmetry); bir nokta çevresinde simetri (Şekil 3.2 a),
- dönel simetri (rotational symmetry); bir doğru/aygıt eksenine çevresinde simetri (Şekil 3.2 b),

- düzlemsel simetri (planar symmetry); birbirine dik iki düzlem çevresinde simetri (Şekil 3.2 c),
 - asimetri (asymmetry); ana düzlem olmayan herhangi bir düzlem çevresinde simetri (Şekil 3.2 d),
- olarak sınıflandırılabilir (Anon., Philips Lighting).



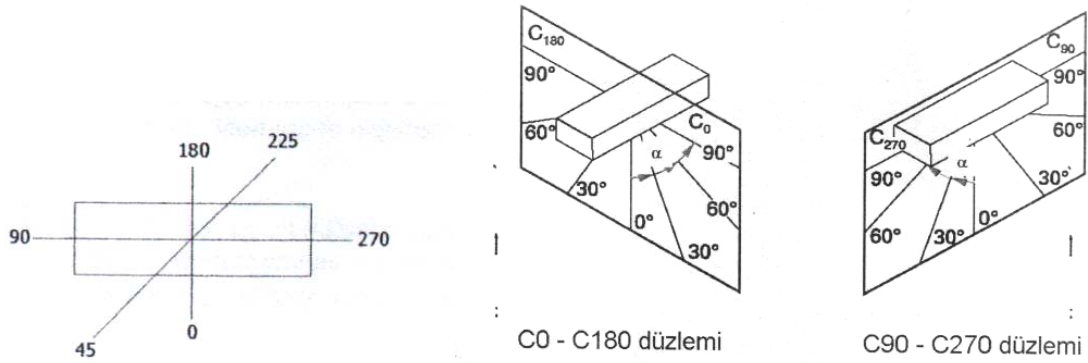
Şekil 3.2 Küresel, döne1, düzlemsel simetri ve asimetri ışık yeğinlik dağılımlarına örnekler (Anon., Philips Lighting)

Tez kapsamında yapılan çalışmadaki asimetrik ışık yeğinlik dağılımına ait sonuçlar polar koordinat sisteminde candela (cd) cinsinden verilmiştir.

Aydınlatma aygıtına ait bir ışık yeğinlik eğrisinde

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

Işık yeğinlik dağılımının eksensel simetrisi olan aygıtlar için tek bir düzlemde gösterilmesi yeterli olurken, eksensel simetrisiz aygıtlar için, ışık yeğinlik dağılımının özelliğine göre, belli sayıda düzlemler içinde ışık yeğinlik eğrilerinin gösterilmesi gereklidir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3 Işık yeğinlik dağılımının çeşitli düzlemler içinde gösterilişi (Anon., Philips Lighting)

3.3 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). Bu oran her zaman 1'den küçüktür. Lambadan çıkan ışık, lambanın ışık dağılım özelliği dikkate alınarak, aydınlatma aygıtı aracılığı ile belli bir düzene sokulur. Bu işlem sırasında ışık akısının olabildiğince büyük bir oranda dışarı çıkıp aydınlanması istenen düzleme düşmesi gerekir. Bu nedenle, aygıt tasarımında ışık enerjisinin etkin kullanılabilmesi için aygıt geriveriminin yüksek olması istenir.

Geriverim tanımı, aydınlatma aygıtı içinde bulunan lamba ya da lambaların ışık akılarının çevre koşulları nedeniyle farklı biçimde düşünülmesi nedeniyle, iki farklı biçimde yapılabilir:

- Aydınlatma aygıtının optik geriverimi (optical light output ratio): Aygıtın toplam akısının, aygıtın içinde bulunan lamba ya da lambaların, aygıtın içindeyken yayımladıkları ışık akısı toplamına oranıdır (Sirel, 1997).
- Aydınlatma aygıtının standart geriverimi (light output ratio; luminaire efficiency): Bir aygıtın, belirlenmiş pratik (uygulamsal) 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 (Sirel, 1997).

Bir aydınlatma aygıtının geriveriminin yüksek olması için, aygıt geometrisinin lamba ışığının olabildiğince büyük bölümünün aygıttan çıkmasını sağlaması ve aygıt yapımında kullanılan gereçlerin ışık yansıtma ya da koşullara göre, ışık geçirme çarpanının yüksek olması gerekir.

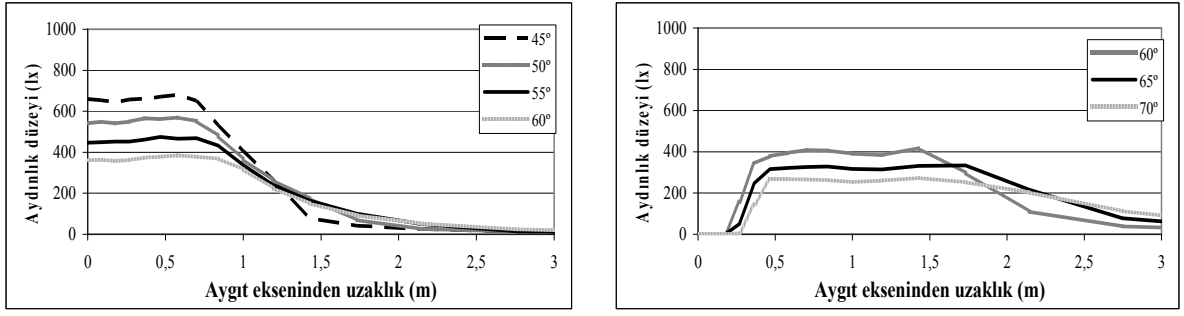
3.4 Aydınlik Düzeyi Dağılımı

Bir aydınlatma aygıtından çıkan ışığın aydınlattığı düzlem/yüzey üzerindeki aydınlık düzeyi dağılımı,

- aydınlık düzeyi tabloları,
- aydınlık düzeyi eğrileri,
- eş aydınlık (izolux) eğrileri oluşturularak belirlenir.

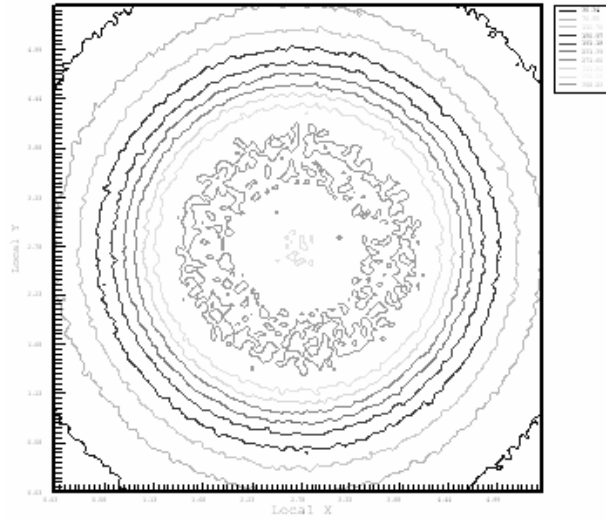
Aydınlık düzeyi tabloları, eksensel simetrik aygıtlar için uygundur. Eksensel simetrik aygıttan çıkan ışık dairesel bir alanı (aydınlık dairesi) aydınlatır. Aydınlik düzeyi tabloları ile aydınlanan düzlemde oluşan aydınlık dairesindeki minimum, ortalama ve maksimum aydınlık düzeyinin bulunması sağlanır. Aydınlik düzeyleri, aygıt ile aydınlanan düzlem arasındaki belli uzaklıklar için hesaplanır.

Aydınlık düzeyi eğrileri, yatay ekseninde (x eksen) aygıt ekseninden uzaklık, düşey ekseninde (y eksen) aydınlık düzeyi değerlerinin bulunduğu bir grafik ile gösterilir. Bu eğriden yararlanarak, aydınlanan düzlemin herhangi bir noktasındaki aydınlık düzeyi saptanabilir, aydınlığın düzgün yayılmasını sağlayacak aygıt aralığı belirlenebilir. Aydınlik düzeyi eğrilerine örnekler Şekil 3.4'te gösterilmiştir.



Şekil 3.4 Aydınlatma düzeyi eğrileri

Eş aydınlatma eğrileri, bir aydınlatma aygıtından çıkan ışığın aydınlatmış olduğu düzlem/yüzey üzerinde aydınlatma dağılımının aynı olduğu noktaların geometrik yerini gösterir. Eş aydınlatma eğrisine örnek Şekil 3.5'de verilmiştir.



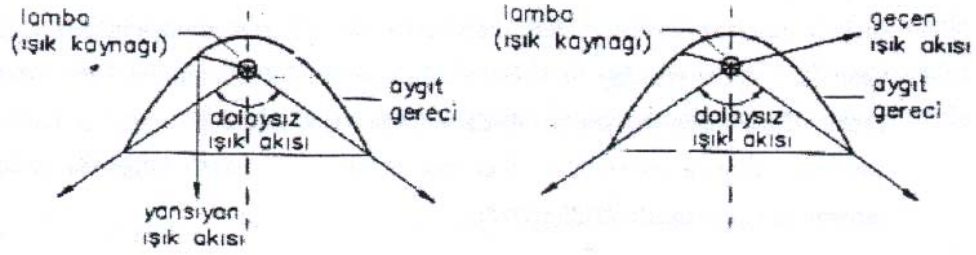
Şekil 3.5 Eş aydınlatma eğrisi

4. AYDINLATMA AYGITININ YAPIM ÖZELLİKLERİ

Bir aydınlatma aygıtının yayımladığı ışık akısı, ışık kaynağından çıkarak,

- doğrudan aygıt dışına çıkan “dolaysız ışık akısı”,
- aygıt gereğine gelen ışık akısının, gereç yüzeyinden yansıdıktan sonra aygıt dışına çıkan “yansıyan ışık akısı” ve gerecin geçirgen olması durumunda, gereçten geçtikten sonra aygıt dışına “geçen ışık akısı”,

olarak iki bölümden oluşur (Şekil4.1).



Şekil 4.1 Aydınlatma Aygıtından çıkan, dolaysız ve yansıyan-geçen ışık akısı bölümleri (Öztürk, 1995; Aydın, 2005)

Bir lambanın yayımladığı ışığın istenen doğrultulara yönlendirerek biçimlendirilmesi ve bunun sonucunda hacimdeki aydınlık dağılımının isteğe uygun belirlenmesinde “aygıt gerecinin ışığı yansıtma ve geçirme özellikleri” ile “aygıtın geometrik özellikleri” rol oynar.

4.1 Aygıt Gerecinin Işığı Yansıtma ve Geçirme Özellikleri

a) Yansıma ve geçmede nicelik: Yansıma ve geçmede nicelik, bir gerecin yüzeyinden yansıyan ya da gereçten geçen ışığın, gerece gelen ışığa oranı olarak tanımlanır. Bir yüzeyin açıklık ve koyuluğuna bağlı olarak yüzeyden yansıyan ışığın niceliği değişir. Açık renkli yüzeylerin ışık yansıtma oranı büyük, koyu renkli yüzeylerin ışık yansıtma oranı küçüktür. Bir gereçten geçen ışığın niceliği de, gerecin açıklığı koyuluğuna, ışığın geçme biçimine ve gerecin kalınlığına bağlıdır. Yansıyan ya da geçen ışığın oranının büyük olması için, aygıt gereci açık renkli olmalı ve geçme söz konusu ise gerecin diğer özellikleri de dikkate alınmalıdır.

b) Yansıma ve geçmede nitelik: Normal koşullarda, gereç, lamba ışığının tayfsal bileşimini (rengini) değiştirmemelidir. Kullanılan gerecin saydam olması durumunda, hem geçme hem de yansıma biçimi dikkate alınmalıdır. Işığın, gerecin özelliklerine bağlı olarak geçme yolu ile

az ya da çok dışarı çıkması durumunda, geçen ışığın belli büyüklükteki bir düzlem üzerine düşmesi ya da belli doğrultulara yönelmesi sağlanamaz.

Aygıtı oluşturan gerecin saydamsız olması durumunda, lamba ışığının aygıt üzerine düşen bölümü, yalnızca yansıyarak aygıt dışına çıktığı için, gerecin yansıtma biçimi, aydınlığın denetlenmesi açısından büyük önem taşır. Aygıt gerecinin ışık yansıtma biçiminin düzgün yansıma olması durumunda, aygıtta yer alan yansıtıcının geometrik etütler ile biçimlendirilmesi olanaklıdır. Diğer yansıtma biçimlerinin söz konusu olduğu durumlarda ise ışık ışınlarının yansıma doğrultusu geometrik etüt aracılığı ile belirlenemez. Yansıtıcının belli bir noktasından çeşitli doğrultulara farklı oranlarda yansıyan ışık ışınlarının yöneldikleri doğrultuların izlenmesi bilgisayar simülasyon programları aracılığı ile olur.

4.2 Aygıtın Geometrik Özellikleri

Aydınlatma aygıtının içinde yer alan lambadan çıkan ışığın bir bölümü aygıtı oluşturan yüzeylere düşer, geri kalan kısmı ise doğrudan aygıt dışına çıkar. Yansıtıcı yüzeyin özellikleri doğru belirlenerek, lamba ışığının aygıt gereğine düşen bölümünün gerekli doğrultulara yönlendirilmesi sağlanabilir. Ancak, aygıttan doğrudan çıkan ışık denetlenemez. Kimi koşullar için, aygıt ya da lamba üzerinde önlemler alınarak lamba ışığının aygıttan dolaysız çıkmasını önlemek yoluna gidilir.

Düzgün yansıma yapan yansıtıcının geometrik özelliklerinin bilinmesi durumunda, lambadan çıkarak aygıt gereğine düşen ışığın yansdıktan sonra aygıt dışına çıktığı doğrultu saptanabilir. Aygıt geriveriminin yüksek olması, lamba ışığının aygıt içinde olabildiğince az yansımaya uğrayarak aygıt dışına çıkması ile ilgilidir. Işığın yansıma doğrultusunun belirlenmesi ve tek yansıma ile aygıttan çıkması aygıtta kullanılan yansıtıcının geometrik özelliklerine bağlı olarak sağlanabilir.

5. YANSITICI TANIMI VE YANSITICI BİÇİMLERİ

İstenen ışık akısı, ışık yeğirliği ve aydınlık dağılımının elde edilebilmesi için, lambadan çıkan ışık akısı belli doğrultulara yönlendirilmelidir. Lamba ışık akısının yönlendirilmesi daha çok, ışık ışınlarının bir yüzeyden yansıtılması ile olanaklıdır.

Yansıtıcının (reflector) tanımı Uluslar arası Aydınlatma Sözlüğü’ de, “Yansıma olayını kullanarak, bir ışık kaynağının ışık akısının uzaysal dağılımını değiştirmeye yarayan nesne ya da düzen” olarak tanımlanmaktadır (CIE, 1987; Sirel,1997).

Lambadan çıkan ışık akısının istenilen doğrultulara yansıtılmasında, yansıtıcının “geometrik biçimi” ve “gereç özellikleri” önemli rol oynar. Yansıtıcı yüzeyin düzgün yansıma yapması ve bu yüzeyin bilinen bir geometrik biçimde olması durumunda, lamba ışığını istenen doğrultulara yönlendirmek olanaklıdır. Ayrıca belirtilen koşullar için, aygıtın aydınlatma özellikleri, aygıt üretilmeden tasarım sırasında geometrik etüt ve hesaplar ile belli oranda saptanabilir.

Doğrusal flüoresan lamba içeren aydınlatma aygıtlarında kullanılan yansıtıcılar geometrik biçimleri açısından,

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

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

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

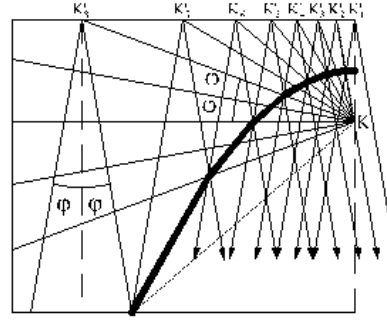
başlıkları altında kısaca açıklanmıştır.

Yansıtıcı tasarımına yönelik literatürde yer alan bilgiler genelde yansıtıcı yüzeyinin düzgün yansıma yapması ve kullanılan ışık kaynağının, doğrusal kaynak için en kesitte boyutu olamayan “çizgi kaynak” varsayımına dayanır. Çizgisel ışık kaynaklarının kullanımı için

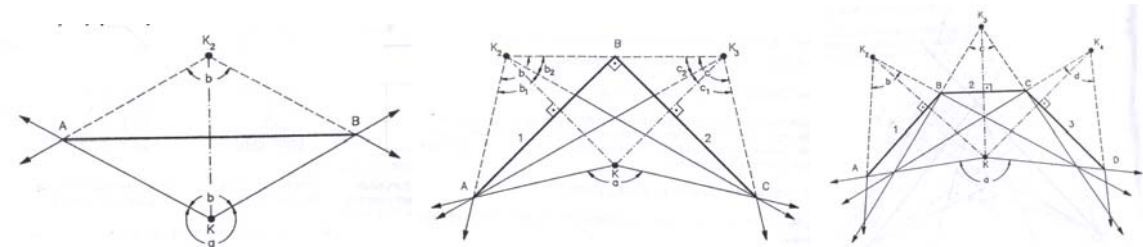
yapılan yansıtıcı tasarımları yansıtıcının enine kesiti ile sınırlı tutulur. Bunun nedeni, yansıtıcının enine kesitinde, yansıtıcı yüzeyinden yansıyan ışığın doğrultusunun yansıtıcı geometrisine uygun olarak belirlenebilmesi, ancak boyuna kesitinde bu belirlemenin kolaylıkla yapılamamasıdır.

5.1 Düzlem Yüzeyli Yansıtıcılar

Düzlem yüzeyli yansıtıcılar ile ilgili yansıtıcı tasarımı yansıtıcının enine kesiti ile sınırlandırılmıştır. Yansıtıcının tasarımı iki farklı biçimde yapılabilir. Yansıtıcıyı oluşturan her bir parçanın uzunluk ve eğimi, yansıtıcı parçalarının her birinden yansıyan ışığın eşit büyüklükteki açılar içine yayılması ve yansıyan ışık ışınlarının aynı doğrultulara gönderilmesini sağlayacak biçimde belirlenebilir (Anon., Philips Lighting, 1989; Öztürk, 2004; Yiğit, 2007) (Şekil 5.1). Bir başka yaklaşım ise, yansıtıcı parçalarının uzunluk ve eğiminin, gerek yansıyan ışığın içine yayıldığı açının büyüklüğü gerekse yansıyan ışığın yöneldikleri doğrultular açısından birbirinden farklı tutulmasıdır (Şekil 5.2).



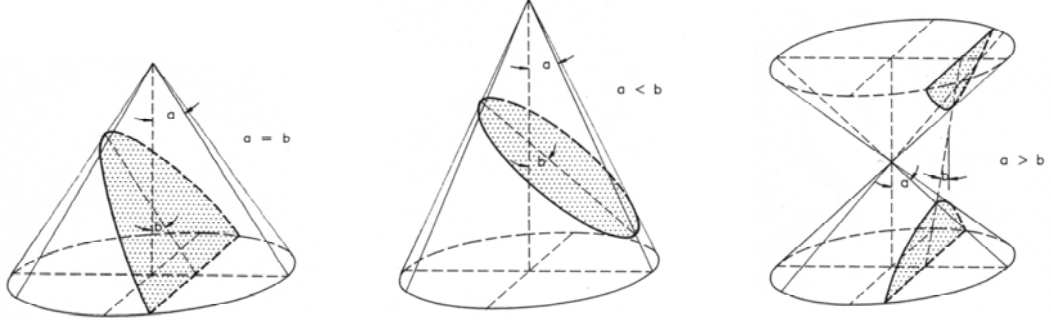
Şekil 5.1 Her parçasından yansıyan ışığı aynı doğrultulara ve aynı büyüklükte açı içine yönelten düzlem yansıtıcı (Yiğit, 2007)



Şekil 5.2 Tek, iki, üç parçalı düzlem yansıtıcı (Öztürk, 2000)

5.2 Temel Yansıtıcı Biçimleri

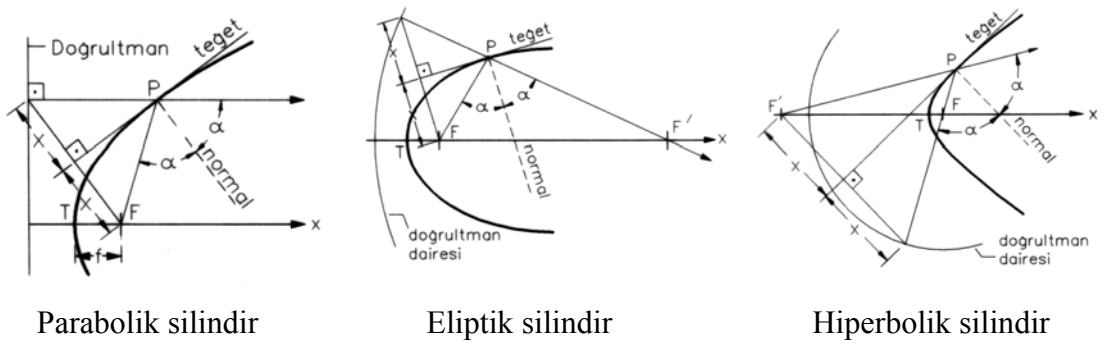
Temel yansıtıcı biçimleri, matematik olarak tanımlanabilen, böylece elde edilebilecek sonuçların belli oranda öngörülebildiği yansıtıcılar olarak tanımlanabilir. Konik yansıtıcılar ile küresel yansıtıcılar, sıklıkla kullanılan temel yansıtıcı biçimleridir. Konikler, koninin tepe noktasından geçmeyen bir düzlemin koni ile arakesiti olan eğrilerdir. Bu arakesit eğrileri, düzlemin koni eksenini ile yaptığı açının büyüklüğüne göre, parabol, elips ve hiperbol olarak tanımlanır (Şekil 5.3; Öztürk, 2000; Yiğit, 2007).



Şekil 5.3 Bir koni ile bir düzlemin arakesitleri (Öztürk, 2000; Yiğit 2007)

Doğrusal lambalar ile birlikte kullanılan konik yansıtıcılar

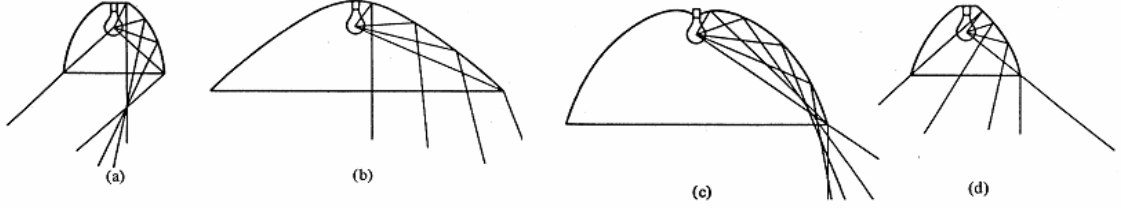
- parabolik silindir,
- eliptik silindir ve
- hiperbolik silindir olarak adlandırılır. Bu yansıtıcıların odağında yer alan çizgisel ışık kaynağının, yansıtıcı yüzeyden yansıma doğrultuları, yansıtıcıların Şekil 5.4'te verilen enine kesitleri üzerinde gösterildiği gibidir.



Şekil 5.4 Enine kesiti konikler olan silindirler (Öztürk, 2000; Yiğit 2007)

5.3 Genel Yansıtıcı Biçimleri

Genel yansıtıcılar, belirlenmiş bir aygıt ışık yeğirlik dağılımını sağlamak üzere biçimlendirilir. Genel yansıtıcı biçimlerinin tasarımında, veri olarak alınan değerler elde edilmek istenen aydınlatma ışık yeğirlik dağılımı ve kullanılacak olan lambanın ışık yeğirlik dağılımı olarak sıralanabilir. Genel yansıtıcılar, veri oluşturan aygıt ışık yeğirlik eğrisi ve ışığın yansıtıcıdan yansması gereken doğrultulara bağlı olarak ortaya çıkan yansıtıcı biçimleri açısından değişik biçimlerde olabilir (Şekil5.5).



Şekil 5.5 Genel yansıtıcılara örnekler (Elmer,1983)

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

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

olmak üzere dört ayrı başlık altında sıralanabilir.

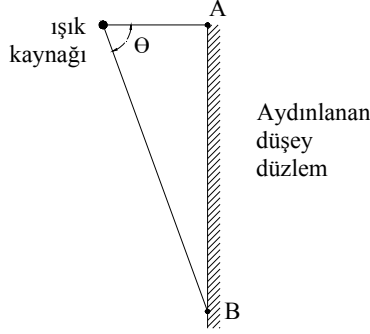
Bütün yaklaşımlar için geçerli olan kabul ve varsayımlar,

- düzgün yansıma yapan yansıtıcı yüzeyi,
- aygıt eksenine göre simetrik yansıtıcı ve aygıt ışık yeğirlik eğrisi,
- aygıt eksenine göre simetrik ışık kaynağı ve ışık kaynağı ışık yeğirlik eğrisi,
- yansıtıcı boyutuna göre nokta ışık kaynağı kabul edilebilecek büyüklükte ışık kaynağı olarak açıklanabilir (Anon., IES, 1984; Anon. IESNA, 2000; Aydın, 2005; Aydın vd, 2005; Yiğit, 2007).

Tez kapsamında yapılan çalışmada, bütün yaklaşımlarda grafik bütünleşme ile genel yansıtıcı tasarımı yaklaşımı kullanılmıştır. Doğrusal flüoresan lambanın enine kesiti üzerinde çalışılmış, kaynak nokta kaynak olarak kabul edilerek, asimetrik ışık yeğirlik eğrisi tanımlanmıştır.

6. AYGITTAN ÇIKAN IŞIĞIN YAYILMA AÇISININ BELİRLENMESİ

Müze, sergi salonları, kütüphane gibi yapılarda sergilemenin yapıldığı düzey düzlemlerde/yüzeylerde aydınlığın düzgün yayılması büyük önem taşır. Bu tip farklı işlevli yapılarda ve düşey düzlemde düzgün yayılmış aydınlık gerekli olduğu durumlarda aygıttan çıkan ışığın yayılma açısı (θ) önem kazanır. θ açısı, düşey düzlemde aydınlatılmak istenen bölgeyi (AB) düzlemi sınırlayan açıdır (Şekil 6.1).

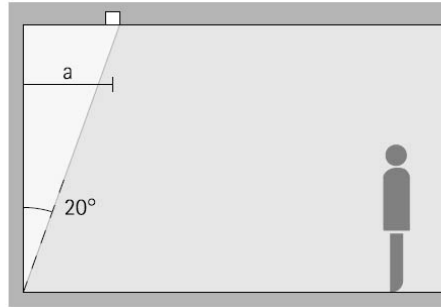


Şekil 6.1 Düşey düzlemde aydınlatılması istenen bölge

Aygıttan çıkan ışığın yayılma açısı (θ), ilk olarak düşey düzlemdeki duvarın tamamının aydınlatılması istenildiği durum için tanımlanmış, bir sonraki adımda farklı işlevli yapılara ait düşey düzlemde aydınlatma ile ilişkin literatür bilgilerine yer verilmiştir. Son olarak, bu belirlemeler doğrultusunda tez kapsamında kullanılan θ açıları tanımlanmıştır.

6.1 Duvar Yüzeyinin Tamamının Aydınlatılması

Düşey düzlemin tamamının aydınlatılması istenildiği durum için, kimi kaynaklarda aydınlatma aygıtının aydınlatılmak istenen düşey düzlemde uzaklığı, düşey düzlem uzunluğunun üçte biri olarak tanımlanmaktadır. Bu durumda, aygıttan çıkan ışığın yayılma açısı (θ) 70° olarak kabul edilebilir (Şekil 6.2).



Şekil 6.2 Duvar yüzeyinin tamamının aydınlatılması istenildiği durumda tanımlanan θ açısı

(http://www.erco.com/download/data/30_media/55_wallwasher/en_erco_verticalilluminance.pdf)

6.2 Farklı İşlevli Yapılar İçin Düşey Düzlemde Aydınlatmaya İlişkin Literatür İncelemesi

Bu bölümde, düşey düzlemde aydınlatmanın gerekli olduğu yapılarda gerekli aydınlık düzeyleri ve aygıttan çıkan ışığın yayılma açısına ilişkin bilgilere yer verilmiştir.

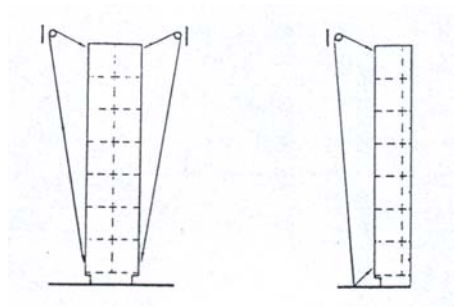
6.2.1 Kütüphane Yapıları İçin Düşey Düzlemde Aydınlatmaya Yönelik İnceleme

Başta okuma eylemi olmak üzere, kütüphanelerde farklı eylemler için farklı aydınlık düzeyleri gereklidir. Kütüphanelere ilişkin önerilen genel aydınlık düzeyleri Çizelge 6.1’de gösterilmiştir (CIE, 2001; DIN EN 12464-1, 2003).

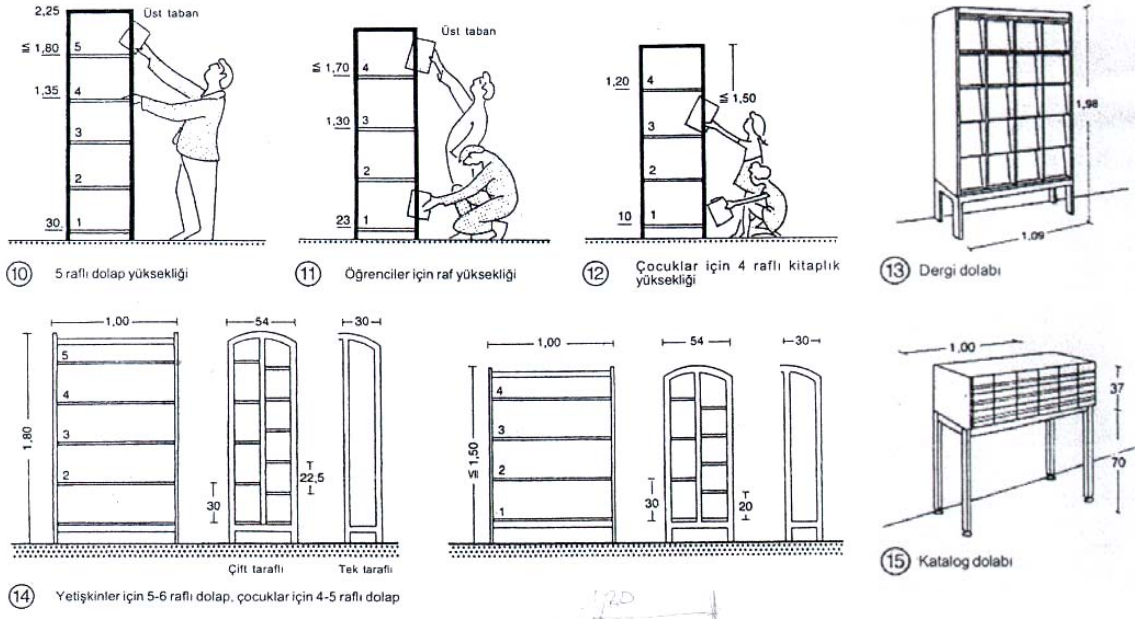
Çizelge 6.1 Kütüphanelerde önerilen genel aydınlık düzeyleri (CIE, 2001; DIN EN 12464-1, 2003).

KÜTÜPHANE BÖLÜMLERİ	AYDINLIK DÜZEYLERİ (lx)
Kitap rafları	200
Okuma bölümleri	500
Bankolar	500

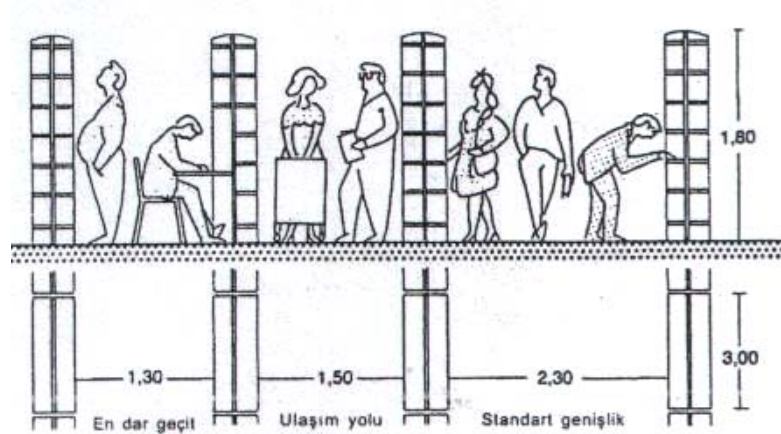
Kütüphaneler için düşey düzlemde rafların aydınlatılması gerekir. Raflardaki bir kitabın adını, numarasını, yazar adının okunabilmesi için düzgün yayılmış bir aydınlık sağlanmalıdır. Raflar arası uzaklık ve raf yükseklikleri dikkate alınarak aygıttan çıkan ışığın yayılma açısı belirlenebilir. Şekil 6.3’te raf aydınlatması, Şekil 6.4’te yetişkinler, öğrenciler ve çocuklar için gerekli raf yükseklikleri ve raf boyutları, Şekil 6.5’de ise raflar arasında bırakılması gereken genişlikler verilmiştir.



Şekil 6.3 Raf aydınlatması (Yıldırım, 1995)

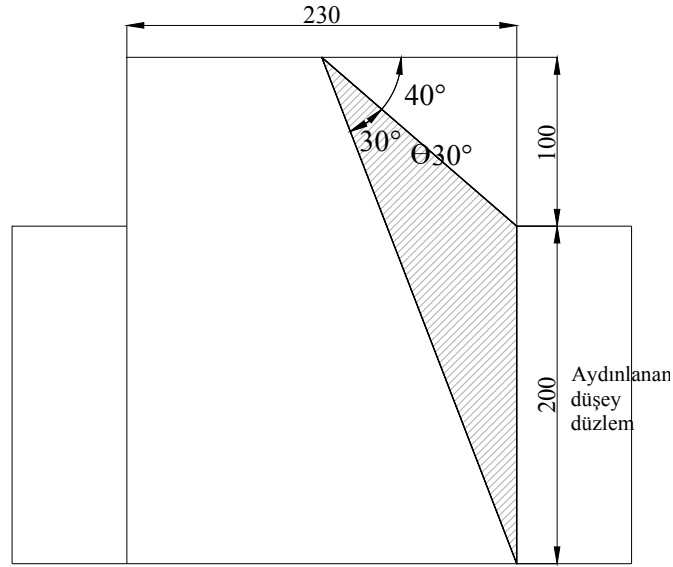


Şekil 6.4 Yetişkinler, öğrenciler ve çocuklar için raf yükseklikleri ve raf boyutları (Neufert, 35.baskı)



Şekil 6.5 Raflar arasında bırakılması gereken genişlikler (Neufert, 35.baskı)

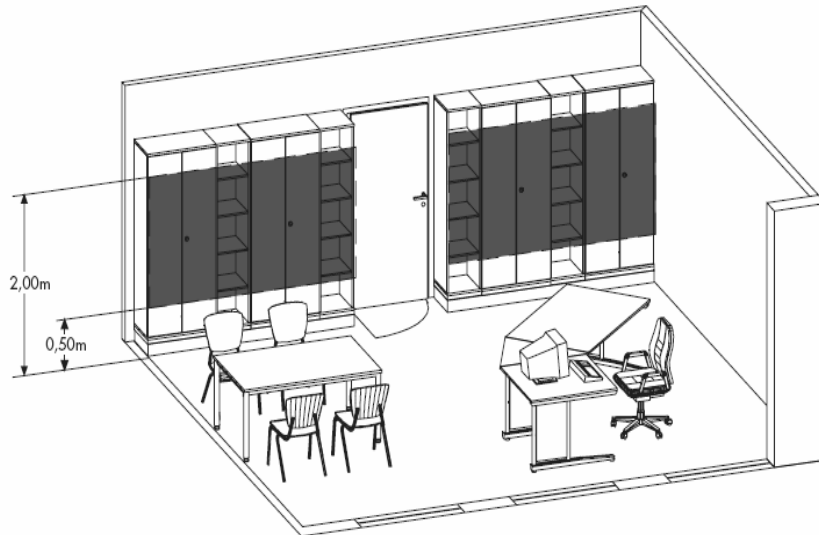
Söz konusu bilgilerden yararlanılarak, tavan yüksekliği 3 m olan bir mekan için, raflar arasındaki genişlik standart kabul edilerek, ortalama 2 m yüksekliğinde bir rafın aydınlatması için gerekli θ açısı Şekil 6.6'da belirtilmiştir.



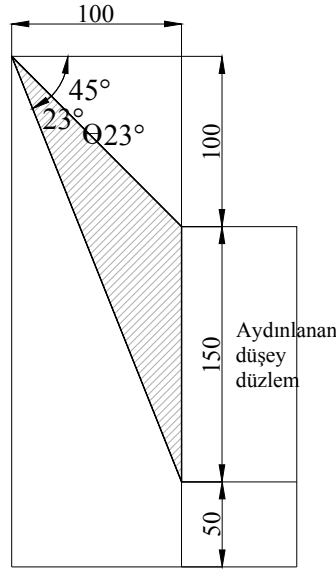
Şekil 6.6 Kütüphane için gerekli aygıttan çıkan ışığın yayılma açısının (θ) belirlenmesi

6.2.2 Büro Yapıları İçin Düşey Düzlemde Aydınlatmaya Yönelik İnceleme

Büro gibi çalışma mekanlarında, düşey düzlemde dolap ve rafların aydınlatılması gerekir. Düşey düzlemde düzgün yayılmış aydınlığın gerekli olduğu bölge Şekil 6.7’de gösterilmiş, buna bağlı olarak aydınlatma aygıtı ile aydınlanan düşey düzlem arasındaki uzaklığın 1 m olarak tanımlandığı durum için aygıttan çıkan ışığın yayılma açısı belirlenerek Şekil 6.8’de gösterilmiştir.



Şekil 6.7 Bürolar için düşey düzlemde düzgün yayılmış aydınlık sağlanması istenen bölgenin tanımlanması (<http://www.aulerlichtkabel.de/gif/HILFEN.pdf>)



Şekil 6.8 Bürolar için gerekli aygıttan çıkan ışığın yayılma açısının (θ) belirlenmesi

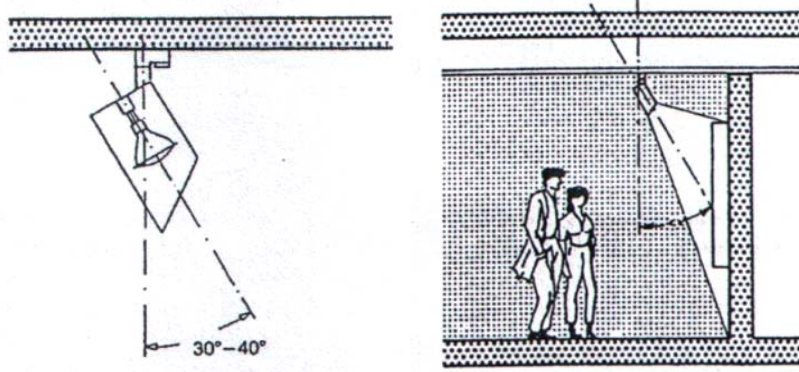
6.2.3 Müze Yapıları İçin Düşey Düzlemde Aydınlatmaya Yönelik İnceleme

Müze, sergi salonu gibi yapılarda hassas objeler üzerindeki aydınlık düzeylerine dikkat edilmelidir. Çizelge 6.2’de müze ve resim galerileri için maksimum aydınlık düzeyleri gösterilmektedir (Öztürk, 2009; CIE, 2004).

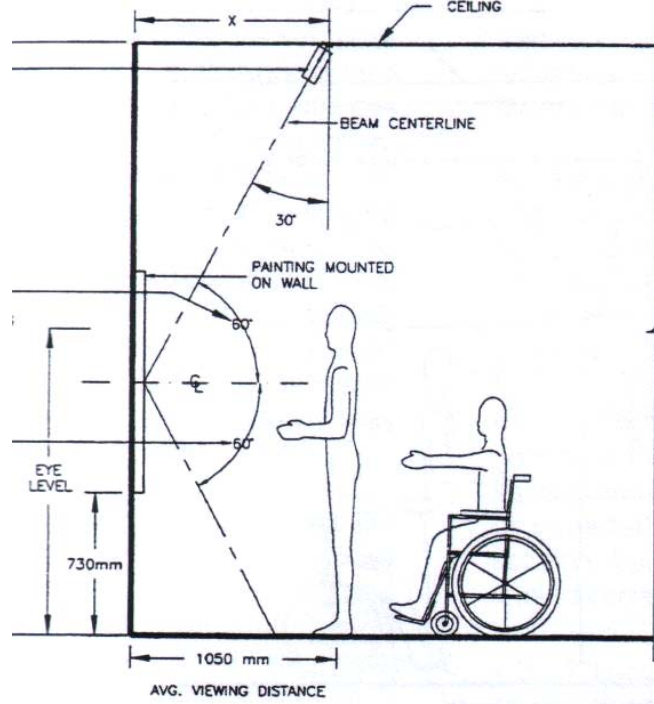
Çizelge 6.2 Müze ve resim galerisi için maksimum aydınlık düzeyleri(Öztürk, 2009; CIE, 2004)

Malzeme sınıfı		Maksimum aydınlık düzeyi E_{min}, lx	Maksimum yıllık sergileme süresi $lx \text{ h/y}$
Duyarsız nesneler	birçok metal ,taş, birçok cam, seramik, emaye, birçok maden	sınır yok	sınır yok
Az duyarlı nesneler	yağlı boya, tempera boya, fresk, boyanmamış deri ve ahşap, boynuz, kemik, fildişi, vernik, bazı plastikler	200	600000 (200lx altında 3000 saat sergileme)
Duyarlı nesneler	kostümler, sulu ve pastel boya, goblen, el yazısı, yazı ve çizimler, minyatür, duvar kağıdı, boyalı deri ve birçok doğal tarihi nesne, botanik örnekler, kürk, tüy	50	150000 (50lx altında 3000 saat sergileme)
Çok duyarlı nesneler	İpek, uçucu olarak bilinen boyalar, gazete kağıdı	50	15000 (50lx altında 300 saat sergileme)

Söz konusu yapılarda sergilenen malzemenin türüne bağlı olarak, maksimum aydınlık düzeyleri dikkate alınmalıdır. Bu tip yapılarda 2 boyutlu nesnelerin sergilenmesi için gerekli olan aygıttan çıkan ışığın yayılma açısı Şekil 6.9 a ve Şekil 6.9 b’de gösterilmiştir.



a (Neufert, 35.baskı)



b (IESNA, 1996)

Şekil 6.9 Müzeler için gerekli aygıttan çıkan ışığın yayılma açısının (θ) belirlenmesi

6.3 Tez Kapsamında Kullanılan θ Açısının Belirlenmesi

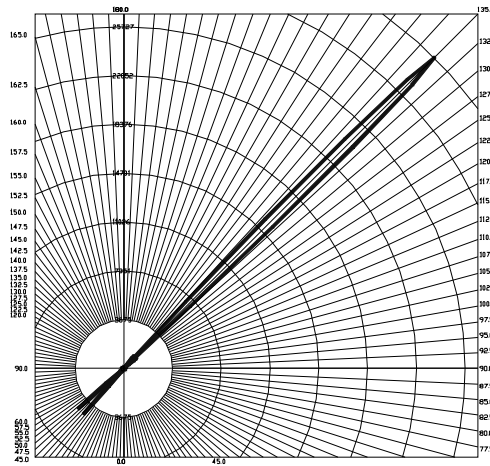
Yapılan incelemelerde, farklı işlevli yapılarda düşey düzlemde düzgün yayılmış aydınlık sağlamak için aygıttan çıkan ışığın yayılma açısının (θ) en fazla 70° olduğu görülmüştür. Tez kapsamında yapılan çalışmada farklı yüksekliklerde düşey düzlemlerin aydınlatılmak istenmesi dikkate alınarak aygıttan çıkan ışığın yayılma açısının (θ) 70° den başlayarak beşer derecelik adımlarla, (θ) 40° olduğu duruma kadar yansıtıcı tasarımları yapılmıştır.

7. DÜŞEY DÜZLEMDE DÜZGÜN YAYILMIŞ AYDINLIK SAĞLAMAK AMACIYLA YAPILAN YANSITICI TASARIMLARI

Doğrusal ışık kaynaklarının kullanıldığı yansıtıcıların tasarımı yalnızca yansıtıcının enine kesiti üzerinde yapılabilmektedir. Bunun nedeni, yansıtıcının enine kesitinde yansıtıcıdan yansıyan ışığın doğrultusunun yansıtıcı geometrisine uygun olarak belirlenebilmesi, ancak boyuna kesitinde bu belirlemenin kolayca yapılamamasıdır.

Doğrusal ışık kaynakları için tasarlanan yansıtıcılarda, elde edilen aygıt ışık yeğirliğı uzaysal dağılımlarının çeşitli yatay açılarında ortaya çıkan ışık yeğirlik düzlemsel dağılımları birbirinden farklı olur. Aydınlatma aygıtının enine (0° - 180° yatay açıları) ve boyuna kesitinde (90° - 270°) ortaya çıkan ışık yeğirlik dağılımları biçim açısından sınır durumları oluştururlar. Tez kapsamında yapılan çalışmada, aygıt ışık yeğirlik uzaysal dağılımlarının 0° - 180° yatay açılarınday ortaya çıkan ışık yeğirliğı düzlemsel dağılımları dikkate alınmıştır.

Bu çalışmada, asimetrik yansıtıcı tasarımları grafik bütünleşme ile genel yansıtıcı tasarımı yaklaşımı kullanılarak yapılmıştır. Yansıtıcıların tümünde lamba türü olarak 16 mm çaplı doğrusal flüoresan lamba (FH28T5: Osram, 28 W, Lumilux Plus Cool White T5, 840, 2900 lm); yansıtıcı gereci olarak düzgün yansıma yapan alüminyum malzeme (ALMIRO04: Alanod, spec. alum w/diel. coat, ρ : 0.95) kullanılmıştır. Yansıtıcılarda kullanılan malzemenin ışık yansıtma biçimi Şekil 7.1’de gösterilmiştir.



ALMIRO04

Şekil 7.1 Yansıtıcılarda kullanılan yansıtıcı gerecin ışık yansıtma biçimi

7.1 Aydınlatma Aygıtı Analiz ve Tasarım Programı

Tez kapsamında yapılan çalışmalarda, tasarlanan yansıtıcılar üç boyuta dönüştürülerek Photopia Aydınlatma Aygıtı Analiz ve Tasarım Programı'nda analiz edilmiştir. Söz konusu program, ışık ışınlarının izlenmesi prensibine dayanmakta ve lamba özellikleri ile aygıt gerecinin ışık yansıtma ve/ya da geçirme özelliklerini veri olarak işlem yapmaktadır.

Bilgisayar programının amacı, aydınlatma aygıtlarının üç boyutlu ışık yeğirlik dağılımları ile istenilen uzaklıktaki düzlemlerde oluşturdukları aydınlık dağılımlarını belirleyerek analiz etmektir.

7.2 Düşey Düzlemde Aydınlik Dağılımında Düzgünlüğün Değerlendirilmesi

Aydınlatma aygıtından çıkan ışığın oluşturduğu aydınlık dağılımının düzgün kabul edilebilmesi için, aydınlanan alandaki aydınlık düzeyi ayrımlarının belli sınırlar içinde olması gerekir. Kapalı hacimlerde, hacmin iç yüzeyinden yansıyarak gelen yansımış ışıkların oluşturduğu aydınlığın da aydınlığın düzgünlüğüne etkisi vardır.

Bu çalışmada, tek aygıt ölçeğinde düzgün yayılmış aydınlık değerlendirilmiş, hacmin iç yüzeylerinden gelen yansımış ışıkların oluşturduğu aydınlık dikkate alınmamıştır.

Aygıt ölçeğinde düşey düzlem üzerindeki aydınlık dağılımının düzgünlüğünü belirleyebilmek için, aydınlanan alanda ışık yeğirlik dağılımındaki 90° (E_{90°), 85° (E_{85°), 80° (E_{80°), ..., 10° (E_{10°), 5° (E_5°), 0° (E_0°) doğrultularının oluşturduğu aydınlık düzeyleri dikkate alınmıştır.

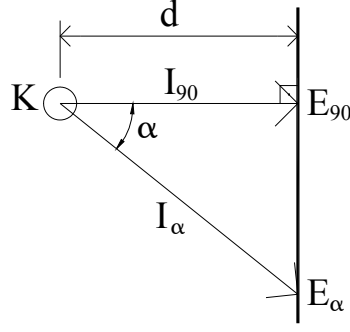
Bu bağlamda,

- I_{90° doğrultusunda oluşan aydınlık düzeyi; $E_{90^\circ} = I_{90} / d^2$ (7.1)

- I_α doğrultusunda oluşan aydınlık düzeyi; $E_\alpha = I_\alpha \cdot \cos^3(90-\alpha) / d^2$ (7.2)

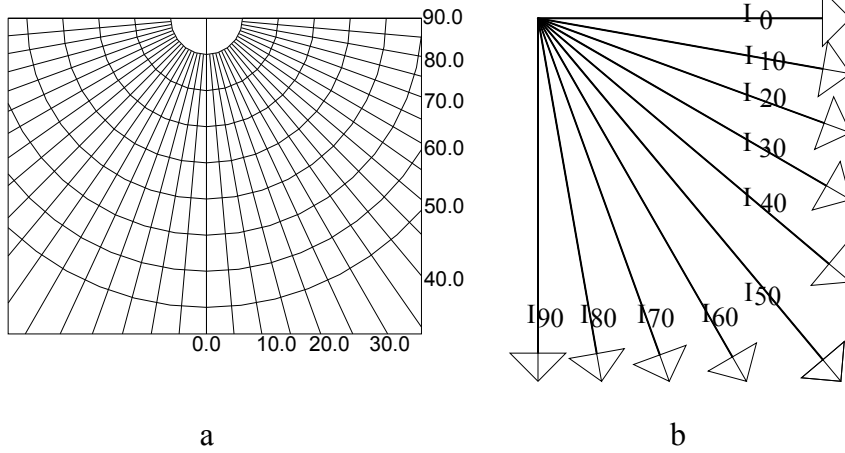
olduğundan, aygıt ekseninden 1 m uzaklıktaki düşey düzlem üzerinde oluşan aydınlık için, aydınlık dağılımı

“ $I_{90} = I_\alpha \cdot \cos^3(90-\alpha)$ ” koşulunda en düzgün yayılmış olur (Şekil 7.2).



Şekil 7.2 Noktasal aydınlık düzeyi hesabının bağlı olduğu büyüklükler

Tez kapsamında yapılan çalışmada, düşey düzlemde oluşan aydınlığın düzgünlüğü değerlendirilirken, bilgisayar simülasyon programında Şekil 7.3 a’da görüldüğü biçimde elde edilen ışık yeğirlik dağılımındaki ışık yeğirlik değerleri kullanılmıştır. Ancak, düşey düzlemde aydınlanan alanın kolay tanımlanabilmesi açısından aşağıdaki açıklamalarda, ışık yeğirlik dağılımındaki açısal doğrultular Şekil 7.3 b’de verildiği gibi tanımlanmıştır. Örneğin, ışık yeğirlik dağılımında düşey doğrultudaki I_0 yerine I_{90} ya da aydınlanan yüzeye dik doğrultudaki I_{90} yerine I_0 kullanılmıştır.

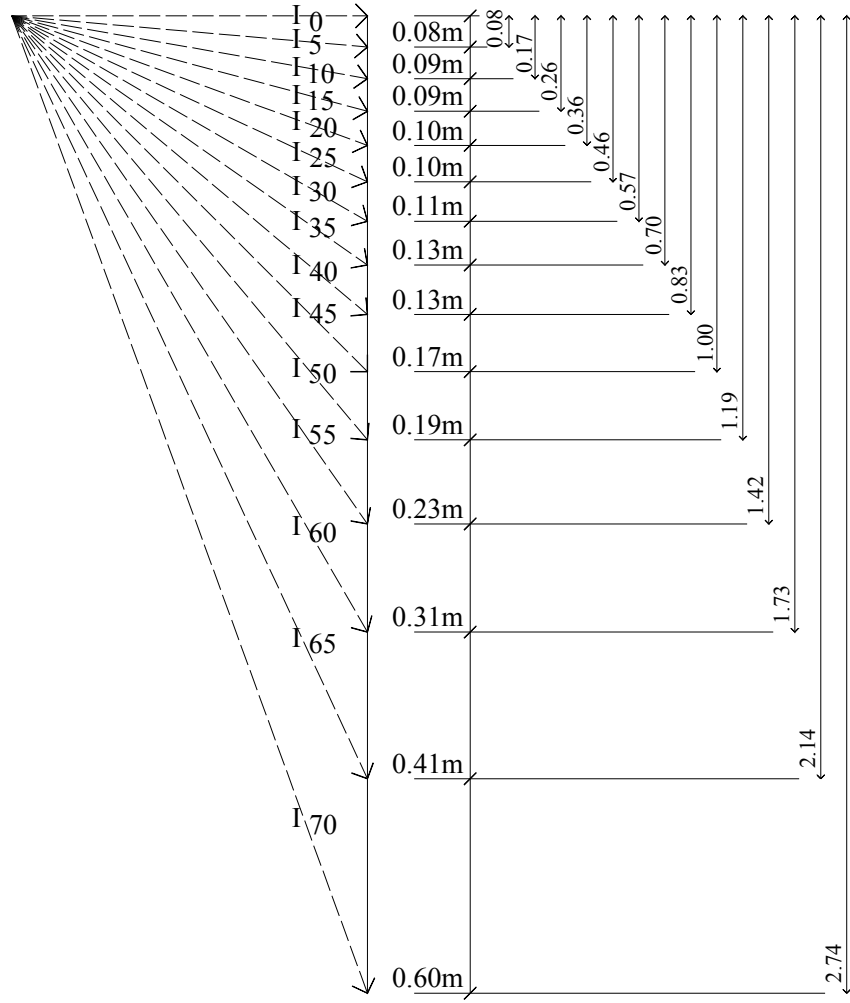


Şekil 7.3 Düşey düzlemde düzgün yayılmış aydınlık sağlayan ışık yeğirliklerinin tanımlanması

Yukarıdaki açıklamalar uyarınca, düşey düzlemde aydınlık dağılımının düzgünlüğünü değerlendirebilmek için aşağıdaki adımlar takip edilmiştir:

- Aygıt ekseninden 1 m uzaklıktaki düşey düzlem için, aygıt ışık yeğirlik dağılımlarının 0° - 180° kesitindeki 90° , 85° , 80° , ..., 10° , 5° , 0° düşey açıların belirlediği doğrultulardaki “ $I_\alpha \cdot \cos^3(90-\alpha)$ ” değerleri $I_{90} \cdot \cos^3_0$ (E_{90°), $I_{85} \cdot \cos^3_5$ (E_{85°), $I_{80} \cdot \cos^3_{10}$ (E_{80°), ... , $I_{10} \cdot \cos^3_{80}$ (E_{10°), $I_5 \cdot \cos^3_{85}$ (E_5°), $I_0 \cdot \cos^3_{90}$ (E_0°) biçiminde saptanmıştır.

- b) “a” adımımda hesaplanan değerler arasından en büyüğü ($E_{\max}$) belirlenmiştir. $E_{\max}$ değeri, aygıt ekseninden 1 m uzaklıktaki düşey düzlem üzerinde oluşan maksimum aydınlık düzeyidir. Ardından, $E_{\max} \cdot 0.90$, $E_{\max} \cdot 0.80$, $E_{\max} \cdot 0.70$, $E_{\max} \cdot 0.60$, $E_{\max} \cdot 0.50$ değerleri saptanmıştır.
- c) Aygıt ışık yeğinlik dağılımında “ $E_{\max} - E_{\max} \cdot 0.90$ ” değerlerine yol açan ışık yeğinliklerinin doğrultuları saptanmıştır. Yani, aydınlanan düşey düzlem üzerinde aydınlık düzeyi farkının $\geq 0.90-1$ arasında olduğu bölge belirlenmiştir. Bu işlem, aygıt ışık yeğinlik dağılımında “ $E_{\max} - E_{\max} \cdot 0.80$ ”, “ $E_{\max} - E_{\max} \cdot 0.70$ ”, “ $E_{\max} - E_{\max} \cdot 0.60$ ”, “ $E_{\max} - E_{\max} \cdot 0.50$ ” değerleri için de yinelenmiştir.
- d) “b-c” adımımda yapılan belirlemeler dikkate alınarak aydınlık dağılımdaki düzgünlük (D) derecelendirilmiştir. Bu derecelendirmede,
- “ $E_{\max} - E_{\max} \cdot 0.90$ ” koşulu (D_1); 1.derece olumlu,
 - “ $E_{\max} - E_{\max} \cdot 0.80$ ” koşulu (D_2); 2.derece olumlu,
 - “ $E_{\max} - E_{\max} \cdot 0.70$ ” koşulu (D_3); 3.derece olumlu,
 - “ $E_{\max} - E_{\max} \cdot 0.60$ ” koşulu (D_4); 4.derece olumlu,
 - “ $E_{\max} - E_{\max} \cdot 0.50$ ” koşulu (D_5); 5.derece olumlu,
- olarak kabul edilmiştir.
- e) Aydınlığın düzgün yayılmışlığı değerlendirilirken, aydınlık dağılımındaki düzgünlüğün aydınlanan yüzeyin belli büyüklükteki bir bölümünde sağlanmış olması koşulu aranmıştır. Düşey düzlemde aydınlığın düzgün yayıldığı alanın yüksekliğinin 0.5 m den büyük olduğu durumlar olumlu olarak değerlendirilmiştir. Düzgün yayılmış aydınlığın sağlandığı alanın yüksekliği açısından ulaşılan çeşitli sonuçlar dört ayrı grupta toplanarak aydınlığın düzgün yayılmışlığının değerlendirildiği tablolarda belirtilmiştir. Söz konusu tablolarda, aygıt ekseninden 1 m uzaklıktaki düşey düzlem üzerinde aydınlığın düzgün yayıldığı alanın yüksekliğinin
- 0,50 m- 1,00 m olduğu koşullar açık gri,
 - 1,00 m- 1,50 m olduğu koşullar orta koyulukta gri,
 - 1,50 m- 2,00 m olduğu koşullar koyu gri,
 - $\geq 2,00$ m olduğu koşullar çok koyu gri,
- olarak belirtilmiştir (Şekil 7.3).

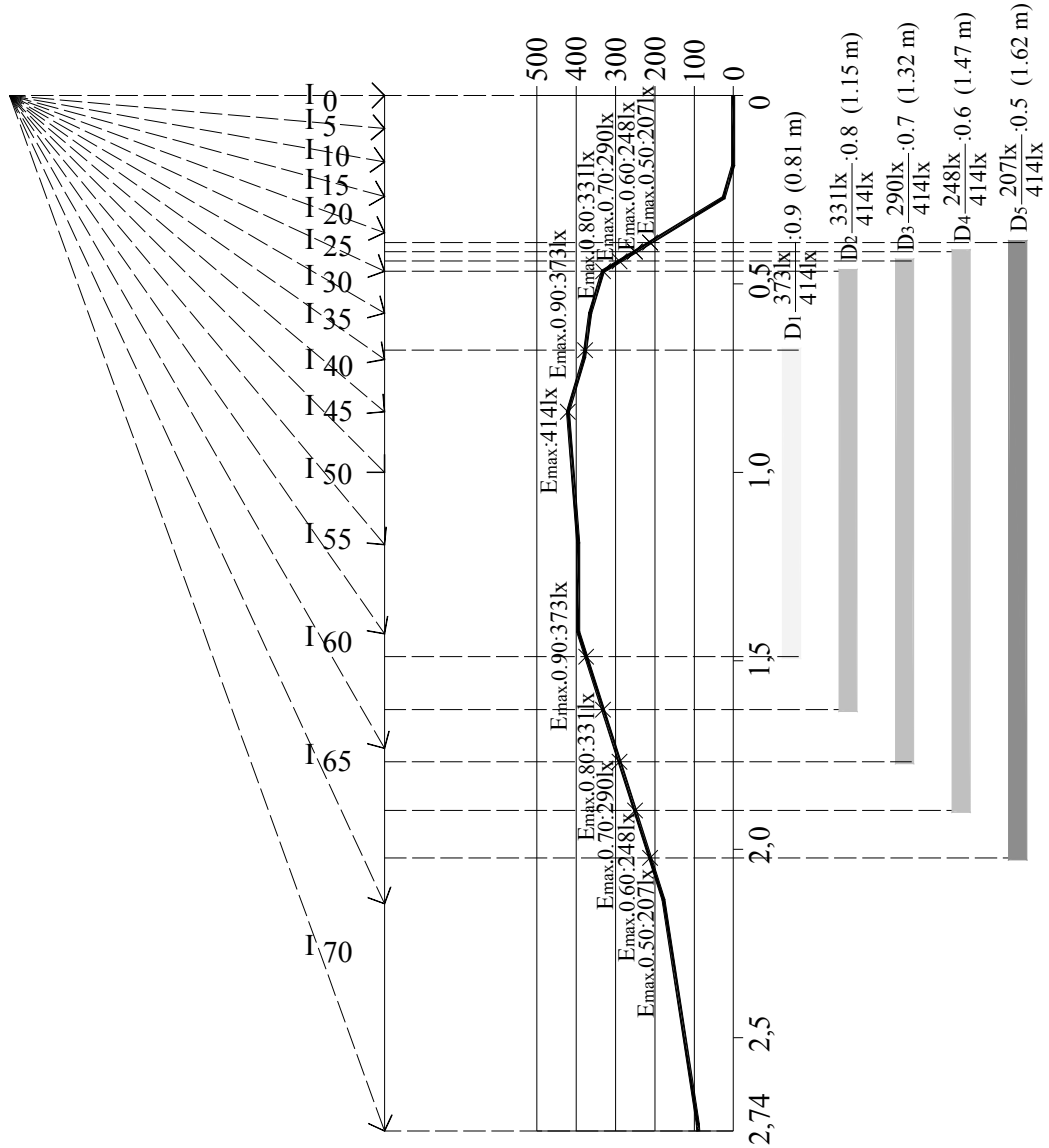


Şekil 7.3 Aydınlığın düzgün yayıldığı alanın yüksekliğinin belirlenmesi

Çizelge 7.1’de bir örnek durum için, aydınlığın düzgünlüğü ilgili tabloda gösterilmiştir. Şekil 7.4’te aynı örnek durum için, aydınlanan yüzey üzerindeki aydınlık dağılımının düzgünlük açısından değişik derecelendirmelere karşılık gelen bölümleri gösterilmiştir.

Çizelge 7.1 Aydınlığın düzgün yayılmışlığının değerlendirilmesi

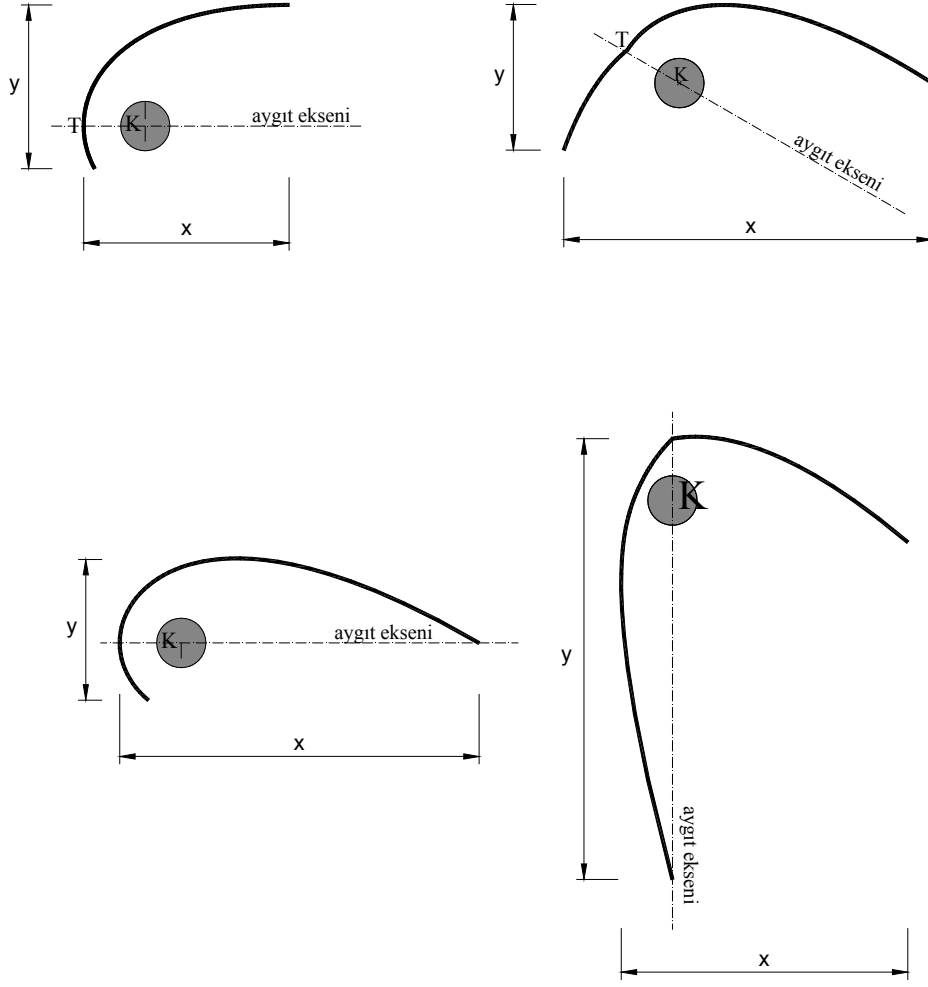
Örnek No	η (%)	Aygıt ışık yeğnlik dağılımında, düzgün yayılmış aydınlık sağlayan ışık yeğnliklerinin doğrultuları				
		D ₁ $E_{\max}-E_{\max}\cdot0.90$	D ₂ $E_{\max}-E_{\max}\cdot0.80$	D ₃ $E_{\max}-E_{\max}\cdot0.70$	D ₄ $E_{\max}-E_{\max}\cdot0.60$	D ₅ $E_{\max}-E_{\max}\cdot0.50$
1	0	I ₃₄ - I ₅₆ (0,81m)	I ₂₅ - I _{58,2} (1,15m)	I ₂₄ - I _{60,5} (1,32m)	I _{22,5} - I ₆₂ (1,47m)	I ₂₁ - I _{63,5} (1,62m)



Şekil 7.4 Aydınlanan yüzey üzerindeki aydınlık dağılımının düzgünlük açısından değişik derecelendirmelere karşılık gelen bölümlerinin gösterilmesi

7.3 Yansıtıcı Boyutlarının Tanımlanması

Çalışma içinde ele alınan tüm yaklaşımlar uyarınca biçimlendirilen yansıtıcıların ölçüleri, yansıtıcı kesitiyle ilişkili şekillerde ve ilgili yaklaşımların anlatıldığı bölümlerde yer alan tablolarda verilmiştir. Yansıtıcıların ölçüleri, yansıtıcı kesitlerinin x ve y eksenindeki izdüşümlerinin uzunlukları belirtilerek gösterilmiştir (Şekil 7.5).



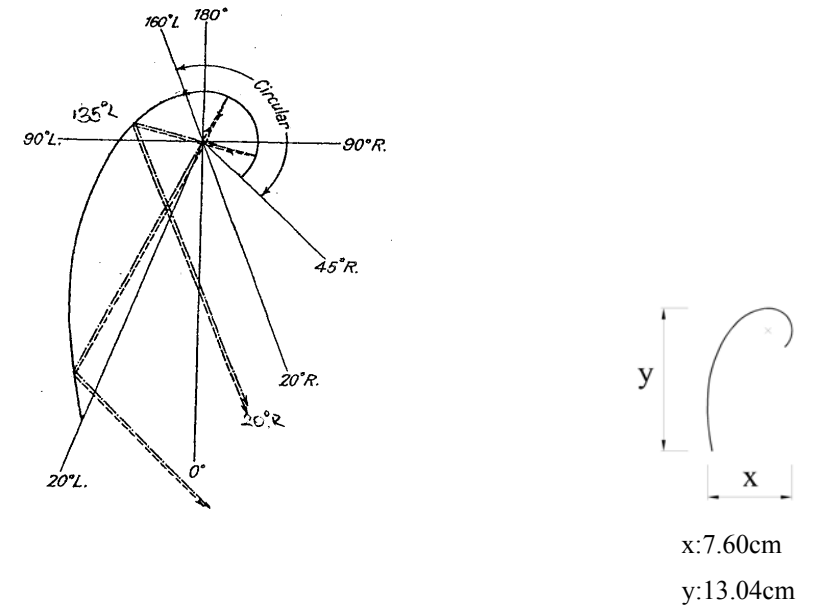
Şekil 7.5 Yansıtıcı ölçülerinin tanımlanmasına örnekler

8. LİTERATÜRDE YER ALAN YANSITICILARIN İNCELENMESİ

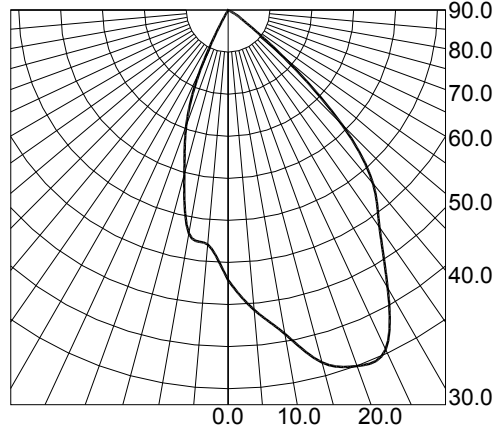
Düşey düzlemdeki aydınlığı denetlemek amaçlı asimetrik yansıtıcı tasarımına ilişkin literatürde yer alan yararlanılabilecek bilgiler çok sınırlıdır. Bu bilgiler kapsamında yansıtıcı tasarımlarına yön vermesi açısından, açıklanan yansıtıcı kesitleri incelenmiş, üç boyuta dönüştürülmüş ve bu kesitler doğrultusunda ulaşılan sonuçlar bilgisayar programı ile analiz edilerek değerlendirilmiştir. Yansıtıcıların boyutları, ilgili şekillerde yansıtıcı kesitinin x ve y eksenindeki izdüşümlerinin uzunlukları belirtilerek gösterilmiştir. Açıklanan yansıtıcıların bazıları düşey düzlem için tasarlanmıştır. Yatay düzlem için tasarlanan yansıtıcılar ise, döndürülerek düşey düzleme uyarlanmıştır.

8.1 Jolley'in Yaklaşımı

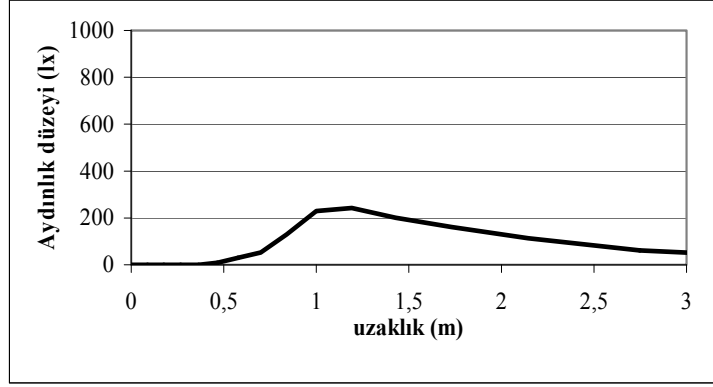
Asimetrik yansıtıcı tasarımına ilişkin yapılan çalışmada yansıtıcı iki parçadan oluşturulmuştur. Yansıtıcı tanımlaması 0° - 180° doğrultusu dikkate alınarak sağ ve sol olarak adlandırılmıştır. Yansıtıcı tasarlanırken 20° - 160° doğrultuları arasındaki sol parça biçimlendirilmiş, 160° sol- 45° sağ doğrultuları arasında kalan parça çember biçiminde şekillendirilmiştir. Bu yansıtıcıdan yansıyan ışınların sol yansıtıcı parçasından yansıyarak düşey eksen ile 20° - 45° açı yapan doğrultular arasına yönlendirilmesi hedeflenmiştir. Tanımlanan yansıtıcının kesiti Şekil 8.1'de gösterilmiş olup, çemberin yarıçapı 2 cm kabul edilerek üç boyuta dönüştürülmüştür (Jolley v.d, 1930). Yansıtıcının 0° - 180° yatay açısındaki ışık yoğunluk dağılımına Şekil 8.2'de yer verilmiştir. Bu yansıtıcının lamba merkezinden 1m uzaklıktaki düşey düzlem üzerinde oluşturduğu aydınlık dağılımı Şekil 8.3'te gösterilmiştir.



Şekil 8.1 Jolley'in yaklaşımında açıklanan yansıtıcı kesiti (Jolley v.d, 1930)



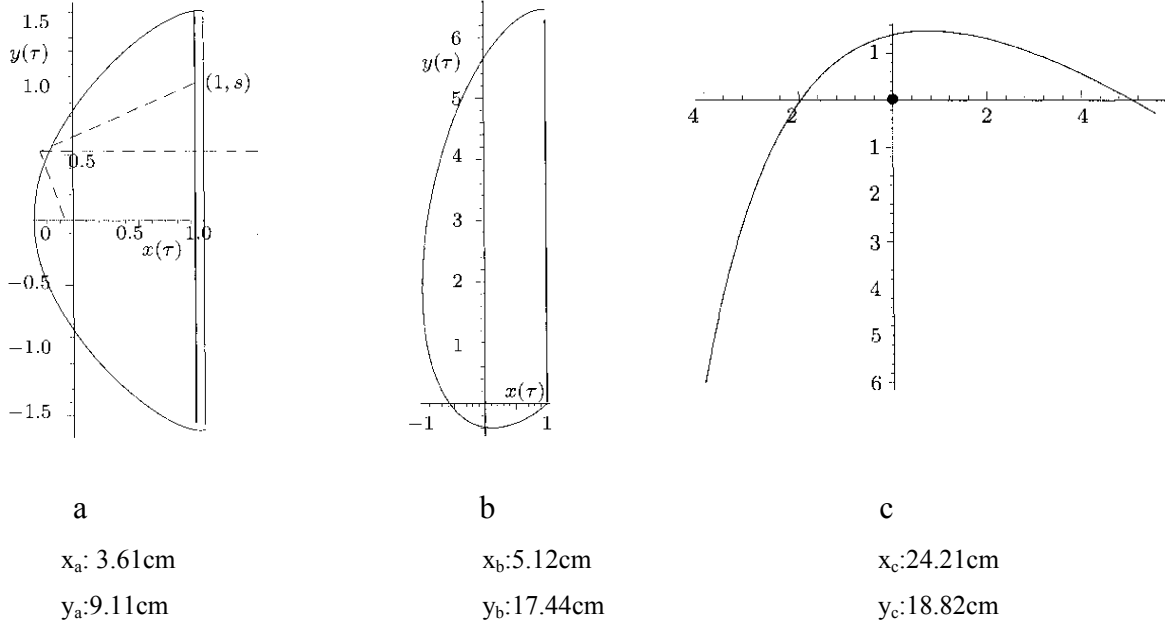
Şekil 8.2 Jolley'in yaklaşımında elde edilen ışık yeğirlik dağılımı



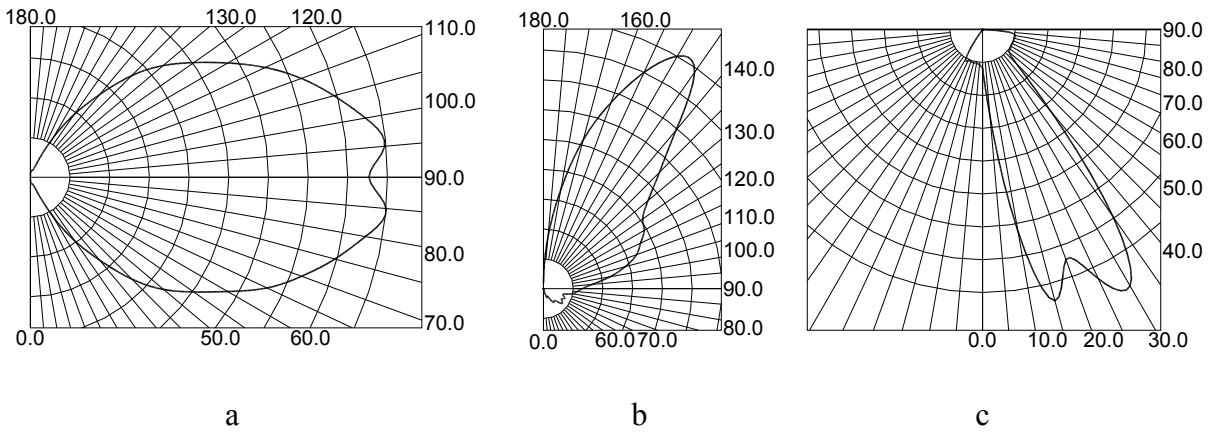
Şekil 8.3 Jolley'in yaklaşımında yansıtıcının lamba merkezinden 1m uzaklıkta oluşturduğu aydınlık dağılımı

8.2 Young'ın Yaklaşımı

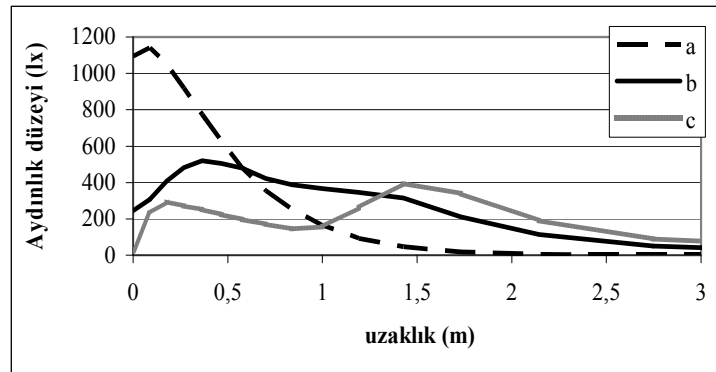
Bu çalışma kapsamında düzgün yayılmış aydınlık sağlamak amacıyla yansıtıcı profilleri belli parametrelere göre oluşturulmuş ve x, y eksenine göre tanımlanmıştır. Makalede grafiklerin x ve y ekseninde birim aralığı inç (2,54 cm) olarak tanımlanmıştır (Young, 2000). Young'ın çalışması kapsamında oluşturulmuş olan üç yansıtıcı kesiti sırası ile üç boyuta dönüştürülerek bilgisayar programı ile analiz edilmiştir. Yansıtıcıların kesitleri Şekil 8.4'de gösterilmiştir. Yansıtıcıların 0°-180° yatay açısındaki ışık yeğirlik dağılımları Şekil 8.5'de yan yana gösterilmiş, bu yansıtıcıların lamba merkezinden 1m uzaklıktaki düşey düzlem üzerinde oluşturdukları aydınlık dağılımlarına Şekil 8.6'da yer verilmiştir.



Şekil 8.4 Young'ın yaklaşımında açıklanan yansıtıcı kesitleri (Young, 2000)



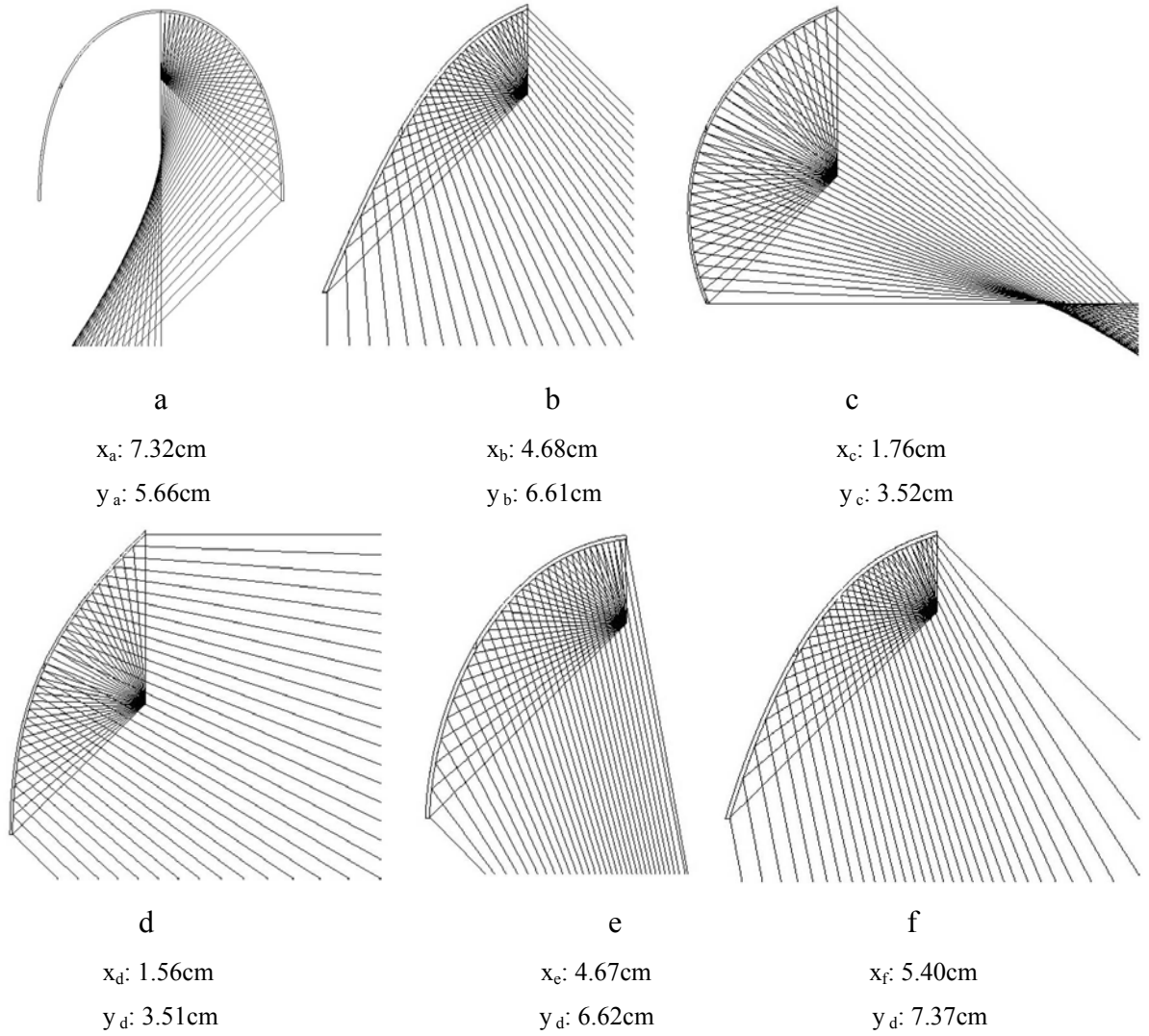
Şekil 8.5 Young'ın yaklaşımında elde edilen ışık yeğirlik dağılımları



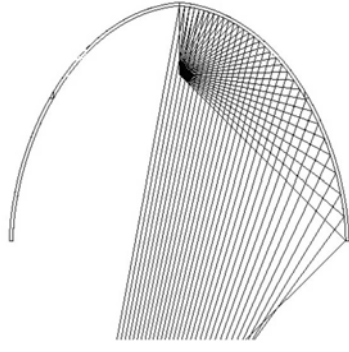
Şekil 8.6 Young'ın yaklaşımında açıklanan yansıtıcıların oluşturduğu aydınlık dağılımları

8.3 Zhao'nun Yaklaşımı

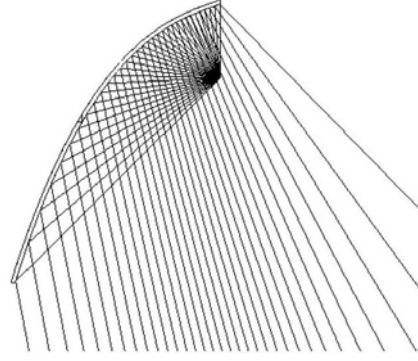
Makale kapsamında, ışığın yansıtıcıdan yansıyan doğrultularına bağlı olarak sekiz yansıtıcı kesiti oluşturulmuştur (Zhao, 2007). Bu yansıtıcı kesitleri sırası ile üç boyuta dönüştürülerek bilgisayar programı ile analiz edilmiştir. Tüm yansıtıcılar için, lamba merkezi ile yansıtıcının tepe noktası arasındaki uzaklık eşit (2 cm) tutulmuştur. Yansıtıcıların kesitleri Şekil 8.7'de gösterilmiştir. Yansıtıcıların 0° - 180° yatay açısındaki ışık yeğirlik dağılımlarına Şekil 8.8'de yer verilmiştir. Bu yansıtıcılardan a ve g yansıtıcılarının lamba merkezinden 1m uzaklıktaki yatay düzlem üzerinde oluşturdukları aydınlık dağılımlarına; b, c, d, e, f, h yansıtıcılarının lamba merkezinden 1m uzaklıktaki düşey düzlem üzerinde oluşturdukları aydınlık dağılımlarına Şekil 8.9'da yer verilmiştir.



Şekil 8.7a Zhao'nun yaklaşımında açıklanan yansıtıcı kesitleri (Zhao, 2007)



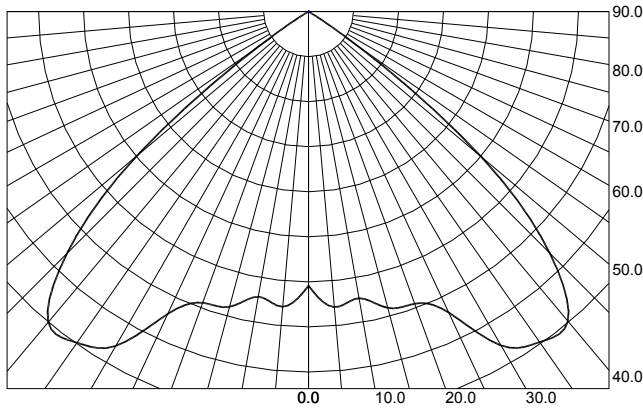
g

 $x_g: 9.68\text{cm}$ $y_g: 6.83\text{cm}$ 

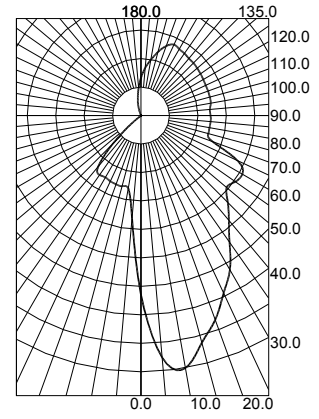
h

 $x_h: 5.54\text{cm}$ $y_h: 7.53\text{cm}$

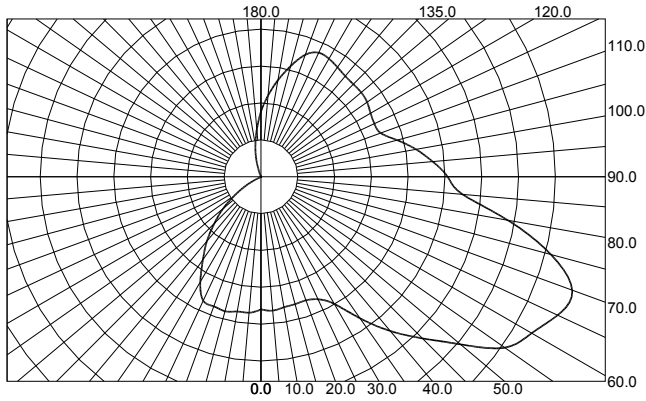
Şekil 8.7b Zhao'nun yaklaşımında açıklanan yansıtıcı kesitleri (Zhao, 2007)



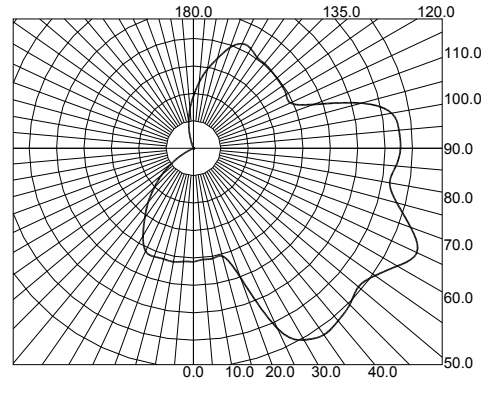
a



b

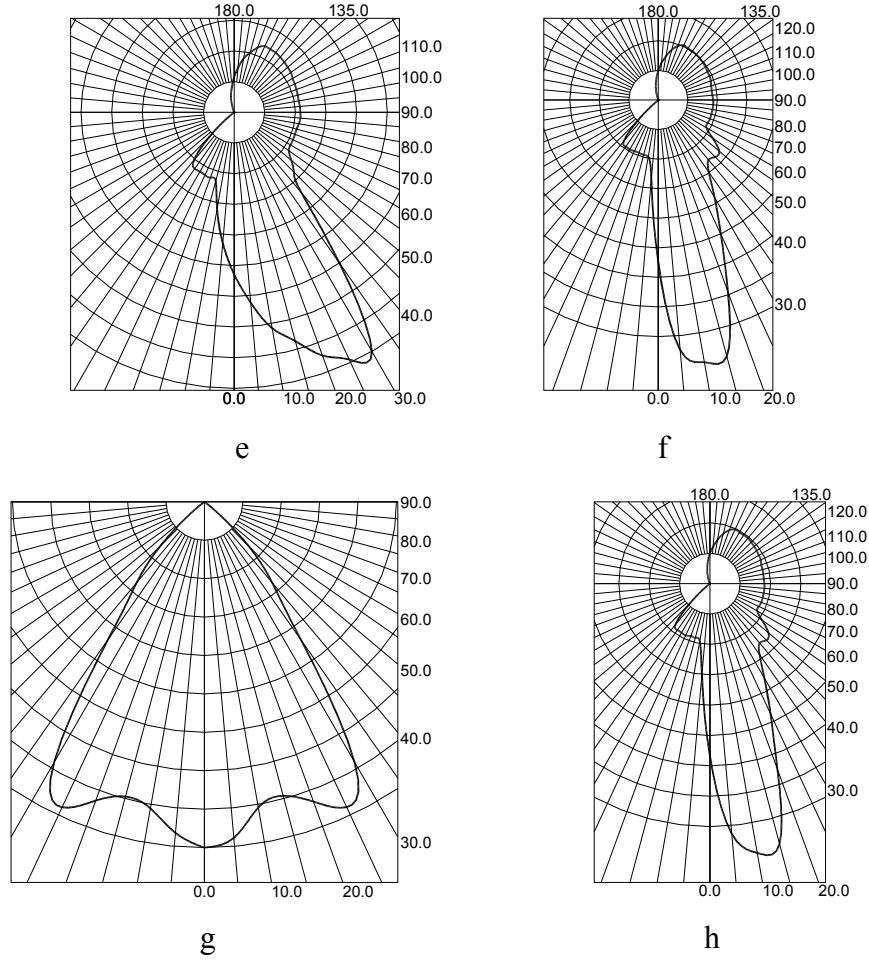


c

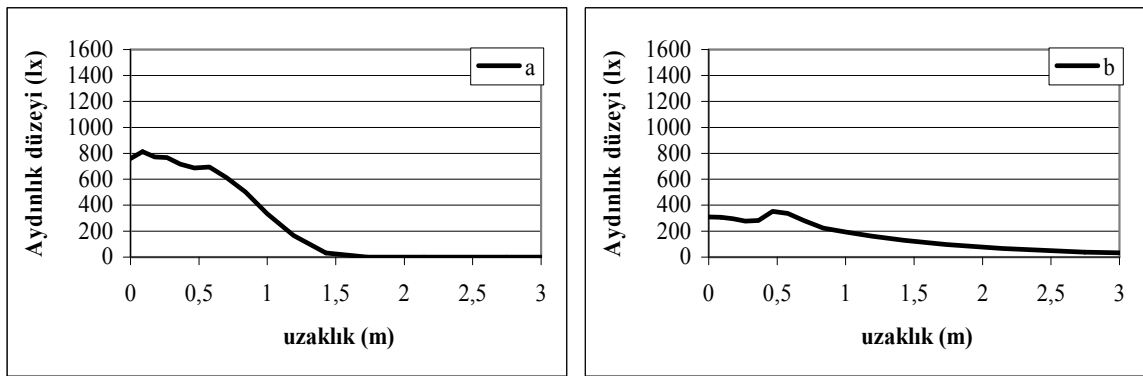


d

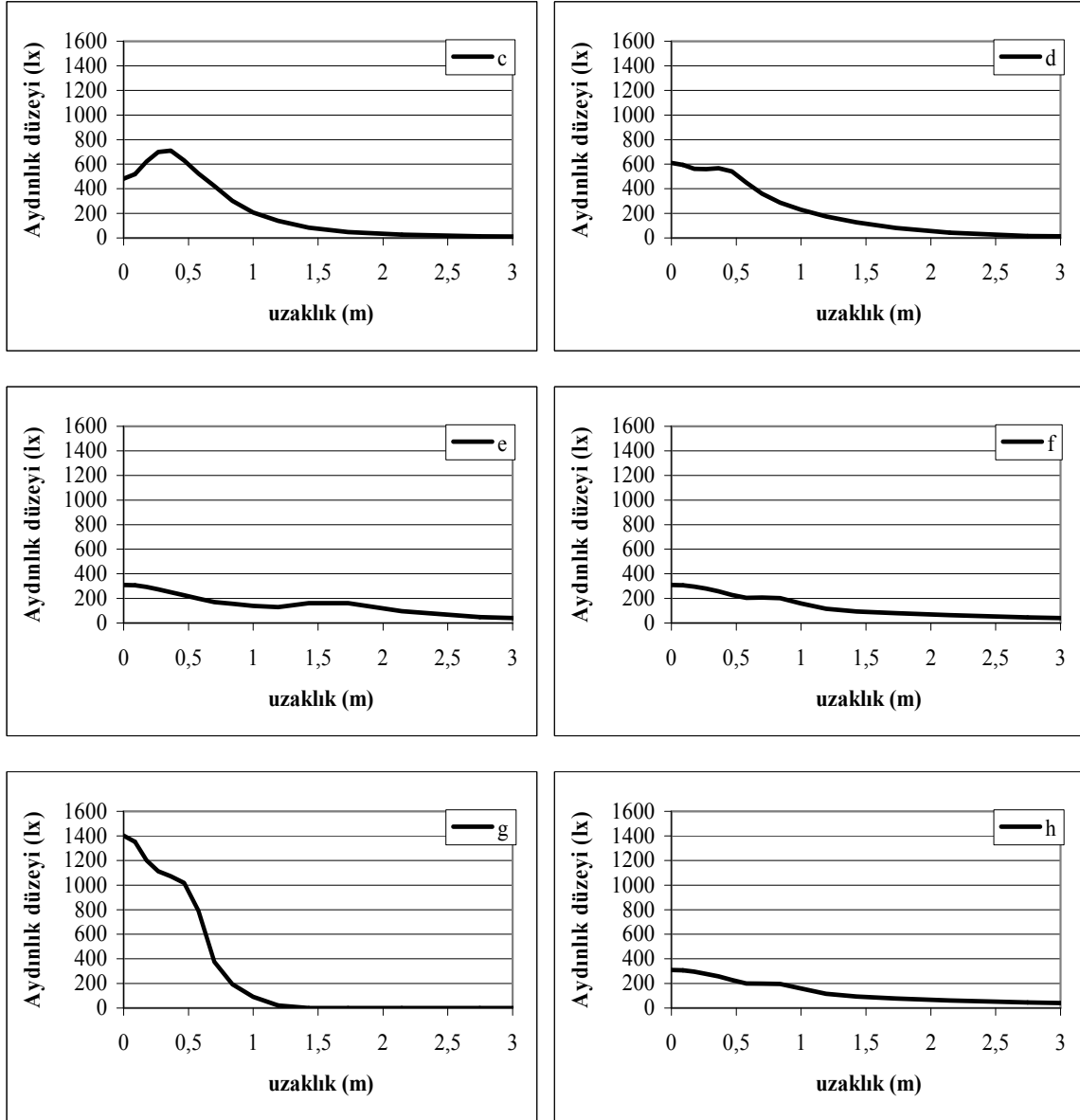
Şekil 8.8a Zhao'nun yaklaşımında elde edilen ışık yeğinlik dağılımları



Şekil 8.8b Zhao'nun yaklaşımında elde edilen ışık yeğirlik dağılımları



Şekil 8.9a Zhao'nun yaklaşımında oluşan aydınlık dağılımları



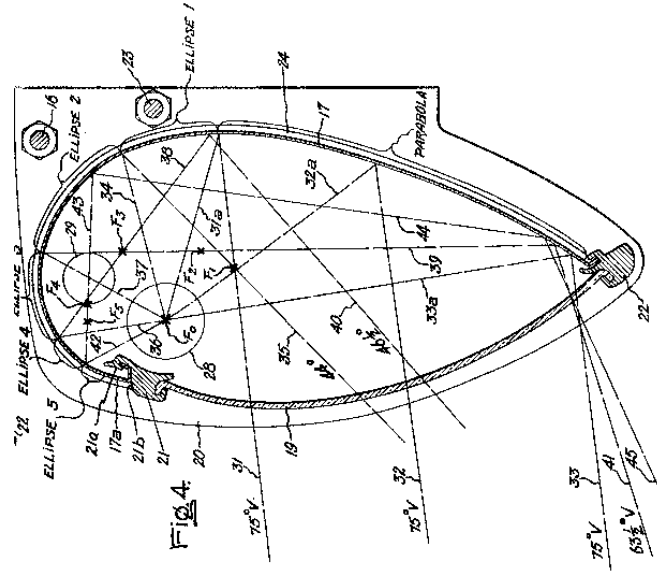
Şekil 8.9b Zhao'nun yaklaşımında oluşan aydınlık dağılımları

8.4 Patentli Ürünlerin İncelenmesi

Dördüncü bölümde, patentli ürünler tarih sırasına göre incelenmiştir. Sekiz farklı durum için açıklanan yansıtıcı kesitleri üç boyuta dönüştürülmüş ve bu kesitler doğrultusunda ulaşılan sonuçlar bilgisayar programı ile analiz edilerek değerlendirilmiştir.

8.4.1 Rex'in Yaklaşımı- Patent No: 2,717,954

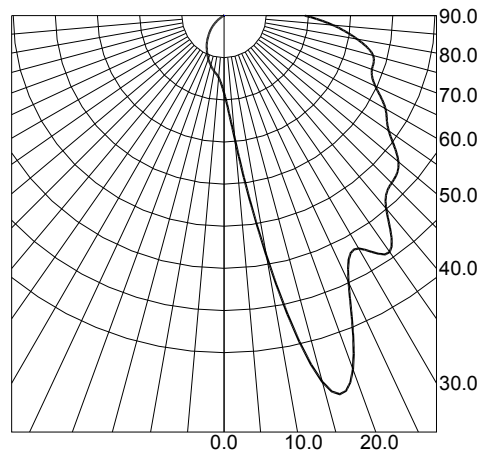
Çalışma kapsamında açıklanan aydınlatma aygıtı yol aydınlatması için tasarlanmıştır. Aydınlatma aygıtı içindeki yansıtıcının kesiti, lamba boyutu dikkate alınarak x ekseninde lamba merkezinden uzaklığı 3,82 cm olacak biçimde üç boyuta dönüştürülerek bilgisayar programı ile analiz edilmiştir (Rex, 1955). Yansıtıcının kesiti Şekil 8.10'da gösterilmiştir. Yansıtıcının 0° - 180° yatay açısındaki ışık yeğinlik dağılımı Şekil 8.11'de gösterilmiş, bu yansıtıcının lamba merkezinden 1m uzaklıktaki düşey düzlem üzerinde oluşturduğu aydınlık dağılımına Şekil 8.12'de yer verilmiştir.



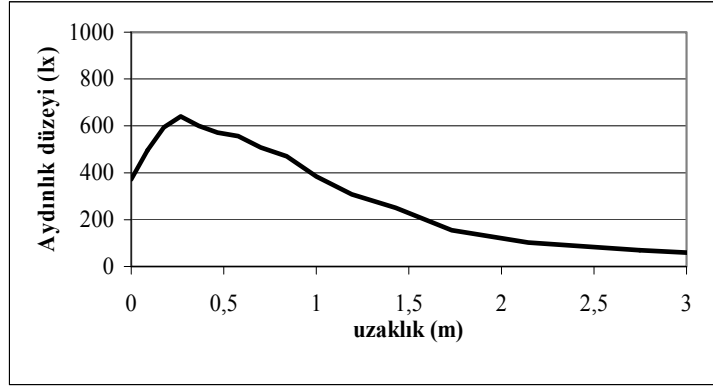
x: 11.47cm

y: 5.20cm

Şekil 8.10 Rex'in yaklaşımında açıklanan yansıtıcı kesiti (Rex, 1955)



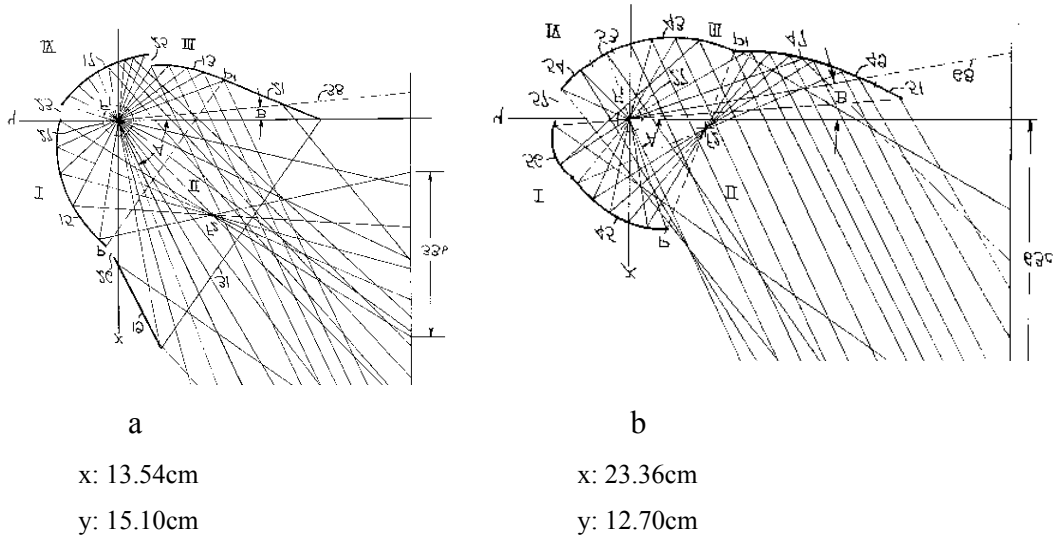
Şekil 8.11 Rex'in yaklaşımında açıklanan yansıtıcının oluşturduğu ışık yeğinlik dağılımı



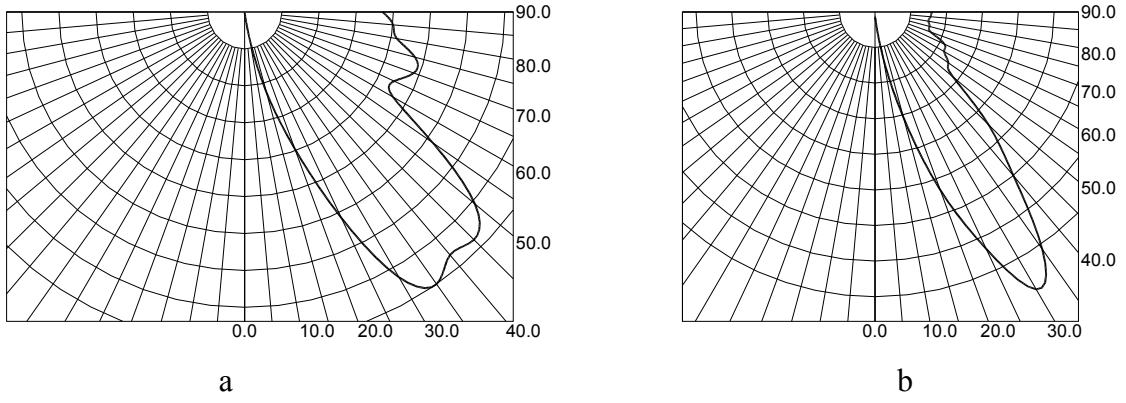
Şekil 8.12 Rex'in yaklaşımında açıklanan yansıtıcının oluşturduğu aydınlık dağılımı

8.4.2 Shemitz ve Stahlheber'in yaklaşımı -Patent No: 3,679,893

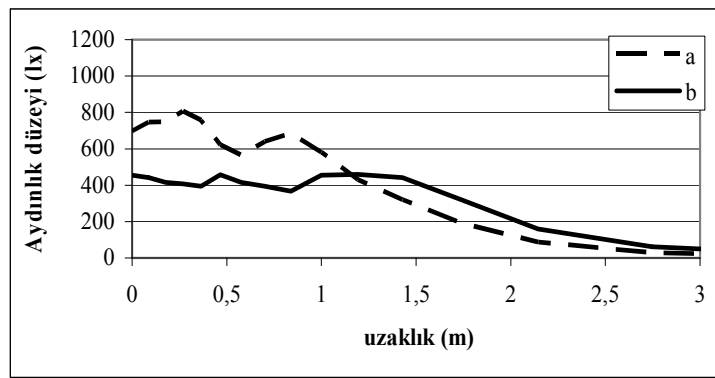
Bu çalışmada düzgün yayılmış aydınlık sağlamak amacıyla oluşturulan yansıtıcı kesitleri parabolik ve eliptik parçaların birleştirilmesi ile meydana gelmiştir. Çalışma kapsamında oluşturulmuş olan ilk yansıtıcı kesiti (a) lamba boyutu dikkate alınarak x ekseninde lamba merkezinden uzaklığı 3 cm olacak biçimde, ikinci yansıtıcı kesiti (b) x ekseninde lamba merkezinden uzaklığı 4,95 cm olacak biçimde üç boyuta dönüştürülerek bilgisayar programı ile analiz edilmiştir (Shemitz ve Stahlheber, 1972). Yansıtıcıların kesitleri Şekil 8.13'te gösterilmiştir. Yansıtıcıların 0° - 180° yatay açısındaki ışık yeğnlik dağılımları Şekil 8.14'de yan yana gösterilmiş, bu yansıtıcıların lamba merkezinden 1m uzaklıktaki düşey düzlem üzerinde oluşturdıkları aydınlık dağılımlarına Şekil 8.15'de yer verilmiştir.



Şekil 8.13 Shemitz ve Stahlheber'in yaklaşımında açıklanan yansıtıcı kesitleri (Shemitz ve Stahlheber, 1972)



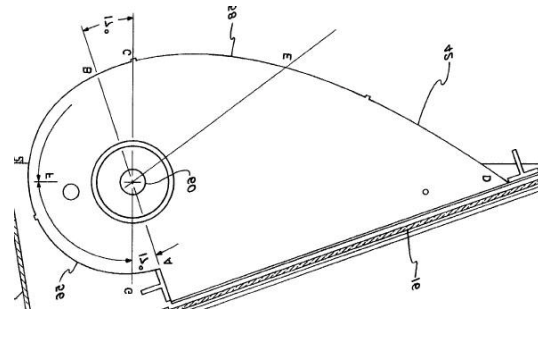
Şekil 8.14 Shemitz ve Stahlheber'in yaklaşımda elde edilen ışık yeğinlik dağılımları



Şekil 8.15 Shemitz ve Stahlheber'in yaklaşımda oluşan aydınlık dağılımları

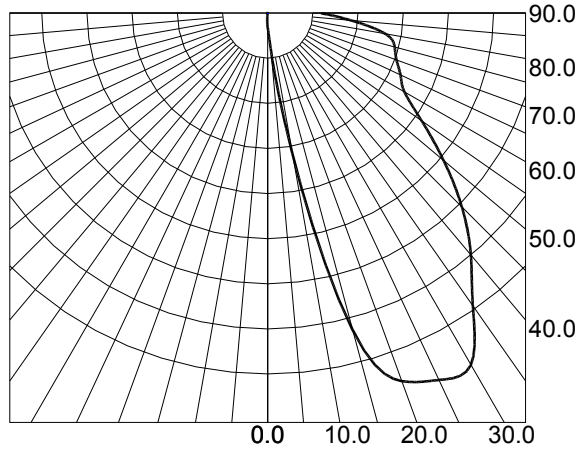
8.4.3 Bilson ve Brown'un yaklaşımı- Patent No: 4,229,779

Çalışmada tanımlanan aydınlatma aygıtı içindeki yansıtıcı kesiti incelenerek x ekseninde lamba merkezinden uzaklığı 2 cm olacak biçimde üç boyuta dönüştürülmüş ve bilgisayar programı ile analiz edilmiştir (Bilson ve Brown, 1980). Yansıtıcının kesiti Şekil 8.16'da gösterilmiştir. Yansıtıcının 0° - 180° yatay açısındaki ışık yeğinlik dağılımı Şekil 8.17'de gösterilmiş, bu yansıtıcının lamba merkezinden 1m uzaklıktaki düşey düzlem üzerinde oluşturduğu aydınlık dağılımına Şekil 8.18'de yer verilmiştir.

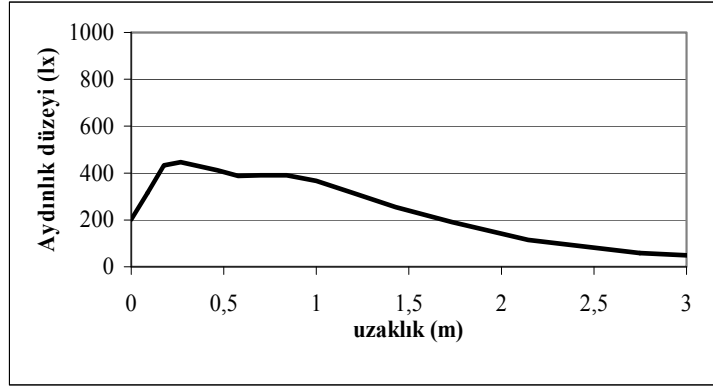


x: 9.39cm
y: 4.28cm

Şekil 8.16 Bilson ve Brown'un yaklaşımda açıklanan yansıtıcı kesiti (Bilson ve Brown, 1980)



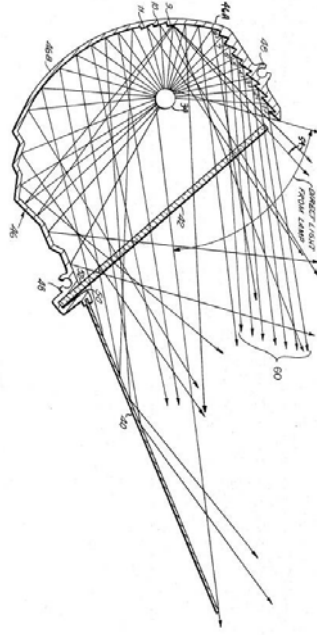
Şekil 8.17 Bilson ve Brown'un yaklaşımında elde edilen ışık yeğinlik dağılımı



Şekil 8.18 Bilson ve Brown'un yaklaşımında oluşan aydınlık dağılımı

8.4.4 Molnar'ın Yaklaşımı- Patent No: 4,349,866

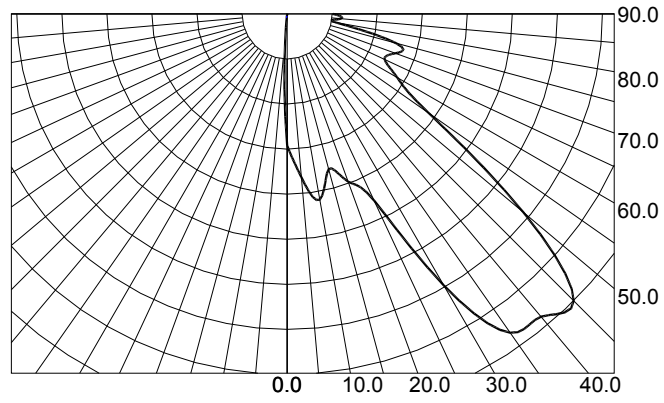
Çalışmada dolaylı ışık oluşturmak için yansıtıcı kesiti 2 parçadan oluşturulmuştur (Molnar, 1982). Tanımlanan yansıtıcı kesitinde lamba boyu dikkate alınarak, yansıtıcı kesiti y ekseninde lamba merkezinden uzaklığı 5,95 cm olacak biçimde üç boyuta dönüştürülerek bilgisayar programı ile analiz edilmiştir. Yansıtıcının kesitine Şekil 8.19'da yer verilmiştir. Yansıtıcının 0° - 180° yatay açısındaki ışık yeğinlik dağılımı Şekil 8.20'de, bu yansıtıcının lamba merkezinden 1m uzaklıktaki düşey düzlem üzerinde oluşturduğu aydınlık dağılımı ise Şekil 8.21'de gösterilmiştir.



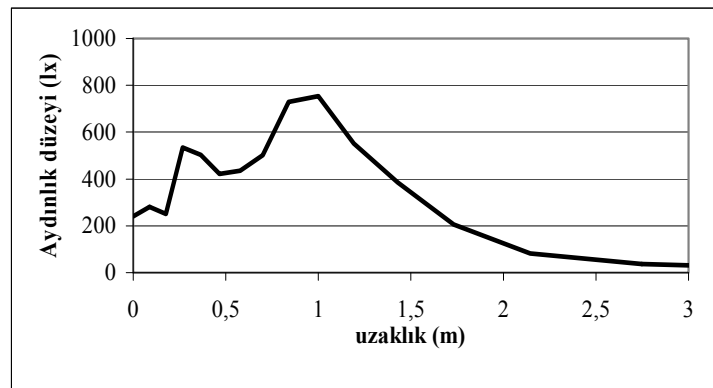
x: 20.57cm

y: 46.22cm

Şekil 8.19 Molnar'ın yaklaşımında açıklanan yansıtıcı kesiti (Molnar, 1982)



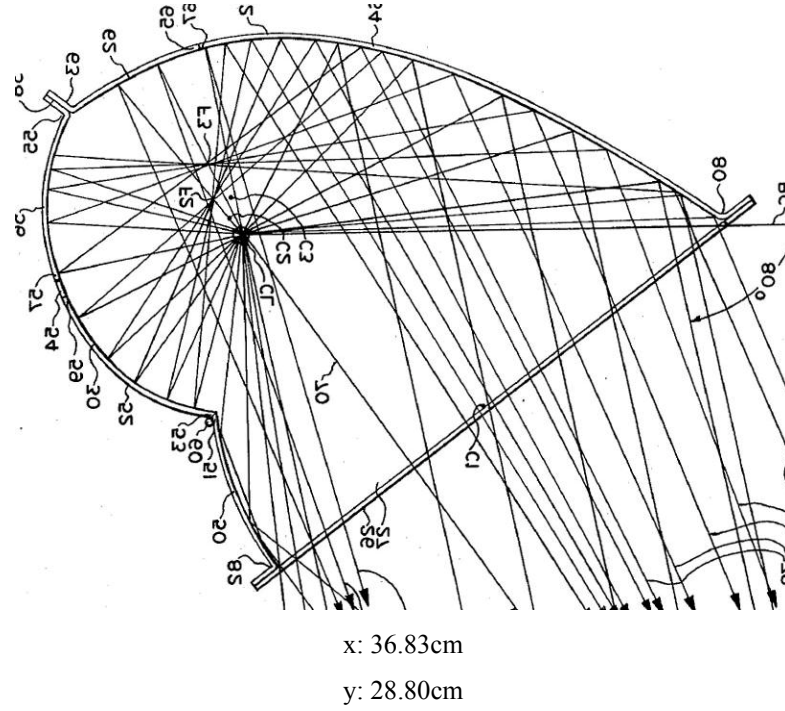
Şekil 8.20 Molnar'ın yaklaşımında oluşan ışık yeğnlik dağılımı



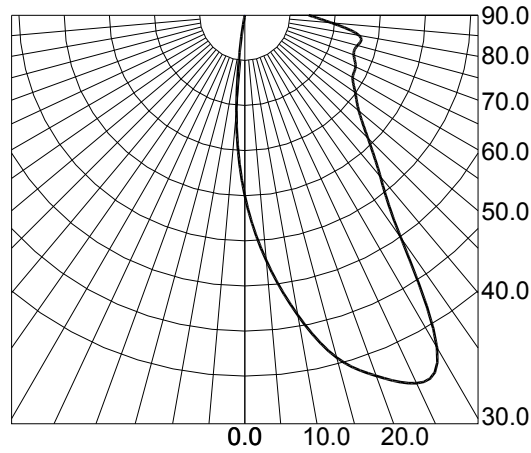
Şekil 8.21 Molnar'ın yaklaşımında oluşan aydınlık dağılımı

8.4.5 Kelly'nin Yaklaşımı- Patent No: 4,379,322

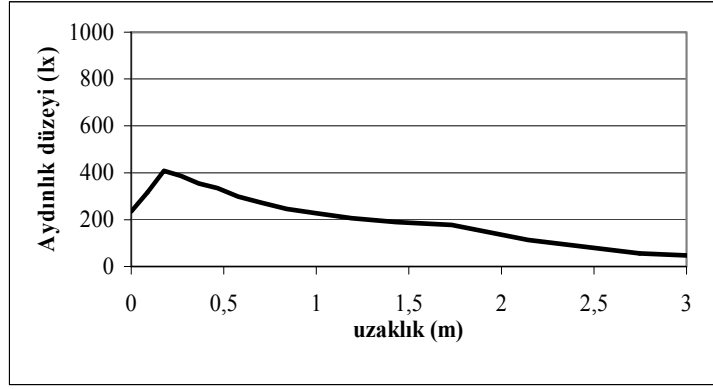
Bu çalışmada sokak aydınlatması için tasarlanan aydınlatma aygıtı tanıtılmıştır. Aydınlatma aygıtının içindeki yansıtıcı kesiti incelenerek x ekseninde lamba merkezinden uzaklığı 2 cm olacak biçimde üç boyuta dönüştürülerek bilgisayar programı ile analiz edilmiştir (Kelly, 1983). Yansıtıcının kesiti Şekil 8.22'de gösterilmiştir. Yansıtıcının 0° - 180° yatay açısındaki ışık yeğirlik dağılımı Şekil 8.23'te gösterilmiş, bu yansıtıcının lamba merkezinden 1m uzaklıktaki düşey düzlem üzerinde oluşturduğu aydınlık dağılımına Şekil 8.24'te yer verilmiştir.



Şekil 8.22 Kelly'nin yaklaşımında açıklanan yansıtıcı kesiti (Kelly, 1983)



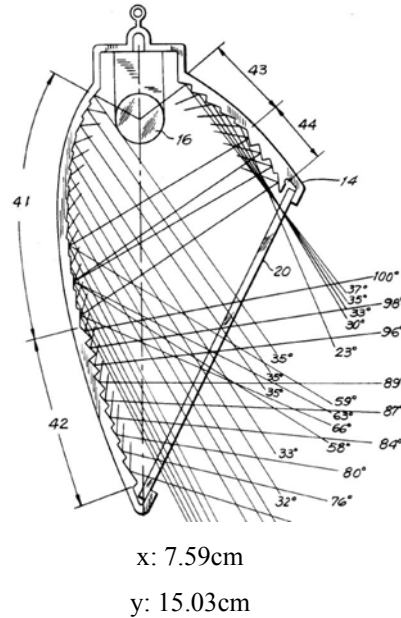
Şekil 8.23 Kelly'nin yaklaşımında elde edilen ışık yeğirlik dağılımı



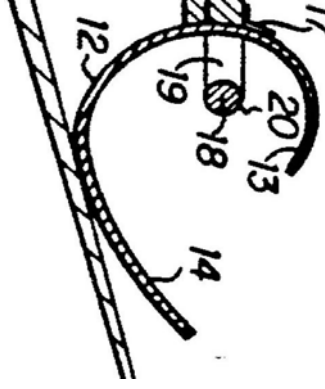
Şekil 8.24 Kelly'nin yaklaşımında açıklanan yansıtıcının oluşturduğu aydınlık dağılımı

8.4.6 Molnar'ın Yaklaşımı- Patent No: 4,799,136

Düşey düzlemde düzgün yayılmış aydınlık sağlamak için tasarlanan aydınlatma aygıtının içindeki yansıtıcı kesitini 1/1 ölçekte çizebilmek için lamba boyu dikkate alınmıştır (Molnar, 1989). Bunun için, yansıtıcı kesiti y ekseninde lamba merkezinden uzaklığı 2,24 cm olacak biçimde üç boyuta dönüştürülerek bilgisayar programı ile analiz edilmiştir. Yansıtıcının kesiti Şekil 8.25'de gösterilmiş olup, yansıtıcının 0° - 180° yatay açısındaki ışık yeğnlik dağılımına Şekil 8.26'da yer verilmiştir. Bu yansıtıcının lamba merkezinden 1m uzaklıktaki düşey düzlem üzerinde oluşturduğu aydınlık dağılımı Şekil 8.27'de gösterilmiştir.



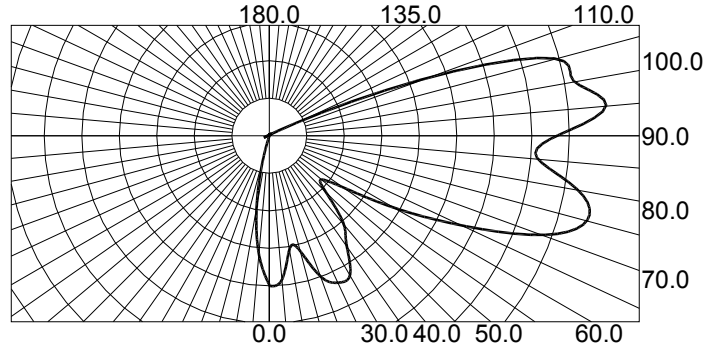
Şekil 8.25 Molnar'ın yaklaşımında açıklanan yansıtıcı kesiti (Molnar, 1989)



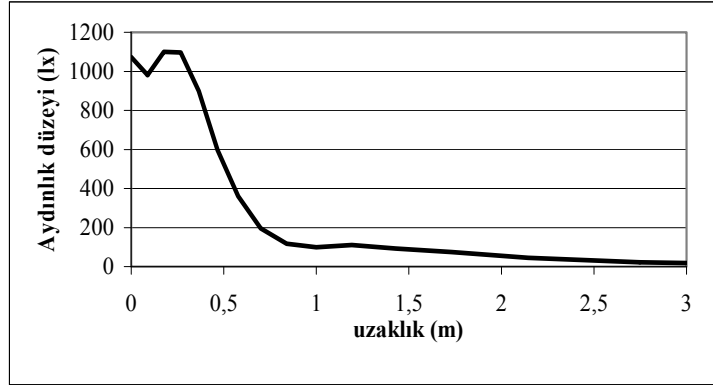
x: 9.46cm

y: 12.97cm

Şekil 8.28 Smith'in yaklaşımında açıklanan yansıtıcı kesiti (Smith, 1991)



Şekil 8.29 Smith'in yaklaşımında elde edilen ışık yeğinlik dağılımı

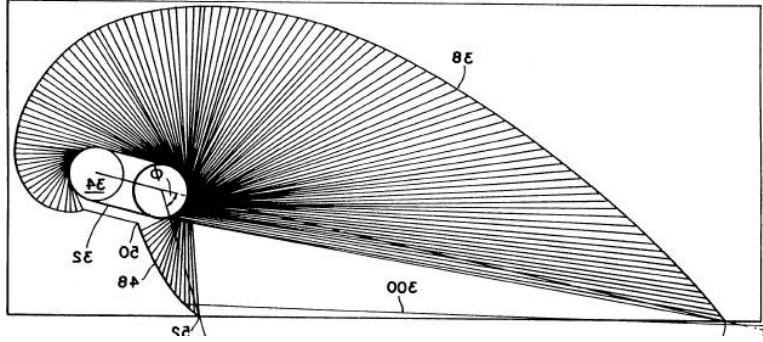


Şekil 8.30 Smith'in yaklaşımında açıklanan oluşturduğu aydınlık dağılımı

8.4.8 Crane'in Yaklaşımı- Patent No: 5,146,393

Flüoresan lamba ile düşey düzlemde düzgün yayılmış aydınlık sağlamak için tasarlanan aydınlatma aygıtı iki adet flüoresan lamba içermektedir (Crane, 1992). Bu aydınlatma aygıtının içindeki yansıtıcı kesiti, kullanılan lamba boyu dikkate alınarak gerçek ölçülerinde oluşturulmuştur. Bunun için, yansıtıcı kesitin x ekseninde ilk lamba merkezinden

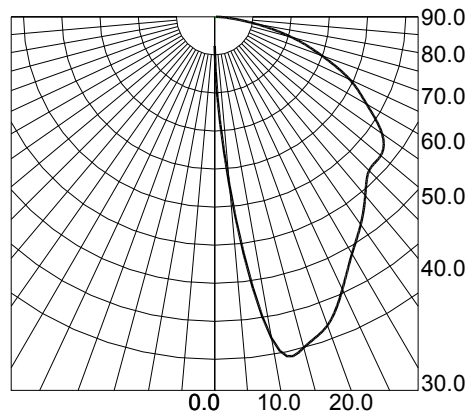
uzaklığının 5,45 cm olması gerekmiştir. Elde edilen yansıtıcı kesiti üç boyuta dönüştürülerek bilgisayar programı ile analiz edilmiştir. Yansıtıcının kesiti Şekil 8.31’de gösterilmiştir. Yansıtıcının 0° - 180° yatay açısındaki ışık yeğirlik dağılımına Şekil 8.32’de yer verilmiştir. Bu yansıtıcının lamba merkezinden 1m uzaklıktaki düşey düzlem üzerinde oluşturduğu aydınlık dağılımı Şekil 8.33’te gösterilmiştir.



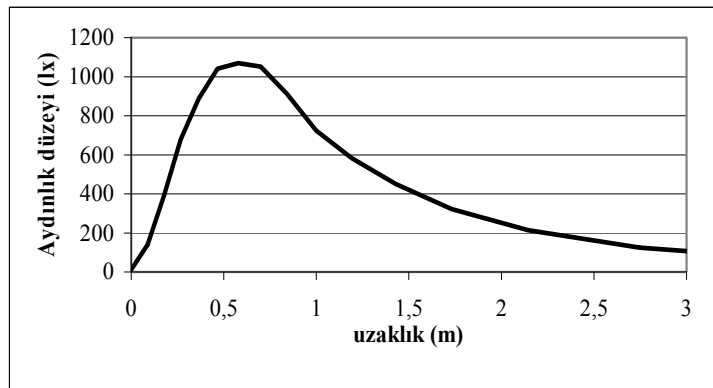
x: 21.41cm

y: 9.54cm

Şekil 8.31 Crane'in yaklaşımında açıklanan yansıtıcı kesiti (Crane, 1992)



Şekil 8.32 Crane'in yaklaşımında oluşan ışık yeğirlik dağılımı



Şekil 8.33 Crane'in yaklaşımında oluşan aydınlık dağılımı

8.5 Sonuçların Karşılaştırılması ve Değerlendirilmesi

Farklı incelemeler ile ulaşılan sonuçların birbiri ile karşılaştırılması açısından aygıt ölçeğinde düşey düzlem üzerindeki aydınlık dağılımlarının düzgünlüğü değerlendirilmiştir. Asimetrik yansıtıcı tasarımına ilişkin yapılan literatür incelemelerinde aydınlık dağılımının düzgünlüğü ve aygıt geriverimi (η) açılarından ulaşılan sonuçlar Çizelge 8.1’de toplu olarak görülmektedir.

Çizelge 8.1’de, düzgünlük değerleri derecelendirilmiş “(D₁); 1.derece olumlu, (D₂); 2.derece olumlu, (D₃); 3.derece olumlu, (D₄); 4.derece olumlu, (D₅) ; 5.derece olumlu” ve düzgünlüğün farklı dereceler ile gösterildiği her bir durum için, aygıt ekseninden 1m uzaklıktaki düşey düzlem üzerinde aydınlığın düzgün yayıldığı alanın yüksekliği belirtilmiştir. Söz konusu alanın yüksekliğinin,

- 0,50m- 1,00m olduğu koşullar açık gri,
- 1,00m- 1,50m olduğu koşullar orta koyulukta gri,
- 1,50m- 2,00m olduğu koşullar koyu gri,
- $\geq 2,00m$ olduğu koşullar çok koyu gri

olarak gösterilmiştir.

Çizelge 8.1a Aydınlığın düzgün yayılmışlığının değerlendirilmesi

İnceleme Adı	η (%)	Aygıt ışık yeğnlik dağılımında, düzgün yayılmış aydınlık sağlayan ışık yeğnliklerinin doğrultuları				
		D ₁ $E_{\max}-E_{\max}\cdot0.90$	D ₂ $E_{\max}-E_{\max}\cdot0.80$	D ₃ $E_{\max}-E_{\max}\cdot0.70$	D ₄ $E_{\max}-E_{\max}\cdot0.60$	D ₅ $E_{\max}-E_{\max}\cdot0.50$
Jolley (1930)	71.9	I ₄₅ - I _{52,5} (0,30m)	I _{43,5} - I ₅₅ (0,48m)	I _{42,5} - I _{58,5} (0,72m)	I _{40,5} - I _{61,5} (0,99m)	I ₄₀ - I _{64,5} (1,26m)
Young (2000) (a)	84.1	I ₀ - I ₁₀ (0,17m)	I ₀ - I ₁₅ (0,26m)	I ₀ - I _{19,5} (0,35m)	I ₀ - I _{22,5} (0,41m)	I ₀ - I _{26,5} (0,49m)
Young (2000) (b)	80.0	I ₁₅ - I ₃₀ (0,31m)	I ₁₀ - I ₃₅ (0,53m)	I _{7,5} - I ₄₅ (0,87m)	I ₅ - I ₅₅ (1,34m)	I _{1,5} - I _{57,5} (1,54m)
Young (2000) (c)	94.2	I _{53,5} - I _{58,5} (0,28m)	I _{52,5} - I ₆₀ (0,43m)	I _{7,5} - I ₁₅ ; I ₅₀ - I _{62,5} (0,13m;0,73m)	I ₅ - I _{22,5} ; I _{48,5} - I _{63,5} (0,33m;0,87m)	I _{3,5} - I ₃₀ ; I _{47,5} - I ₆₅ (0,51m;1,05m)
Zhao (2007) (a)	88.4	I ₀ - I _{17,5} (0,31m)	I ₀ - I _{32,5} (0,63m)	I ₀ - I _{37,5} (0,76m)	I ₀ - I ₄₀ (0,83m)	I ₀ - I _{42,5} (0,91m)

Çizelge 8.1b Aydınlığın düzgün yayılmışlığının değerlendirilmesi

İnceleme Adı	η (%)	Aygıt ışık yeğinlik dağılımında, düzgün yayılmış aydınlık sağlayan ışık yeğinliklerinin doğrultuları				
		D_1 $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.90$	D_2 $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.80$	D_3 $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.70$	D_4 $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.60$	D_5 $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.50$
Zhao (2007) (b)	94.8	$I_{22,5}-I_{32,5}$ (0,22m)	$I_0-I_{12,5};$ $I_{20}-I_{35}$ (0,22m;0,34m)	$I_0-I_{37,5}$ (0,76m)	$I_0-I_{42,5}$ (0,91m)	$I_0-I_{47,5}$ (1,09m)
Zhao (2007) (c)	90.9	$I_{11}-I_{24}$ (0,25m)	$I_{7,5}-I_{27,5}$ (0,39m)	$I_{2,5}-I_{32,5}$ (0,59m)	I_0-I_{35} (0,70m)	$I_0-I_{37,5}$ (0,76m)
Zhao (2007) (d)	93.1	I_0-I_{25} (0,46m)	$I_0-I_{27,5}$ (0,52m)	I_0-I_{31} (0,60m)	I_0-I_{35} (0,70m)	$I_0-I_{38,5}$ (0,79m)
Zhao (2007) (e)	95.4	$I_0-I_{12,5}$ (0,22m)	I_0-I_{20} (0,36m)	$I_0-I_{27,5}$ (0,52m)	$I_0-I_{32,5}$ (0,63m)	$I_0-I_{40};$ $I_{55}-I_{60}$ (0,83m;0,31m)
Zhao (2007) (f)	95.3	I_0-I_{15} (0,26m)	I_0-I_{20} (0,36m)	I_0-I_{25} (0,46m)	$I_0-I_{42,5}$ (0,91m)	I_0-I_{45} (1,00m)
Zhao (2007) (g)	89.0	$I_0-I_{7,5}$ (0,13m)	I_0-I_{15} (0,26m)	I_0-I_{25} (0,46m)	$I_0-I_{27,5}$ (0,52m)	$I_0-I_{32,5}$ (0,63m)
Zhao (2007) (h)	95.5	I_0-I_{15} (0,26m)	I_0-I_{20} (0,36m)	I_0-I_{25} (0,46m)	I_0-I_{40} (0,83m)	I_0-I_{45} (1,00m)
Rex (1955)	94.0	$I_{10}-I_{25}$ (0,29m)	I_5-I_{35} (0,62m)	$I_{2,5}-I_{40}$ (0,79m)	I_0-I_{45} (1,00m)	I_0-I_{50} (1,19m)
Shemitz (1972) (a)	83.5	$I_{2,5}-I_{22,5}$ (0,37m)	$I_0-I_{25};$ $I_{35}-I_{42,5}$ (0,46m;0,29m)	I_0-I_{45} (1,00m)	$I_0-I_{47,5}$ (1,09m)	$I_0-I_{50,5}$ (1,21m)
Shemitz (1972) (b)	84.7	$I_0-I_{10}; I_{20}-I_{30}; I_{42,5}-I_{55}$ (-)	$I_0-I_{57,5}$ (1,56m)	I_0-I_{60} (1,73m)	$I_0-I_{62,5}$ (1,92m)	$I_0-I_{63,5}$ (2,00m)
Bilson (1980)	69.2	$I_{8,5}-I_{25}$ (0,32m)	$I_{7,5}-I_{45}$ (0,87m)	I_5-I_{50} (1,11m)	$I_{2,5}-I_{53,5}$ (1,31m)	$I_{1,5}-I_{57,5}$ (1,54m)
Molnar (1982)	85.3	$I_{38,5}-I_{47,5}$ (0,30m)	$I_{37,5}-I_{48,5}$ (0,37m)	$I_{35}-I_{50}$ (0,49m)	$I_{13,5}-I_{22,5};$ $I_{30}-I_{52,5}$ (0,17m;0,73m)	$I_{12,5}-I_{55}$ (1,20m)
Kelly (1983)	71.9	$I_{7,5}-I_{17,5}$ (0,18m)	I_5-I_{25} (0,38m)	$I_{2,5}-I_{32,5}$ (0,59m)	$I_{0,5}-I_{40}$ (0,83m)	I_0-I_{50} (1,19m)
Molnar (1989)	64.8	$I_{30}-I_{42,5}$ (0,34m)	$I_{27,5}-I_{47,5}$ (0,57m)	$I_{26,5}-I_{52,5}$ (0,81m)	$I_{15}-I_{20};$ $I_{25}-I_{55}$ (0,10m;0,96m)	$I_0-I_{3,5};$ $I_{12,5}-I_{58,5}$ (0,06m;1,41m)

Çizelge 8.1c Aydınlığın düzgün yayılmışlığının değerlendirilmesi

İnceleme Adı	η (%)	Aygıt ışık yeğinlik dağılımında, düzgün yayılmış aydınlık sağlayan ışık yeğinliklerinin doğrultuları				
		D_1 $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.90$	D_2 $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.80$	D_3 $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.70$	D_4 $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.60$	D_5 $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.50$
Smith (1991)	81.5	$I_0-I_{17,5}$ (0,31m)	I_0-I_{20} (0,36m)	$I_0-I_{22,5}$ (0,41m)	I_0-I_{24} (0,44m)	I_0-I_{26} (0,48m)
Crane (1992)	77.1	$I_{22,5}-I_{37,5}$ (0,35m)	$I_{20}-I_{42,5}$ (0,55m)	$I_{17,5}-I_{45}$ (0,69m)	$I_{15}-I_{47,5}$ (0,83m)	$I_{12,5}-I_{52,5}$ (1,08m)

η : aydınlatma aygıtının geriverimi

Farklı yaklaşımlar ile ulaşılan ve Çizelge 8.1’de sunulan sonuçların değerlendirilmesi aşağıdaki gibi yapılabilir:

- Shemitz’in yaklaşımı b adımımda 5.derece olumlu düzgünlük için aydınlanan alanın yüksekliği $\geq 2,00m$ olmaktadır.
- Young’un yaklaşımı b adımımda 5.derece olumlu, Shemitz’in yaklaşımı b adımımda 4.,3.,2. derece olumlu ve Bilson’un yaklaşımında 5.derece olumlu düzgünlük için aydınlanan alanın yüksekliği 1,50m- 2,00m arasındadır.
- Jolley, Young (c), Zhao (b), Zhao (f), Zhao (h), Molnar (1982), Kelly, Molnar (1989), Crane’in yaklaşımında 5.derece olumlu;
Young’ın yaklaşımı b adımımda 4.derece olumlu;
Rex’in yaklaşımında 4.ve 5.derece olumlu;
Shemitz’in yaklaşımı a adımımda 3., 4., 5. derece olumlu;
Bilson’un yaklaşımında 3. ve 4. derece olumlu düzgünlük için aydınlanan alanın yüksekliği 1,00m- 1,50m arasında olmaktadır.
- Jolley’in yaklaşımında 3. ve 4. derece olumlu;
Young’ın (b) yaklaşımında 2. ve 3. derece olumlu;
Young’ın (c) yaklaşımında 3. ve 4. derece olumlu;
Zhao’nun (a), (d) yaklaşımında 2., 3., 4. ve 5. derece olumlu;
Zhao’nun (b) yaklaşımında 3. ve 4. derece olumlu;
Zhao’nun (c), (e) yaklaşımında 3., 4. ve 5. derece olumlu;
Zhao’nun (f), (h) yaklaşımında 4. derece olumlu;
Zhao’nun (g) yaklaşımında 4. ve 5. derece olumlu;
Rex’in yaklaşımında 2.ve 3. derece olumlu;
Bilson’un yaklaşımında 2. derece olumlu;

Molnar'ın (1982) yaklaşımında 4. derece olumlu;

Kelly'nin yaklaşımında 3. ve 4.derece olumlu;

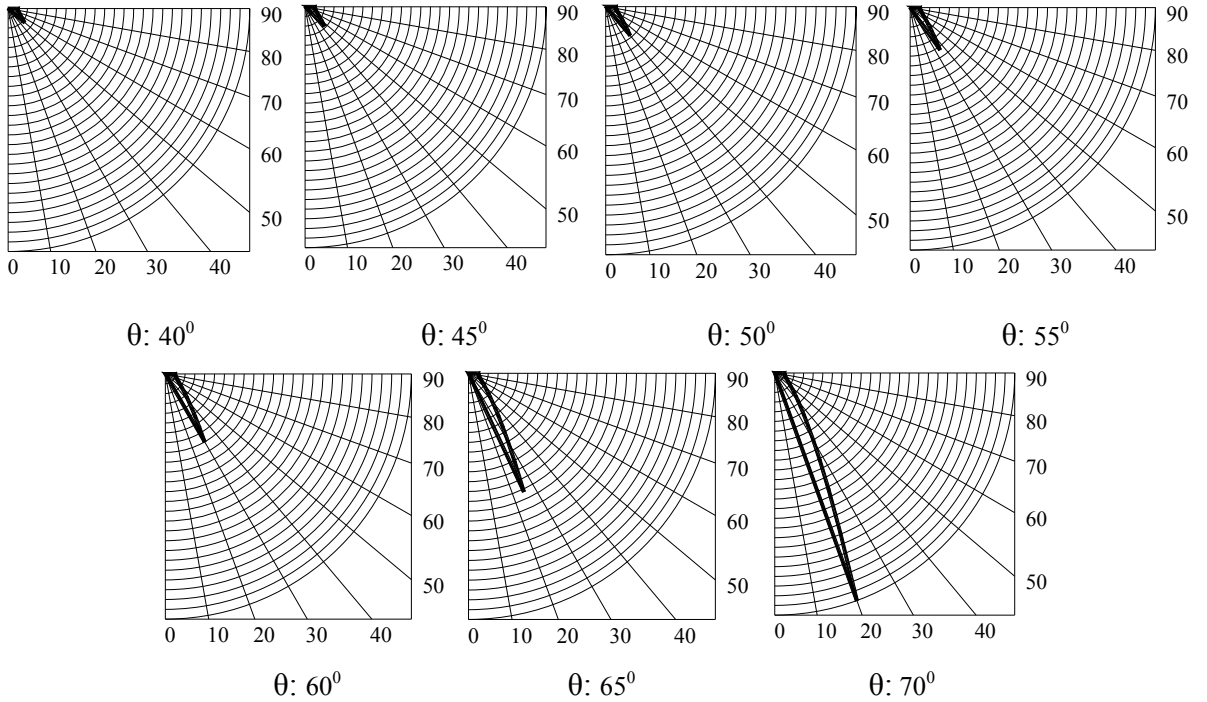
Molnar'ın (1989) ve Crane'in yaklaşımında 2., 3. ve 4. derece olumlu düzgünlük için aydınlanan alanın yüksekliği 0,50m- 1,00m arasındadır.

- Young'un yaklaşımı a adımı ve Smith'in yaklaşımında aydınlığın düzgün yayıldığı alanın yüksekliği $<0.5\text{m}$ olmaktadır.
- Hiçbir incelemede aydınlık dağılımında düzgünlük açısından 1. olumlu koşul sağlanamamıştır.

Literatürde yer alan yansıtıcıların incelenmesi ile yapılmış olan ön çalışmada yansıtıcı kesitleri ve her bir yansıtıcı kesiti ile elde edilen düzgün yayılmış aydınlık sağlayan ışık yeghliklerinin doğrultuları, buna bağı olarak aygıt ekseninden 1m uzaklıktaki düşey düzlem üzerinde düzgün yayılmış aydınlık sağlayan alanın yüksekliği hakkında bilgi edinilmiştir. Çizelge 8.1'de sunulan bu bilgilerden yararlanılarak asimetrik yansıtıcı tasarımına yönelik öteki incelemelerin sonuçları da kolayca değeriendirilebilir.

9. ASİMETRİK YANSITICI TASARIMINA YÖNELİK ARAŞTIRMALAR

En kesiti genel yansıtıcı olan tekli bükümlü yüzeyler genel silindirik yansıtıcı olarak adlandırılır ve genel yansıtıcılar belli bir ışık yoğunluk dağılımını sağlamak üzere biçimlendirilir. Genel yansıtıcı biçimlerinin tasarımında elde edilmek istenen aydınlatma aygıtı ışık yoğunluk dağılımı veri olarak alınır. Bilindiği gibi, bir aydınlatma aygıtından çıkan ışığın yayılma açısının büyüklüğüne bağlı olarak aydınlanan alanın büyüklüğü ve bu alanda oluşan aydınlığın niceliği değişir. Bu bölümde, aygıttan çıkan ışığın yayılma açısının (θ) 40° , 45° , 50° , 55° , 60° , 65° , 70° olması koşulları için yansıtıcı tasarımının yapılması amaçlanmıştır (Özmen vd, 2008) (Şekil 9.1). Aydınlanan düzlemin her noktasındaki aydınlık düzeyinin birbirine eşit olması için ($E_{90^\circ} = E_{80^\circ} = E_{70^\circ} = E_{60^\circ} = E_{50^\circ}$ vb.), aygıtın aydınlanan düzlemin bu noktaları doğrultusundaki ışık yoğunluklarının “ $I_{80^\circ} = I_{90^\circ}/\cos^3 10^\circ$ ”, “ $I_{70^\circ} = I_{90^\circ}/\cos^3 20^\circ$ ”, “ $I_{60^\circ} = I_{90^\circ}/\cos^3 30^\circ$ ”, “ $I_{50^\circ} = I_{90^\circ}/\cos^3 40^\circ$ ” vb. olması gerekir. Buna bağlı olarak, düşey düzlem üzerinde düzgün yayılmış aydınlığın elde edilmesini sağlayacak aygıt ışık yoğunluk dağılımları söz konusu koşullar için Şekil 9.1’de gösterildiği gibi belirlenmiştir (Öztürk vd, 2006a; 2006b; Yiğit 2007).



Şekil 9.1 Aydınlık dağılımının düzgün olmasını sağlayacak aygıt ışık yoğunluk eğrileri

Grafik bütünleşme ile genel yansıtıcı tasarımı yöntemi ile yapılan asimetrik yansıtıcı tasarımları, söz konusu ışık yoğunluk dağılımlarını sağlamak üzere çeşitli yaklaşımlar ile elde edilmeye çalışılmıştır. Her bir yaklaşımda aygıttan çıkan ışığın yayılma açısının (θ) 40° , 45° ,

50°, 55°, 60°, 65°, 70° olması koşulları için yansıtıcı tasarımları yapılmıştır. Yansıtıcılar için tanımlanan aygıt ekseni koşullara göre yatay, düşey ya da eğimli olarak alınmıştır. Yansıtıcı kesitleri aşağıdaki yaklaşımlar uyarınca tasarlanmıştır,

- Simetrik genel silindir yansıtıcı tasarımında kullanılan grafik bütünleşme yaklaşımının asimetrik genel silindir yansıtıcı tasarımına uygulanması,
- Aygıttan çıkan ışığın yayılma açısının iki eşit parçaya bölünmesi ve her bir parça için üst ve alt yansıtıcı tasarımı,
- Üst yansıtıcının, ışık yeğinlik dağılımının alt yarısının veri alınarak tasarlanması,
- Üst yansıtıcının, ışık yeğinlik dağılımının bütününün veri alınarak tasarlanması,
- Aygıt ekseninin yatay olduğu durum için üst yansıtıcı tasarımı,
- Aygıt ekseninin düşey olduğu durum için sol yansıtıcı tasarımı.

9.1 SİMETRİK GENEL SİLİNDİR YANSITICI TASARIMINDA KULLANILAN GRAFİK BÜTÜNLEŞME YAKLAŞIMININ ASİMETRİK GENEL SİLİNDİR YANSITICI TASARIMINA UYGULANMASI

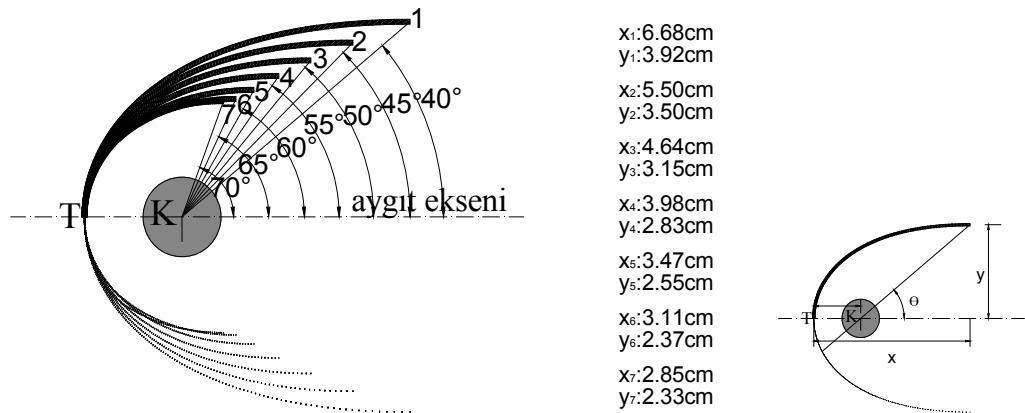
Şekil 9.1’de yer alan aygıt ışık yeğirlik dağılımları veri kabul edilerek oluşturulan genel silindir yansıtıcıların enine kesitleri, genel yansıtıcı tasarımıyla yararlanılan yaklaşımlardan grafik bütünleşme uygulanarak elde edilmiştir (Özmen vd, 2008). Şekil 9.1’de görülen aygıt ışık yeğirlik dağılımlarını belli bir yakınlıkta verebilmesi açısından, aygıttan çıkan ışığın yayılma açısının 2θ büyüklüğünde olması durumu için oluşturulan simetrik yansıtıcılar aşağıda belirtilen farklı biçimlerde incelenmiştir:

- Genel silindir yansıtıcının yarısının kullanıldığı durum
- Üst yansıtıcının bir bölümünün alt yansıtıcı olarak kullanıldığı durum (siperlik engel açısına bağlı belirleme)
- Üst yansıtıcının bir bölümünün alt yansıtıcı olarak kullanıldığı durum (üst yansıtıcı etek noktasını lamba merkezine birleştiren doğruya bağlı belirleme)

Ele alınan her durum için düzgün yansıma yapan yansıtıcılar içine 16 mm çaplı doğrusal flüoresan lamba, lamba merkezinin yansıtıcı tepe noktasına uzaklığı 2 cm olacak biçimde yerleştirilmiş ve aydınlatma aygıtları bilgisayar programı ile analiz edilmiştir.

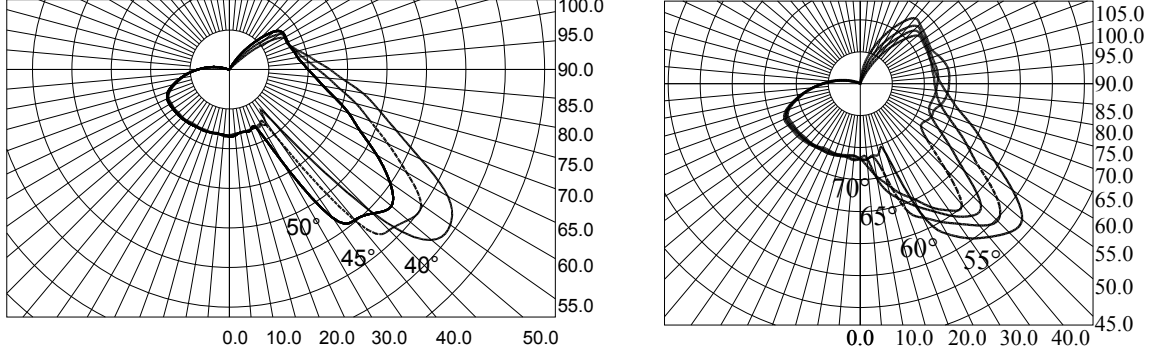
9.1.1 Genel Silindir Yansıtıcının Yarısının Kullanıldığı Durum

Grafik bütünleşme uygulanarak elde edilen simetrik yansıtıcının yarısı kullanılarak elde edilmek istenen ışık yeğirliği dağılımına ne kadar yaklaşıldığı incelenmiştir. Oluşturulan yansıtıcı kesitleri Şekil 9.2’de belirtilmiştir. Yansıtıcıların boyutları, ilgili şekilde yansıtıcı kesitinin x ve y eksenindeki izdüşümlerinin uzunlukları belirtilerek gösterilmiştir.

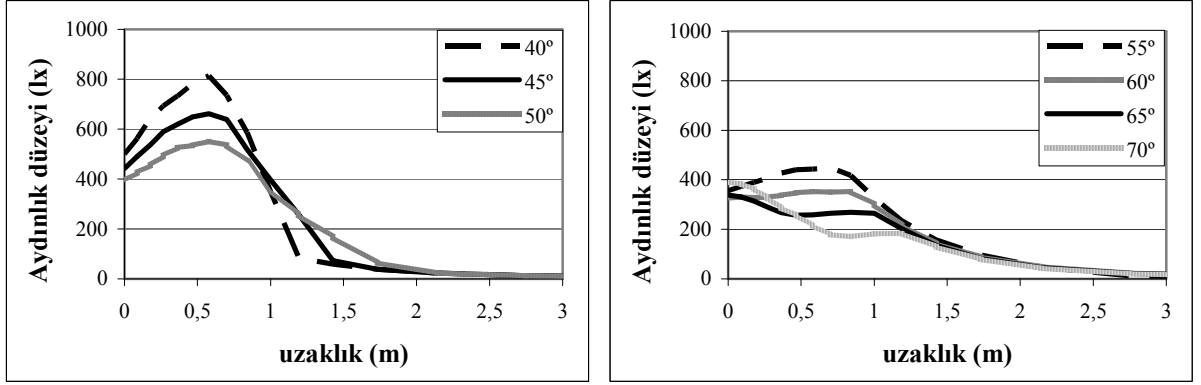


Şekil 9.2 Simetrik genel silindir yansıtıcı tasarımıyla uygulanan grafik bütünleşme yaklaşımı ile oluşturulan asimmetrik yansıtıcı kesitleri

Elde edilen aygıt ışık yeğirliği uzaysal dağılımlarının 0° - 180° yatay açılarında ortaya çıkan ışık yeğirliği düzlemsel dağılımları Şekil 9.3'te, lamba merkezinden 1m uzaklıktaki düşey düzlem üzerindeki aydınlık dağılımları Şekil 9.4'te üst üste verilmiştir (Özmen vd, 2008).

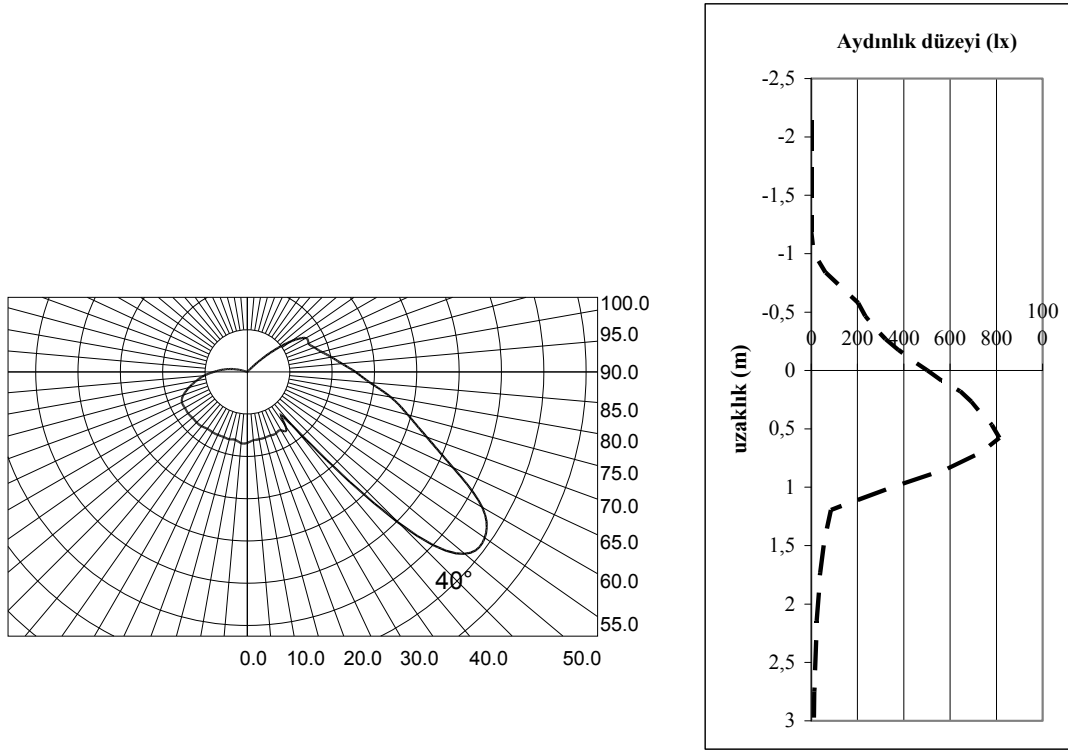


Şekil 9.3 Simetrik genel silindir yansıtıcı tasarımında uygulanan grafik bütünleşme yaklaşımı ile oluşturulan asimetric yansıtıcılara ait ışık yeğirlik eğrileri

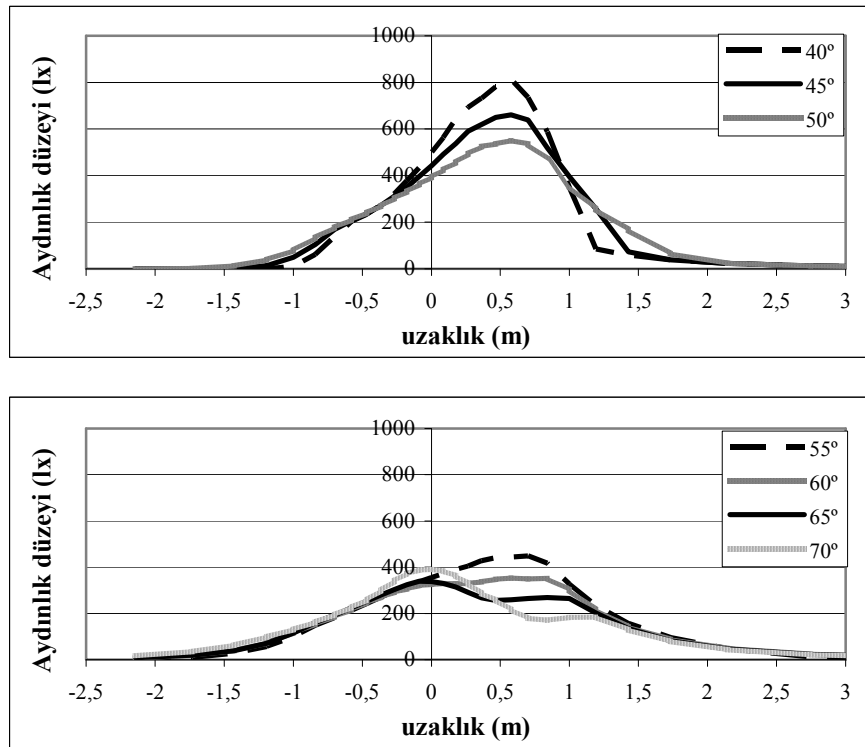


Şekil 9.4 Simetrik genel silindir yansıtıcı tasarımında uygulanan grafik bütünleşme yaklaşımı ile oluşturulan asimetric yansıtıcıların lamba merkezinden 1m uzakta oluşturduğu aydınlık dağılımının lamba merkezinin altında kalan kısmı

Şekil 9.4'teki grafiklerin x ekseninde aygıt ekseninden uzaklığın sıfır olduğu nokta lamba merkezinin aydınlanan düzlemdeki izdüşümünü belirtmektedir. Oysa Şekil 9.3'teki ışık yeğirlik dağılımlarından da anlaşılacağı üzere, lamba merkezinin aydınlanan yüzeydeki izdüşümünü gösteren noktanın üstünde kalan belli büyüklükteki bir bölümü de aydınlanmaktadır. Bu durum, Şekil 9.5'te 40° için oluşturulan yansıtıcının ışık yeğirlik dağılımının lamba merkezinden 1m uzaklıkta oluşturduğu aydınlık dağılımı ile karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir. Şekil 9.6'da ise lamba merkezinden 1m uzaklıkta oluşan aydınlık dağılımlarının tamamı tüm θ açıları için üst üste gösterilmektedir.



Şekil 9.5 40° için oluşturulan yansıtıcının ışık yeğirlik dağılımının lamba merkezinden 1m uzaklıkta oluşturduğu aydınlık dağılımı

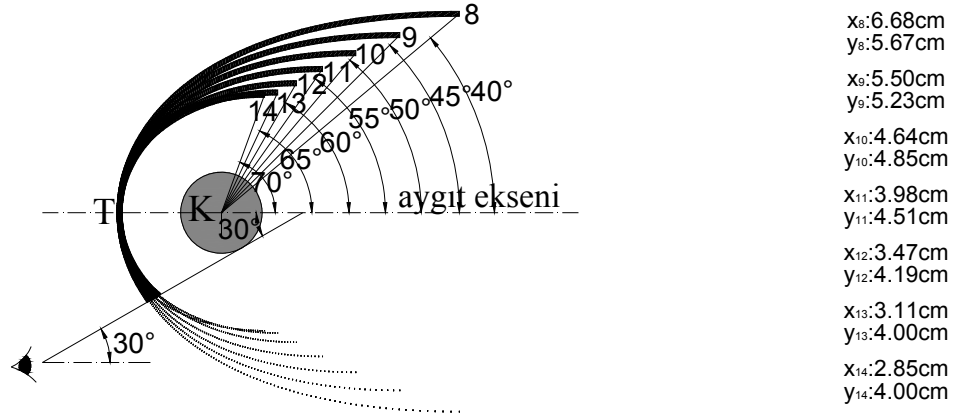


Şekil 9.6 Simetrik genel silindir yansıtıcı tasarımında uygulanan grafik bütünleşme yaklaşımı ile oluşturulan yansıtıcıların lamba merkezinden 1m uzaklıkta oluşturduğu aydınlık dağılımının tamamı

Genel silindir yansıtıcının yarısının kullanıldığı durumda lambayı gözden gizlemek için işlem yapılmamıştır. Bundan sonraki adımdaki çalışmalar lambayı gözden gizlemek için yapılmıştır.

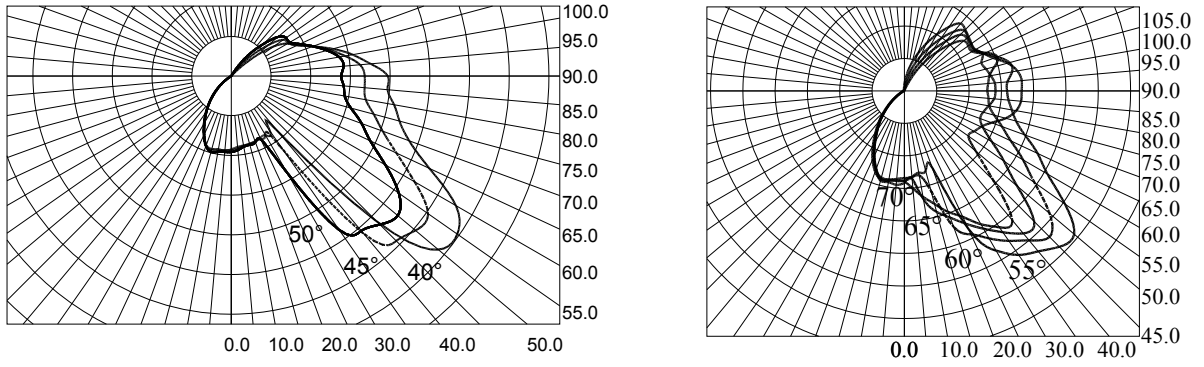
9.1.2 Üst Yansıtıcının Bir Bölümünün Alt Yansıtıcı Olarak Kullanıldığı Durum- Siperlik Engel Açısına Bağlı Belirleme

Grafik bütünleşme uygulanarak elde edilen yansıtıcının yarısı kullanılarak oluşturulan kesitleri 9.1.1. bölümde verilen yansıtıcılarda lambanın bir kısmı yansıtıcının dışında kalmaktadır (Şekil 9.2). Bu nedenle, lambanın gözden gizlenmesi için bir takım çalışmalar yapılmıştır. İlk aşamada, lambayı gözden gizlemek ve kamaşmayı önlemek için minimum siperlik engel açısı olan 30° dikkate alınarak, üst yansıtıcının 30° lik bir kısmının aygıt eksenine göre simetriği alt yansıtıcı olarak kullanılmıştır. Oluşturulan yansıtıcıların kesitleri ve Şekil 9.7’de üst üste gösterilmiş, boyutları ilgili şekilde verilmiştir.

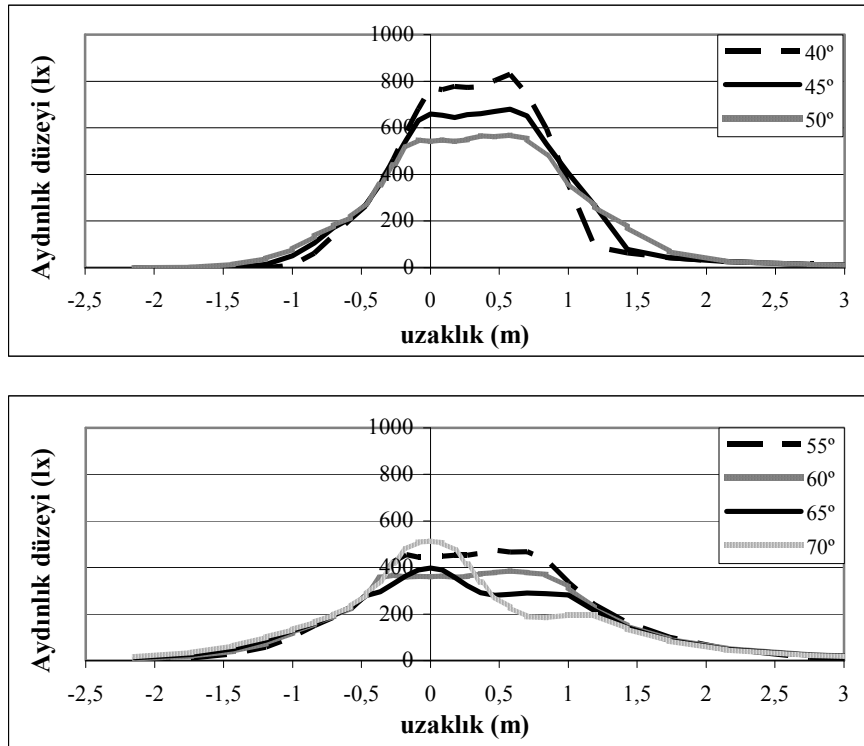


Şekil 9.7 Lambayı gözden gizlemek için üst yansıtıcının bir kısmının simetriği kullanılarak oluşturulan yansıtıcı kesitleri

Lambayı gözden gizlemek amacıyla üst yansıtıcının bir kısmının simetriği kullanılarak oluşturulan yansıtıcıların, aygıt ışık yeğirliği uzaysal dağılımının 0° - 180° yatay açısında ortaya çıkan ışık yeğirlik dağılımları Şekil 9.8’de üst üste gösterilmiştir. Yansıtıcıların lamba merkezinden 1m uzaklıktaki düşey düzlem üzerinde oluşturdukları aydınlık dağılımlarının tamamı Şekil 9.9’da üst üste verilmiştir.



Şekil 9.8 Lambayı gözden gizlemek için üst yansıtıcının bir kısmının simetriği kullanılarak oluşturulan yansıtıcılara ait ışık yeğinlik eğrileri

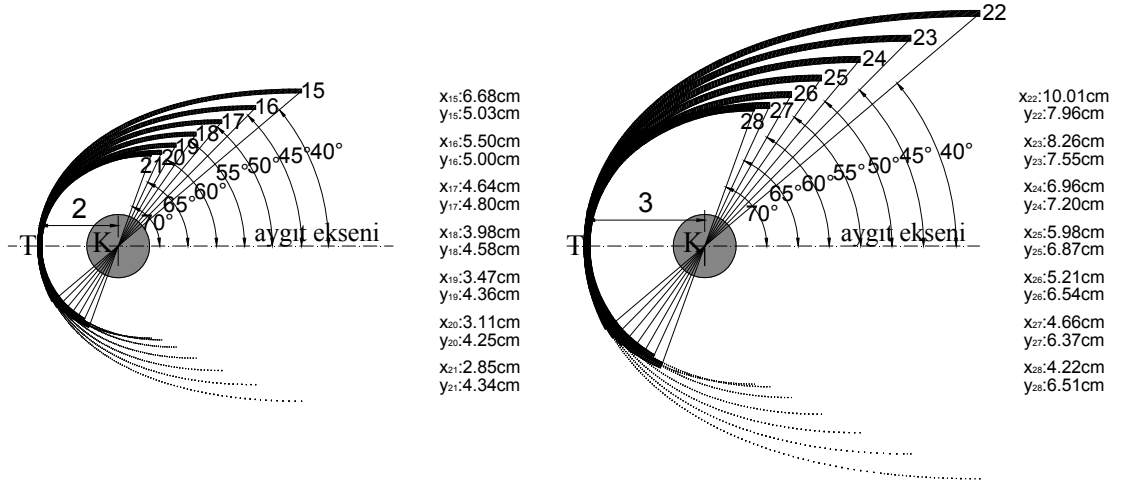


Şekil 9.9 Lambayı gözden gizlemek için üst yansıtıcının bir kısmının simetriği kullanılarak oluşturulan yansıtıcıların lamba merkezinden 1m uzaklıktaki düşey düzlem üzerinde oluşturdukları aydınlık dağılımları

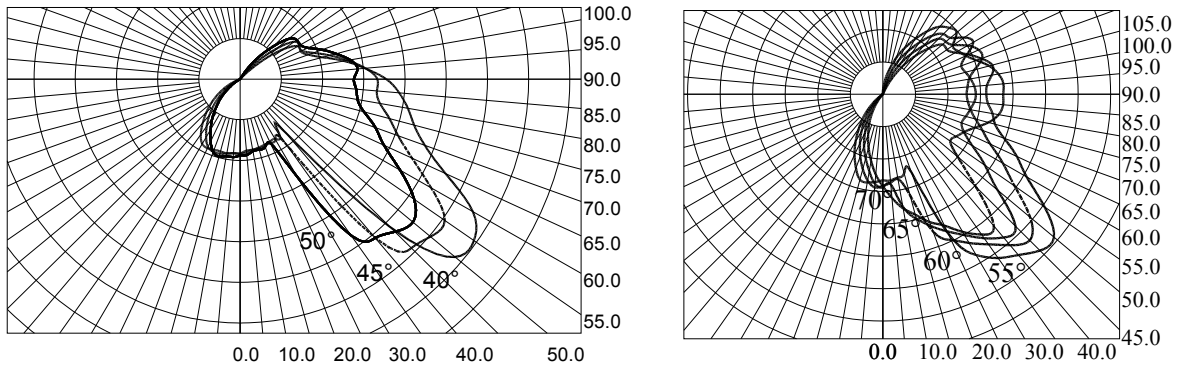
Lambanın gözden gizlenmesi için uygulanan bir başka yol bir sonraki adımda açıklanmıştır.

9.1.3 Üst Yansıtıcının Bir Bölümünün Alt Yansıtıcı Olarak Kullanıldığı Durum- Üst Yansıtıcı Etek Noktasını Lamba Merkezini Birleştiren Doğruya Bağlı Belirleme

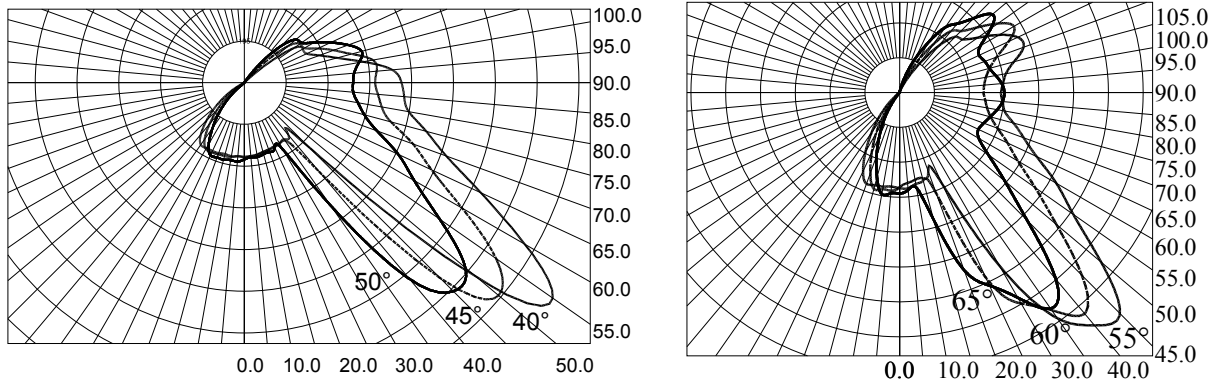
Grafik bütünleşme uygulanarak elde edilen yansıtıcının yarısı kullanılarak oluşturulan yansıtıcılarda lambayı gözden gizlemek için uygulanan diğer bir adımda, alt yansıtıcı olarak üst yansıtıcının bir kısmının aygıt eksenine göre simetriği kullanılmıştır. Kullanılacak alt yansıtıcının boyutu belirlenirken üst yansıtıcının etek noktasını lamba merkezine birleştiren doğrunun alt yansıtıcıyı kestiği nokta dikkate alınarak yansıtıcının ikinci yarısının (alt parçanın) büyüklüğü belirlenmiştir. Yansıtıcılar lamba merkezinin yansıtıcı tepe noktasına uzaklığı 2 cm ve 3 cm olacak biçimde biçimlendirilmiş ve analiz edilerek ışık yeğirliği dağılımları ve aydınlık düzey değişimleri arasındaki farklar belirlenmeye çalışılmıştır. Oluşturulan yansıtıcıların kesitleri Şekil 9.10'da üst üste gösterilmiştir.



Şekil 9.10 TK=2cm ve TK=3cm olacak biçimde oluşturulan yansıtıcı kesitleri

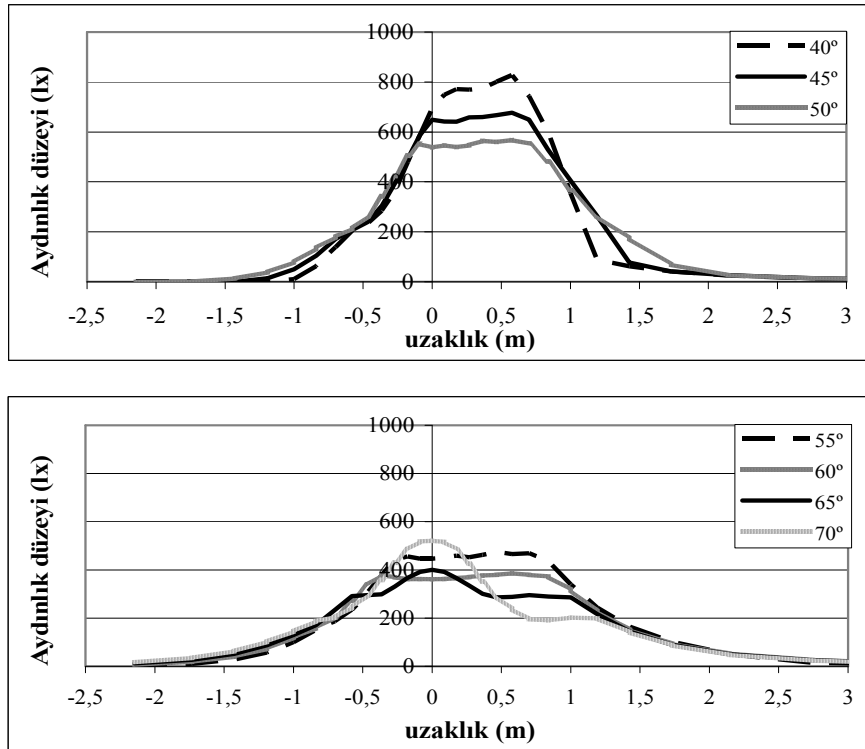


Şekil 9.11 TK=2cm için oluşturulan yansıtıcılara ait ışık yeğirlik eğrileri

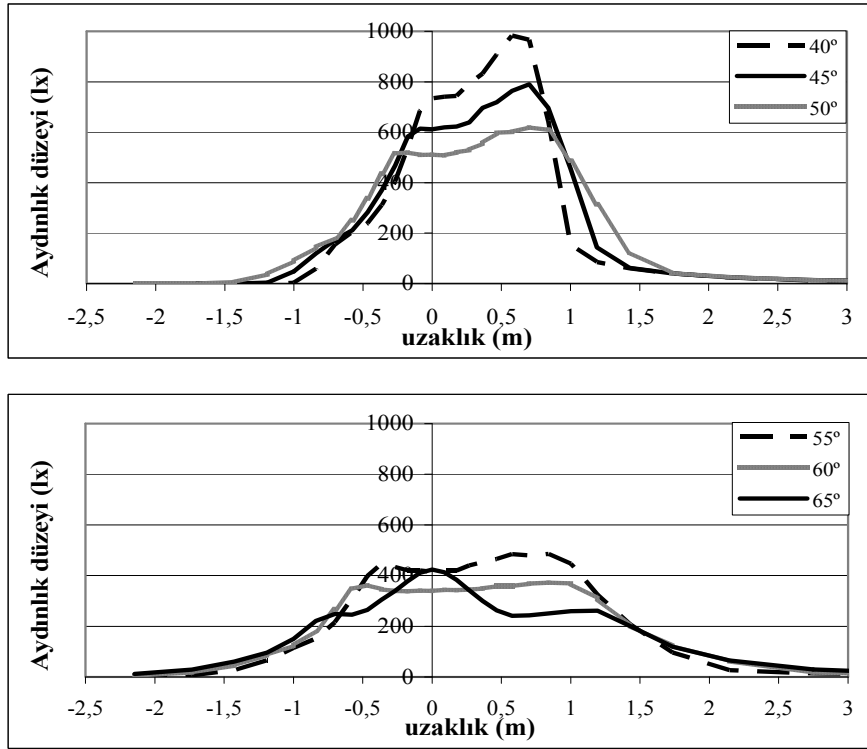


Şekil 9.12 TK=3cm için oluşturulan yansıtıcılara ait ışık yeğinlik eğrileri

TK=2cm için oluşturulan yansıtıcıların, aygıt yeğnliği uzaysal dağılımının 0°-180° yatay açısında ortaya çıkan ışık yeğinlik dağılımları Şekil 9.11’de üst üste gösterilmiştir. TK=3cm için oluşturulan yansıtıcıların ışık yeğinlik dağılımları ise Şekil 9.12’de üst üste gösterilmiştir. TK=2cm ve TK=3cm için oluşturulan yansıtıcıların lamba merkezinden 1m uzaklıktaki düşey düzlem üzerinde oluşturdukları aydınlık dağılımlarının tamamı Şekil 9.13’te ve Şekil 9.14’de üst üste verilmiştir.



Şekil 9.13 TK=2cm için oluşturulan yansıtıcıların lamba merkezinden 1m uzaklıktaki düşey düzlem üzerinde oluşturdukları aydınlık dağılımları



Şekil 9.14 TK=3cm için oluşturulan yansıtıcıların lamba merkezinden 1m uzaklıktaki düşey düzlem üzerinde oluşturdukları aydınlık dağılımları

9.1.4 Sonuçların Karşılaştırılması ve Değerlendirilmesi

Örnek uygulamalarda ulaşılan sonuçların karşılaştırılması açısından yansıtıcıların özellikleri ve analiz edilen sonuçlar belirtilmiştir.

Ele alınan her bir duruma ilişkin “yansıtıcının özellikleri” Çizelge 9.1’de,

- yansıtıcının tepe noktası ile ışık kaynağı arasındaki uzaklık (TK),
- aygıttan çıkan ışığın yayılma açısı (θ),
- yansıtıcının x eksenindeki izdüşümünün uzunluğu (x), ve yansıtıcının y eksenindeki izdüşümünün uzunluğu (y),

başlıklı kolonlarda (Kolon 2-5; Kolon 6-10) verilmiştir.

Çizelge 9.1 Tasarlanan yansıtıcıların özellikleri

No	Yansıtıcı özellikleri				No	Yansıtıcı özellikleri			
	TK (cm)	θ	x (cm)	y (cm)		TK (cm)	θ	x (cm)	y (cm)
1	2	40	6.68	3.92	15	2	40	6.68	5.03
2	2	45	5.50	3.50	16	2	45	5.50	5.00
3	2	50	4.64	3.15	17	2	50	4.64	4.80
4	2	55	3.98	2.83	18	2	55	3.98	4.58
5	2	60	3.47	2.55	19	2	60	3.47	4.36
6	2	65	3.11	2.37	20	2	65	3.11	4.25
7	2	70	2.85	2.33	21	2	70	2.85	4.34
8	2	40	6.68	5.67	22	3	40	10.01	7.96
9	2	45	5.50	5.23	23	3	45	8.26	7.55
10	2	50	4.64	4.85	24	3	50	6.96	7.20
11	2	55	3.98	4.51	25	3	55	5.98	6.87
12	2	60	3.47	4.19	26	3	60	5.21	6.54
13	2	65	3.11	4.00	27	3	65	4.66	6.37
14	2	70	2.85	4.00	28	3	70	4.22	6.51

TK: yansıtıcının tepe noktası ile lamba merkezi arasındaki uzaklık, θ : aygıttan çıkan ışığın yayılma açısı, x: yansıtıcının x eksenindeki izdüşümünün uzunluğu, y: yansıtıcının y eksenindeki izdüşümünün uzunluğu

Çizelge 9.1’de yansıtıcı özellikleri verilmiş olan her bir durum için ulaşılan sonuçlar Çizelge 9.2’de,

- aydınlatma aygıtının geriverimi (η),
- “ $E_{\max}-E_{\max} \cdot 0.90$ ” 1. derece olumlu koşulu (D_1) ,
- “ $E_{\max}-E_{\max} \cdot 0.80$ ” 2. derece olumlu koşulu (D_2) ,
- “ $E_{\max}-E_{\max} \cdot 0.70$ ” 3. derece olumlu koşulu (D_3) ,
- “ $E_{\max}-E_{\max} \cdot 0.60$ ” 4. derece olumlu koşulu (D_4) ,
- “ $E_{\max}-E_{\max} \cdot 0.50$ ” 5. derece olumlu koşulu (D_5)

başlıklı kolonlarda sunulmuştur.

Düzensizliğin farklı dereceler ile gösterildiği her bir durum için, aygıt ekseninden 1 m uzaklıktaki düşey düzlem üzerinde aydınlığın düzgün yayıldığı alanın yüksekliği belirtilmiştir. Söz konusu alanın yüksekliğinin,

- 0,50 m- 1,00 m olduğu koşullar açık gri,
- 1,00 m- 1,50 m olduğu koşullar orta koyulukta gri,
- 1,50 m- 2,00 m olduğu koşullar koyu gri,
- $\geq 2,00$ m olduğu koşullar çok koyu gri

olarak gösterilmiştir.

Çizelge 9.2a Aydınlığın düzgün yayılmışlığının değerlendirilmesi

No	θ	η (%)	Aygıt ışık yeğinlik dağılımında, düzgün yayılmış aydınlık sağlayan ışık yeğinliklerinin doğrultuları				
			D_1 $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.90$	D_2 $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.80$	D_3 $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.70$	D_4 $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.60$	D_5 $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.50$
1	40	95.0	$I_{20}-I_{35}$ (0,34m)	$I_{10}-I_{37,5}$ (0,59m)	I_5-I_{40} (0,75m)	$I_0-I_{42,5}$ (0,91m)	I_0-I_{45} (1,00m)
2	45	94.6	$I_{15}-I_{37,5}$ (0,50m)	$I_{10}-I_{40}$ (0,66m)	$I_{2,5}-I_{42,5}$ (0,87m)	I_0-I_{45} (1,00m)	$I_0-I_{47,5}$ (1,09m)
3	50	94.0	$I_0-I_{37,5}$ (0,76m)	I_0-I_{40} (0,83m)	$I_0-I_{42,5}$ (0,91m)	I_0-I_{45} (1,00m)	$I_0-I_{47,5}$ (1,09m)
4	55	93.0	$I_{15}-I_{40}$ (0,57m)	$I_{2,5}-I_{42,5}$ (0,87m)	I_0-I_{45} (1,00m)	$I_0-I_{47,5}$ (1,09m)	I_0-I_{50} (1,19m)
5	60	91.5	$I_0-I_{42,5}$ (0,91m)	I_0-I_{45} (1,00m)	$I_0-I_{47,5}$ (1,09m)	I_0-I_{50} (1,19m)	$I_0-I_{52,5}$ (1,30m)
6	65	89.9	$I_0-I_{12,5}$ (0,22m)	I_0-I_{20} (0,36m)	$I_0-I_{47,5}$ (1,09m)	I_0-I_{50} (1,19m)	$I_0-I_{52,5}$ (1,30m)
7	70	89.2	$I_0-I_{12,5}$ (0,22m)	$I_0-I_{17,5}$ (0,31m)	$I_0-I_{22,5}$ (0,41m)	$I_0-I_{27,5}$ (0,52m)	$I_0-I_{32,5}$ (0,63m)
8	40	90.5	I_0-I_{35} (0,70m)	$I_0-I_{37,5}$ (0,76m)	I_0-I_{40} (0,83m)	$I_0-I_{42,5}$ (0,91m)	I_0-I_{45} (1,00m)
9	45	89.5	$I_0-I_{37,5}$ (0,76m)	I_0-I_{40} (0,83m)	$I_0-I_{42,5}$ (0,91m)	I_0-I_{45} (1,00m)	$I_0-I_{47,5}$ (1,09m)
10	50	88.0	$I_0-I_{37,5}$ (0,76m)	I_0-I_{40} (0,83m)	$I_0-I_{42,5}$ (0,91m)	$I_0-I_{47,5}$ (1,09m)	I_0-I_{50} (1,19m)
11	55	85.7	I_0-I_{40} (0,83m)	$I_0-I_{42,5}$ (0,91m)	I_0-I_{45} (1,00m)	$I_0-I_{47,5}$ (1,09m)	I_0-I_{50} (1,19m)
12	60	82.2	$I_0-I_{42,5}$ (0,91m)	I_0-I_{45} (1,00m)	$I_0-I_{47,5}$ (1,09m)	I_0-I_{50} (1,19m)	$I_0-I_{52,5}$ (1,30m)
13	65	79.9	I_0-I_{10} (0,17m)	I_0-I_{15} (0,26m)	I_0-I_{45} (1,00m)	$I_0-I_{47,5}$ (1,09m)	$I_0-I_{52,5}$ (1,30m)
14	70	82.0	I_0-I_{10} (0,17m)	I_0-I_{15} (0,26m)	$I_0-I_{17,5}$ (0,31m)	$I_0-I_{22,5}$ (0,41m)	$I_0-I_{27,5}$ (0,52m)

Çizelge 9.2b Aydınlığın düzgün yayılmışlığının değerlendirilmesi

No	θ	η (%)	Aygıt ışık yeğinlik dağılımında, düzgün yayılmış aydınlık sağlayan ışık yeğinliklerinin doğrultuları				
			D_1 $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.90$	D_2 $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.80$	D_3 $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.70$	D_4 $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.60$	D_5 $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.50$
15	40	91.1	$I_5- I_{35}$ (0,62m)	$I_0- I_{37,5}$ (0,76m)	$I_0- I_{40}$ (0,83m)	$I_0- I_{42,5}$ (0,91m)	$I_0- I_{45}$ (1,00m)
16	45	89.9	$I_0- I_{37,5}$ (0,76m)	$I_0- I_{40}$ (0,83m)	$I_0- I_{42,5}$ (0,91m)	$I_0- I_{45}$ (1,00m)	$I_0- I_{47,5}$ (1,09m)
17	50	88.1	$I_0- I_{37,5}$ (0,76m)	$I_0- I_{40}$ (0,83m)	$I_0- I_{42,5}$ (0,91m)	$I_0- I_{47,5}$ (1,09m)	$I_0- I_{50}$ (1,19m)
18	55	85.4	$I_0- I_{40}$ (0,83m)	$I_0- I_{42,5}$ (0,91m)	$I_0- I_{45}$ (1,00m)	$I_0- I_{47,5}$ (1,09m)	$I_0- I_{50}$ (1,19m)
19	60	81.3	$I_0- I_{42,5}$ (0,91m)	$I_0- I_{45}$ (1,00m)	$I_0- I_{47,5}$ (1,09m)	$I_0- I_{50}$ (1,19m)	$I_0- I_{52,5}$ (1,30m)
20	65	77.8	$I_0- I_{10}$ (0,17m)	$I_0- I_{15}$ (0,26m)	$I_0- I_{45}$ (1,00m)	$I_0- I_{47,5}$ (1,09m)	$I_0- I_{52,5}$ (1,30m)
21	70	78.5	$I_0- I_{10}$ (0,17m)	$I_0- I_{15}$ (0,26m)	$I_0- I_{20}$ (0,36m)	$I_0- I_{22,5}$ (0,41m)	$I_0- I_{27,5}$ (0,52m)
22	40	93.3	$I_{25}- I_{35}$ (0,24m)	$I_{15}- I_{37,5}$ (0,50m)	$I_0- I_{40}$ (0,83m)	$I_0- I_{40}$ (0,83m)	$I_0- I_{42,5}$ (0,91m)
23	45	92.5	$I_{22,5}- I_{40}$ (0,42m)	$I_{15}- I_{42,5}$ (0,65m)	$I_0- I_{42,5}$ (0,91m)	$I_0- I_{45}$ (1,00m)	$I_0- I_{47,5}$ (1,09m)
24	50	91.2	$I_{20}- I_{42,5}$ (0,55m)	$I_0- I_{45}$ (1,00m)	$I_0- I_{47,5}$ (1,09m)	$I_0- I_{47,5}$ (1,09m)	$I_0- I_{50}$ (1,19m)
25	55	88.8	$I_{15}- I_{45}$ (0,74m)	$I_0- I_{47,5}$ (1,09m)	$I_0- I_{49}$ (1,15m)	$I_0- I_{51,5}$ (1,25m)	$I_0- I_{53,5}$ (1,35m)
26	60	84.8	$I_0- I_{47,5}$ (1,09m)	$I_0- I_{50}$ (1,19m)	$I_0- I_{52,5}$ (1,30m)	$I_0- I_{53,5}$ (1,35m)	$I_0- I_{56}$ (1,48m)
27	65	81.5	$I_0- I_{10}$ (0,17m)	$I_0- I_{15}$ (0,26m)	$I_0- I_{20}$ (0,36m)	$I_0- I_{25}$ (0,46m)	$I_0- I_{55}$ (1,42m)

 η : aydınlatma aygıtının geriverimi

Farklı yaklaşımlar ile ulaşılan ve Çizelge 9.2a ve 9.2b’de sunulan sonuçların değerlendirilmesi aşağıdaki gibi yapılabilir:

- No:26, (θ) 60° için tasarlanan yansıtıcıda bütün düzgünlük derecelendirilmeleri için aydınlanan alanın yüksekliği 1,00-1,50 m arasında olmaktadır.
- No:5, (θ) 60° ; No:12, (θ) 60° ; No:19, (θ) 60° ; No:24, (θ) 50° ; No:25, (θ) 55° için 2.,3.,4. ve 5. derece olumlu düzgünlük için aydınlanan alanın yüksekliği 1,00-1,50 m arasında olmaktadır.
- No:4, (θ) 55° ; No:6, (θ) 65° ; No:11, (θ) 55° ; No:13, (θ) 65° ; No:18, (θ) 55° ; No:20, (θ) 65° için 3.,4. ve 5. derece olumlu düzgünlük için aydınlanan alanın yüksekliği 1,00-1,50 m arasında olmaktadır.

TK=2cm için, 9.1.1’de açıklanan genel silindir yansıtıcının yarısının kullanıldığı durumdaki aydınlık dağılımı (Şekil 9.6) ile “9.1.2.maddede açıklanan üst yansıtıcının bir bölümünün alt yansıtıcı olarak kullanıldığı durum -siperlik engel açısına bağlı belirleme” ve “9.1.3. maddede açıklanan üst yansıtıcının bir bölümünün alt yansıtıcı olarak kullanıldığı durum- üst yansıtıcı etek noktasını lamba merkezini birleştiren doğruya bağlı belirleme” durumlarında oluşan aydınlık dağılımları (Şekil 9.9 ve Şekil 9.13) karşılaştırıldığında aydınlık dağılımlarının düzgünleştiği görülür. TK=2cm koşulu için 9.1.2’deki yansıtıcılar ile 9.1.3’te çizilen yansıtıcıların sonuçları birbirlerine yakın çıkmıştır, 9.1.3’te açıklanan yansıtıcılardan TK=3cm olduğu koşul için en düzgün aydınlık dağılımlarına ulaşılmıştır. Aygıttan çıkan ışığın yayılma açısının (θ) 50° - 60° arasında olduğu koşullar için oluşturulan yansıtıcılar ile en düzgün aydınlık dağılımları elde edilebilmektedir, ancak bu koşullar için oluşturulan yansıtıcılar ile hedeflenen ışık yeğnlik dağılımlarına ulaşamamıştır. Ayrıca söz konusu açı belirtilen değerlere göre küçüldükçe ($<50^\circ$) ya da büyüdükçe ($>60^\circ$) elde edilen aydınlık dağılımları da gittikçe düzgünsüzleşmektedir.

Aynı zamanda oluşan ışık yeğnlik dağılımları incelendiğinde, lambanın izdüşüm noktasının üstünde de aydınlık dağılımı olduğu görülür. Oysa yüzeyin, lambanın izdüşümü üstündeki bölümünde normal koşullarda sergileme yapılmaz, dolayısıyla yüzeyin bu bölümüne düşen ışık akısı boşuna harcanmış olur (Özmen vd, 2008).

Genel silindir yansıtıcının kullanıldığı bütün sonuçlar değerlendirildiğinde, ulaşılan sonuçların düzey düzlemde aydınlığı düzgün yaymak için yetersiz olduğu görülür. Bu da yeni araştırmalar yapılmasını gerekli kılar.

Şekil 9.16 Işık yeğinlik eğrisinin simetri eksenini ikiye ayırması

- 2) Oluşturulan iki farklı aygıt ışık yeğnlik eğrisinin θ açısı 60° olarak belirlenmiştir. Işığın yansıtıcının etek noktasından yansıma doğrultusunun aygıt eksenine ile yaptığı açı (β) her iki yansıtıcı için 30° , ışığın bu noktaya geliş doğrultusunun aygıt eksenine ile yaptığı açı ise iki yansıtıcı için de 150° olarak saptanmıştır.

$$\theta_{A,B}=60^\circ$$

$$\beta_{\text{mak } A,B} = 60^\circ/2 = 30^\circ \quad (9.1)$$

$$\alpha_{\text{mak } A,B} = 180^\circ - 30^\circ = 150^\circ$$

- 3) A ve B yansıtıcısında her α açısına karşılık gelen β açısını bulabilmek için,

- α açıları, 0° den başlayarak 150° olarak elde edilmiş olan α_{mak} ' a gelinceye değin 5° aralıklar ile sıralanarak, hacim açısı karşılıkları steradyan cinsinden bulunmuştur (Çizelge 9.3, kolon 1 ve 2).

- Işık kaynağından yayımlanan ışığın yansıtıcıya düşen bölümünün, yansıtıcının α açılarının belirlediği değişik büyüklükteki bölümlerine hangi oranlarda dağıldığı belirlenmiştir. Bu amaçla , $2\alpha_{\text{mak}} = (2 \times 150)^\circ = 300^\circ$ açısının hacim açısı karşılığı % 100 kabul edilerek öteki $(2 \times 0)^\circ$, $(2 \times 5)^\circ$, ... , $(2 \times 150)^\circ$ açılarının hacim açısı karşılıklarının yüzde cinsinden değerleri orantı yoluyla saptanmıştır.(Çizelge 9.3, kolon 3). Örneğin,

11,7241 için %100 ise

0,0245 için %0.2090'dır.

- β açılarının büyüklüğünü belirleyebilmek için ise, A ve B yansıtıcısı için aygıt ışık yeğnlik eğrisini sınırlayan açı/dolaysız ışığın yayılma açısı 30° , 5° lik düzlem açıları ile her iki yansıtıcı için 6 bölgeye ayrılmıştır (Çizelge 9.4 ve 9.5, kolon 1).

- A ve B yansıtıcısı için β açılarına ilişkin oluşturulan bölgelerin ortalama doğrultuları belirlenmiştir. Her bölgeye ilişkin söz konusu ortalama doğrultuların aygıt eksenine ile yaptığı açılar, ilgili bölgelerin β açılarını verir (Çizelge 9.4 ve 9.5, kolon 2). Örneğin,

0° - 5° bölgesi için 2.5°

5° - 10° bölgesi için 7.5°

...

25° - 30° bölgesi için 27.5° dir.

Çizelge 9.3 A ve B yansıtıcısı için α açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri

α açıları	Kümülatif hacim açıları (str)	hacim açıları içindeki kümülatif ışık akısı (%)
0	0,0000	0,0000
5	0,0245	0,2090
10	0,0955	0,8146
15	0,2143	1,8274
20	0,3795	3,2369
25	0,5887	5,0214
30	0,8419	7,1811
35	1,1366	9,6945
40	1,4702	12,5402
45	1,8403	15,6967
50	2,2449	19,1479
55	2,6797	22,8564
60	3,1415	26,7953
65	3,6278	30,9432
70	4,1342	35,2626
75	4,6570	39,7213
80	5,1923	44,2872
85	5,7358	48,9228
90	6,2830	53,5906
95	6,8302	58,2583
100	7,3737	62,8939
105	7,9090	67,4598
110	8,4318	71,9185
115	8,9382	76,2379
120	9,4245	80,3859
125	9,8863	84,3248
130	10,3211	88,0332
135	10,7257	91,4845
140	11,0958	94,6409
145	11,4294	97,4866
150	11,7241	100,0000

- Aydınlatma aygıtı ışık yeğinlik eğrisinde β açısına ilişkin ayrılmış olan bölgelerin hacim açısı karşılıkları A ve B yansıtıcısı için hesaplanmıştır (Çizelge 9.4 ve 9.5, kolon 3).
Örneğin,

0°-5° bölgesi için ($2\beta_5 - 2\beta_0 = 0.0245 - 0.0000$) 0.0245

5°-10° bölgesi için ($2\beta_{10} - 2\beta_5 = 0.0955 - 0.0245$)=0.0710

...

25°-30° bölgesi için ($2\beta_{30} - 2\beta_{25} = 0.8419 - 0.5887$)=0.2532

- Aygıt ışık yeğinliği eğrisinde β açısı ile ilgili her bölgenin orta doğrultusundaki ışık yeğinliği, bir önceki adımda hesaplanmış olan ilgili bölgenin hacim açısı ile çarpılmış, bölge içine yayımlanan ışık akısı niceliği elde edilmiştir (Çizelge 9.4 ve 9.5, kolon 5)

B yansıtıcısı için;

0° - 5° bölgesi için $(0.0245 \times 1.4329 \text{ cd}) = 0.03 \text{ lm}$

5° - 10° bölgesi için $(0.0710 \times 1.2681 \text{ cd}) = 0.09 \text{ lm}$

...

25° - 30° bölgesi için $(0.2532 \times 1.0029 \text{ cd}) = 0.25 \text{ lm}$ ' dir.

A yansıtıcısı için;

0° - 5° bölgesi için $(0.0245 \times 1.6669 \text{ cd}) = 0.04 \text{ lm}$

5° - 10° bölgesi için $(0.0710 \times 2.0026 \text{ cd}) = 0.14 \text{ lm}$

...

25° - 30° bölgesi için $(0.2532 \times 6.4469 \text{ cd}) = 1.63 \text{ lm}$ ' dir.

- Yukarıdaki adımda ayrı ayrı her bir β açısına ilişkin bölge için hesaplanmış olan ışık akılarının 0° den başlamak üzere, α açısına ilişkin bölgelerde yapıldığı gibi, kümülatif toplamaları belirlenmiştir (Çizelge 9.4 ve 9.5, kolon 6). Örneğin,

B yansıtıcısı için;

0° - 5° bölgesi için 0.0351 lm

5° - 10° bölgesi için $(0.03 + 0.09) = 0.1251 \text{ lm}$

...

25° - 30° bölgesi için $(0.65 + 0.25) = 0.9082 \text{ lm}$ ' dir.

A yansıtıcısı için;

0° - 5° bölgesi için 0.0408 lm

5° - 10° bölgesi için $(0.04 + 0.14) = 0.1830 \text{ lm}$

...

25° - 30° bölgesi için $(1.94 + 1.63) = 3.5750 \text{ lm}$ ' dir.

- Aydınlatma aygıtından çıkan toplam ışık akısı niceliğinin, yani aygıttan çıkan ışığın yayılma açısı θ (2×30) içine giden ışık akısının %100 olduğu düşünülerek β açısına ilişkin bölgeler için saptanmış olan kümülatif ışık akısı niceliklerinin yüzde cinsinden karşılıkları hesaplanmıştır (Çizelge 9.4 ve 9.5, kolon 7).

B yansıtıcısı için;

0.9082 %100 ise

0.0351 %3.8659'dur.

A yansıtıcısı için;

3.5750 %100 ise

0.0408 %1.1425'dir

Çizelge 9.4 B yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri

β açısı bölgeleri (derece)	Ortalama Doğrultu (derece)	Hacim açısı (bölge çarpanı, str)	Bölgenin orta doğrultusundaki ışık yeğinliği (cd)	Bölge ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (%)
0- 5	2,5	0,0245	1,4329	0,03	0,0351	3,8659
5- 10	7,5	0,0710	1,2681	0,09	0,1251	13,7790
10- 15	12,5	0,1187	1,1528	0,14	0,2620	28,8512
15- 20	17,5	0,1652	1,0746	0,18	0,4396	48,4030
20- 25	22,5	0,2092	1,0261	0,21	0,6543	72,0411
25- 30	27,5	0,2532	1,0029	0,25	0,9082	100,0000

Çizelge 9.5 A yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri

β açısı bölgeleri (derece)	Ortalama Doğrultu (derece)	Hacim açısı (bölge çarpanı, str)	Bölgenin orta doğrultusundaki ışık yeğinliği (cd)	Bölge ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (%)
0- 5	2,5	0,0245	1,6669	0,04	0,0408	1,1425
5- 10	7,5	0,0710	2,0026	0,14	0,1830	5,1196
10- 15	12,5	0,1187	2,4952	0,30	0,4793	13,4078
15- 20	17,5	0,1652	3,2430	0,54	1,0152	28,3976
20- 25	22,5	0,2092	4,4326	0,93	1,9426	54,3390
25- 30	27,5	0,2532	6,4469	1,63	3,5750	100,0000

- α açılarının karşılıkları olan β açıları,

1. α ve β açılarına ilişkin grafik yardımı ile,
2. Enterpolasyon yöntemi ile bulunmuştur.

1. A ve B yansıtıcısı için eşit büyüklükteki karelerden oluşan ızgara biçiminde iki grafik alanı oluşturulmuştur. Izgara biçimli grafik alanlarının üst yatay eksenine α açıları sol köşede 0° den başlayıp, sağ köşede 150° ile bitecek biçimde, alt yatay eksenine β açıları, eksenin orta noktasında 0° den başlayıp, sağ köşede 30° ile bitecek biçimde yerleştirilmiştir (Şekil 9.17 ve 9.18).

Ele alınan her α açısına ilişkin bölgeye karşılık saptanmış olan ışık akısı yüzdesi, grafik alanını sınırlayan sağ düşey eksen üzerinde bulunur ve bulunan bu noktalardan, üzerinde yüzde cinsinden sayıların yer aldığı sağ düşey eksene dik yatay doğrular çizilmiş ve grafik alanın üst yatay sınırı/ekseni üzerinde bulunan α açılarının izdüşümlerinin kesiştikleri noktalar işaretlenmiştir. Örneğin,

A ve B yansıtıcısı için;

$\alpha=5^\circ$ için 0.2090

$\alpha=10^\circ$ için 0.8146

...

$\alpha=50^\circ$ için 19.1479

...

$\alpha=100^\circ$ için 62.8939

İşaretlenen kesişim noktaları birleştirilerek α açısına ilişkin eğriler elde edilmiştir. Benzer işlemler, grafik alanının alt yatay sınırı/ekseni üzerinde yer alan β açıları ve β açılarına ilişkin her bir bölgeye karşılık saptanmış ışık akısı yüzdelerinin izdüşümleri için de yapılarak β açısına ilişkin eğriler elde edilmiştir (Şekil 9.17 ve 9.18). Örneğin,

B yansıtıcısı için;

$\beta=5^\circ$ için 3.8659

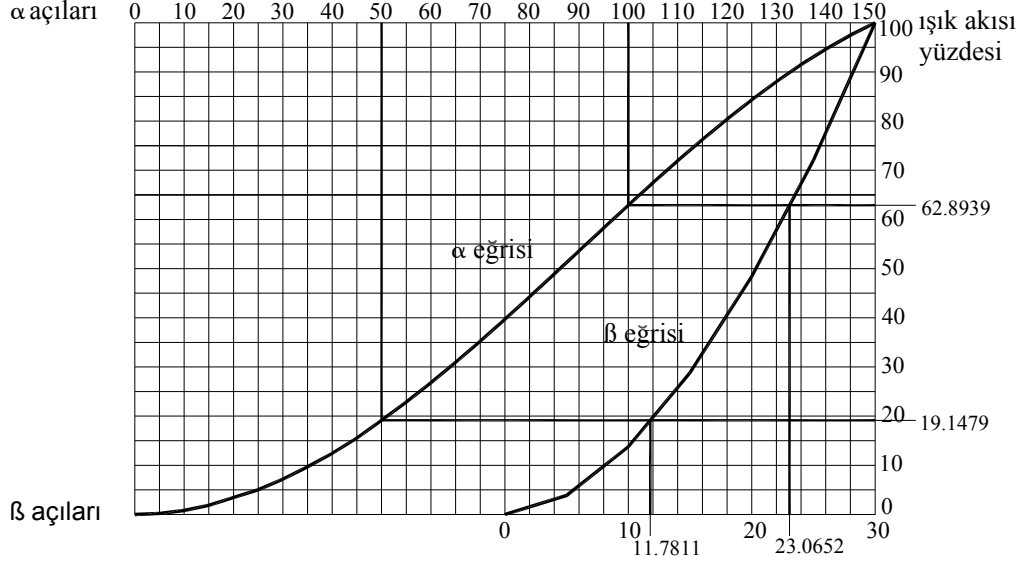
$\beta=10^\circ$ için 13.7790

A yansıtıcısı için;

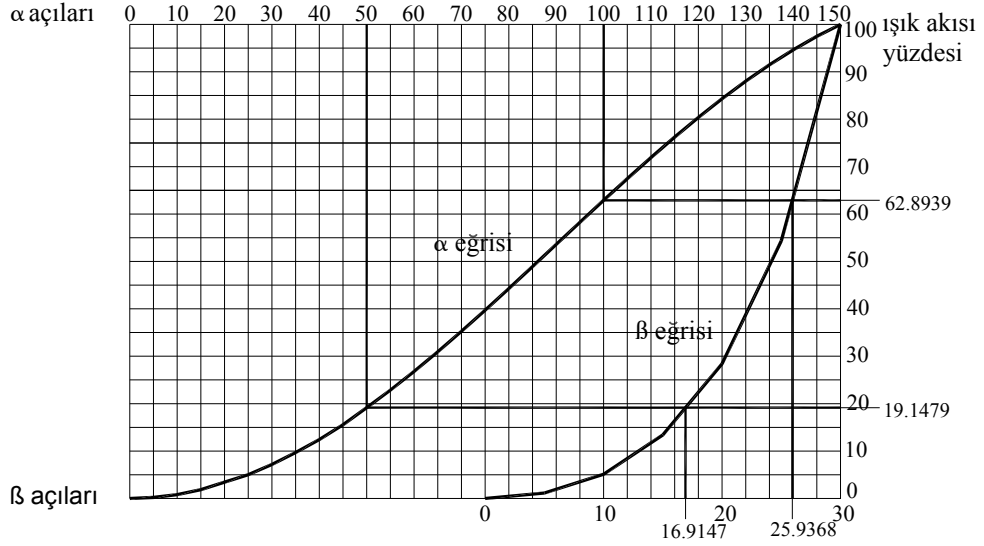
$\beta=5^\circ$ için 1.1425

$\beta=10^\circ$ için 5.1196

Yansıtıcı biçimini belirlemek için, belli bir yansıtıcı noktasına ilişkin α ve β açılarını saptamak gereklidir. Bu amaçla, grafik alanının üst yatay ekseninde yer alan her bir α açısı izdüşümünün α eğrisini kestiği noktadan yatay bir doğru çizilmiş, bu doğrunun β eğrisini kestiği noktadan çizilen düşey doğrunun grafik alanının alt yatay eksenini/sınırını kestiği noktadaki β açısı okunmuştur (Şekil 9.17 ve 9.18).



Şekil 9.17 B yansıtıcısı için α ve β açılarına ilişkin eğriler ile ışık akısı yüzdesini gösteren grafik



Şekil 9.18 A yansıtıcısı için α ve β açılarına ilişkin eğriler ile ışık akısı yüzdesini gösteren grafik

- Her α açısına karşılık gelen β açısını bulabilmek için izlenebilecek başka bir yol enterpolasyon yöntemidir. Enterpolasyon yönteminde Φ_0 değerinin (alınan α değerinin kümülatif ışık akısı) β nın kümülatif ışık akısı değerleri arasındaki yeri belirlenerek, her α değerine karşılık gelen β değeri (9.2) eşitliği yardımıyla belirlenir.

$$\frac{(\Phi_0 - \Phi_1) \times (\beta_2 - \beta_1)}{\Phi_2 - \Phi_1} + \beta_1 \quad (9.2)$$

Φ_0 - alınan α değerinin kümülatif ışık akısı(Φ_2 ve Φ_1 değerlerinin arasındadır.)

Φ_2 - β nın üst sınır değerinin kümülatif ışık akısı

Φ_1 - kümülatif ışık akısı β nın alt sınır değerinin kümülatif ışık akısı

β_2 - β nın üst sınır değeri

β_1 - β nın alt sınır değeri

B yansıtıcısı için;

$\alpha 5$ için

$\alpha 5$ için, α nın 5° deki kümülatif ışık akısı olan Φ_0 değeri olan 0.2090 Çizelge 9.4 ve 9.5, kolon 7 de belirtilen β nın kümülatif ışık akısı değerlerinin hangi aralığına denk düştüğü belirlenir. Φ_0 değeri 0.2090 β nın 0 ile 3.8659 değerleri arasındaki kümülatif ışık akısı arasındadır. 0 değeri β nın alt sınır değerinin kümülatif ışık akısı iken, 3.8659 değeri ise β nın üst sınır değerinin kümülatif ışık akısıdır. $\alpha 5$ için karşılık gelen β değeri (9.2) eşitliği yardımı ile belirlenir.

Φ_0 -0.2090 , Φ_2 -3.8659 , Φ_1 -0

β_2 =5, β_1 =0 =>

$$\frac{(0.2090 - 0) \times (5 - 0)}{(3.8659 - 0)} + 0 = 0.2703 + 0 = 0.2703$$

$\alpha 10$ için

Φ_0 -0.8146 , Φ_2 -3.8659 , Φ_1 -0

β_2 =5, β_1 =0 =>

$$\frac{(0.8146 - 0) \times (5 - 0)}{(3.8659 - 0)} + 0 = 1.0535 + 0 = 1.0535$$

...

$\alpha 50$ için

Φ_0 -19.1479 , Φ_2 -28.8512, Φ_1 -13.7790

β_2 =15, β_1 =10 =>

$$\frac{(19.1479 - 13.7790) \times (15 - 10)}{(28.8512 - 13.7790)} + 10 = 1.7811 + 10 = 11.7811$$

...

$\alpha 100$ için

Φ_0 -62.8939 , Φ_2 -72.0411, Φ_1 -48.4030

β_2 =25, β_1 =20 =>

$$\frac{(62.8939 - 48.4030) \times (25 - 20)}{(72.0411 - 48.4030)} + 20 = 3.0652 + 20 = 23.0652$$

...

$\alpha 150$ için

$\Phi 0-100$, $\Phi 2-100$, $\Phi 1-72.0411$

$\beta_2=30$, $\beta_1=25 \Rightarrow$

$$\frac{(100-72.0411) \times (30-25)}{(100-72.0411)} + 25 = 5 + 25 = 30$$

A yansıtıcısı için;

$\alpha 5$ için

$\Phi 0-0.2090$, $\Phi 2-1.1425$, $\Phi 1-0$

$\beta_2=5$, $\beta_1=0 \Rightarrow$

$$\frac{(0.2090 - 0) \times (5-0)}{(3.8659-0)} + 0 = 0.2703 + 0 = 0.2703$$

$$\frac{(0.2090-0) \times (5-0)}{(1.1425-0)} + 0 = 0.9147 + 0 = 0.9147$$

...

$\alpha 50$ için

$\Phi 0-19.1479$, $\Phi 2-28.3976$, $\Phi 1-13.4078$

$\beta_2=20$, $\beta_1=15 \Rightarrow$

$$\frac{(19.1479-13.4078) \times (20-15)}{(28.3976-13.4078)} + 15 = 1.9247 + 15 = 16.9147$$

...

$\alpha 100$ için

$\Phi 0-62.8939$, $\Phi 2-100$, $\Phi 1-54.3390$

$\beta_2=30$, $\beta_1=25 \Rightarrow$

$$\frac{(62.8939-54.3390) \times (30-25)}{(100-54.3390)} + 25 = 0.9368 + 25 = 25.9368$$

...

$\alpha 150$ için

$\Phi 0-100$, $\Phi 2-100$, $\Phi 1-54.3390$

$\beta_2=30$, $\beta_1=25 \Rightarrow$

$$\frac{(100-54.3390) \times (30-25)}{(100-54.3390)} + 25 = 5 + 25 = 30$$

α ve β açılarına ilişkin grafik yardımı ve enterpolasyon yöntemi ile ulaşılan sonuçlar aynıdır. Bundan sonraki adımlarda α açılarına karşılık gelen β açıları enterpolasyon yöntemi ile belirlenmiştir.

4) α ve β açıları belirlendikten sonra, A ve B yansıtıcısı için her α açısından karşılığı olan β açısı çıkarılmış, elde edilen değer ikiye bölünerek belirlenen açı değerlerinin tanjant karşılıkları ($\tan((\alpha-\beta)/2)$) bulunmuştur (Çizelge 9.6 ve Çizelge 9.7, kolon 3).

5) α açısı değerlerinin radyan cinsinden değerleri bulunmuştur (Çizelge 9.6 ve Çizelge 9.7, kolon 4).

6) A ve B yansıtıcısı için doğal logaritma ($\ln$) grafiği oluşturmak amacıyla dikdörtgen biçimli bir grafik alanı hazırlanmıştır. Grafik alanının üst yatay eksenine üzerine, eksenin sol köşesinde 0 dan başlayarak $\tan((\alpha-\beta)/2)$ değerleri, en yüksek $\tan((\alpha-\beta)/2)$ değerine kadar orantılı olarak yerleştirilmiştir. Grafik alanının sol düşey eksenine üzerine de, eksenin üst noktasında 0 dan başlayarak α açılarının radyan cinsinden karşılıkları, en altta α_{mak} değeri yer alacak şekilde aşağıya doğru orantılı olarak sıralanmıştır (Aydın, 2005) (Şekil 9.19 ve 9.20).

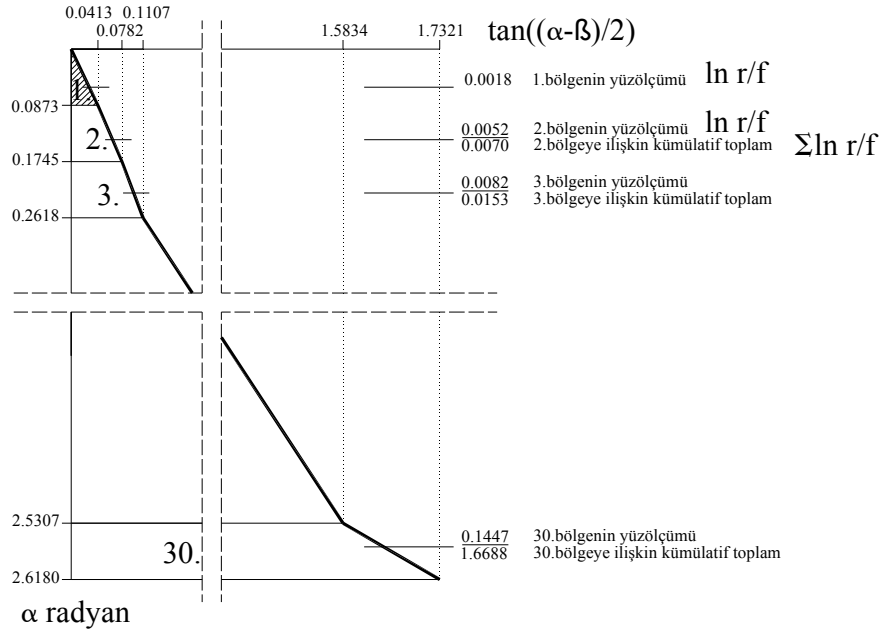
7) A yansıtıcısı için Çizelge 9.7, kolon 3 ve 4'ten yararlanarak, B yansıtıcısı için ise Çizelge 9.6, kolon 3 ve 4'ten yararlanarak, her α açısının radyan cinsinden değeri ve bu α açısının içinde yer aldığı $\tan((\alpha-\beta)/2)$ değerini gösteren noktalar grafik alanının sol düşey ve üst yatay eksenleri üzerinde işaretlenerek izdüşümleri kesiştirilmiş, elde edilen noktalar birleştirilerek A ve B yansıtıcısı için doğal logaritma grafikleri oluşturulmuştur. Oluşturulan doğal logaritma grafikleri üzerindeki kesişim noktalarından sol düşey eksene dik doğrular çizilip, bu doğruların sınırladığı bölgelerin yüz ölçümleri ölçülmüştür (Çizelge 9.6 ve Çizelge 9.7, kolon 5). Bu bölgelerin yüzölçümleri, $\ln r/f$ değerlerini oluşturmuş ve her bölgenin yüzölçümü kendinden önceki bölgelerin yüzölçümleriyle toplanarak $\sum \ln r/f$ değerleri elde edilmiştir (Şekil 9.19 ve 9.20; Çizelge 9.6 ve Çizelge 9.7, kolon 6).

B yansıtıcısı için;

$$1.\text{Bölgenin yüzölçümü} \rightarrow (0.0413 \times 0.0873)/2 = 0.0018$$

$$2.\text{Bölgenin yüzölçümü} \rightarrow ((0.0413 + 0.0782)/2) \times (0.1745 - 0.0873) = 0.0052$$

$$3.\text{Bölgenin yüzölçümü} \rightarrow ((0.0782 + 0.1107)/2) \times (0.2618 - 0.1745) = 0.0089$$



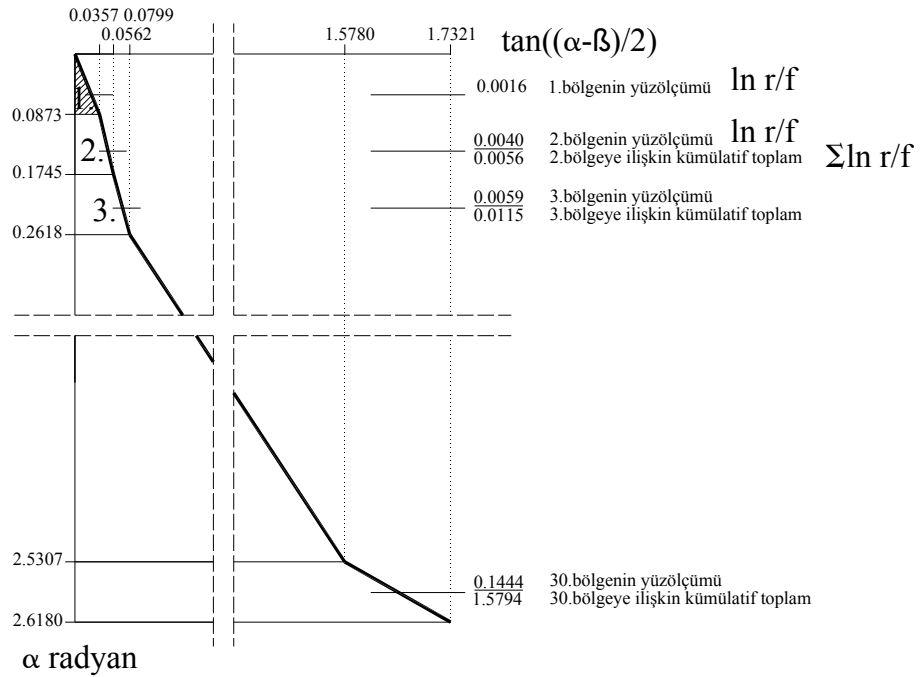
Şekil 9.19 B yansıtıcısı için doğal logaritma grafiği

A yansıtıcısı için;

1. Bölgenin yüzölçümü $\rightarrow (0.0357 \times 0.0873) / 2 = 0.0016$

2. Bölgenin yüzölçümü $\rightarrow ((0.0357 + 0.0562) / 2) \times (0.1745 - 0.0873) = 0.0040$

3. Bölgenin yüzölçümü $\rightarrow ((0.0562 + 0.0799) / 2) \times (0.2618 - 0.1745) = 0.0059$



Şekil 9.20 A yansıtıcısı için doğal logaritma grafiği

8) Her iki yansıtıcı için, “7.adım” da bulunan $\sum \ln r/f$ değerlerinin r/f karşılıkları hesaplanarak, yansıtıcı üzerindeki noktaların kaynak merkezine olan uzaklıklarının (r) yansıtıcı tepe noktasının kaynak merkezine olan uzaklığına (f) oranları elde edilmiştir (Çizelge 9.6 ve Çizelge 9.7, kolon 7).

9) Işık kaynağı (K) ile yansıtıcı tepe noktası arasındaki uzaklık (f) 2 cm olarak saptanmış ve A ve B yansıtıcısı için her bir α açısı için r uzunlukları bulunmuştur (Çizelge 9.6 ve Çizelge 9.7, kolon 8).

Çizelge 9.6 B yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

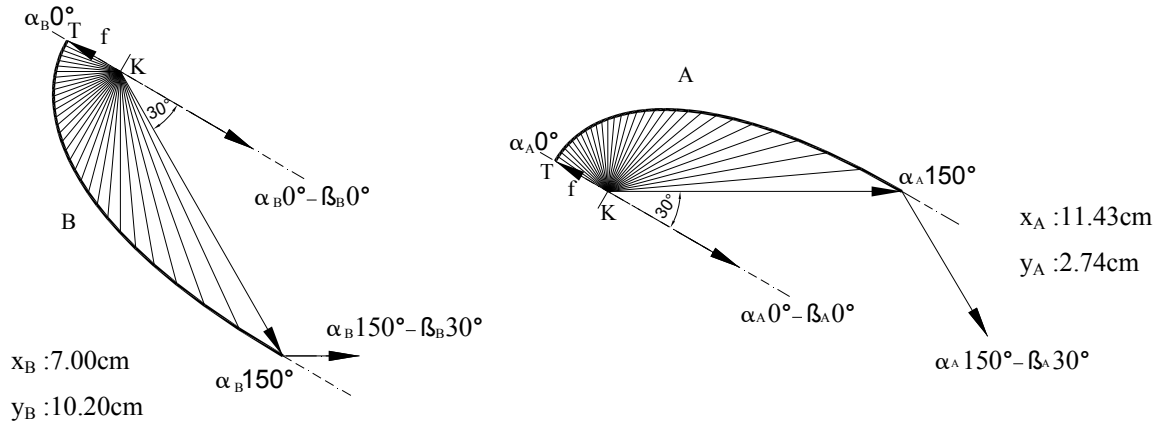
α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
5,0	0,2703	0,0413	0,0873	0,0018	0,0018	1,0018	2,0036
10,0	1,0535	0,0782	0,1745	0,0052	0,0070	1,0070	2,0141
15,0	2,3635	0,1107	0,2618	0,0082	0,0153	1,0154	2,0308
20,0	4,1864	0,1389	0,3491	0,0109	0,0262	1,0265	2,0530
25,0	5,5828	0,1711	0,4363	0,0135	0,0397	1,0405	2,0810
30,0	6,6722	0,2064	0,5236	0,0165	0,0562	1,0578	2,1155
35,0	7,9399	0,2406	0,6109	0,0195	0,0757	1,0786	2,1572
40,0	9,3752	0,2738	0,6981	0,0224	0,0981	1,1031	2,2062
45,0	10,6362	0,3092	0,7854	0,0254	0,1235	1,1315	2,2630
50,0	11,7811	0,3465	0,8727	0,0286	0,1522	1,1643	2,3287
55,0	13,0113	0,3838	0,9599	0,0319	0,1840	1,2020	2,4041
60,0	14,3180	0,4212	1,0472	0,0351	0,2191	1,2450	2,4900
65,0	15,5350	0,4606	1,1345	0,0385	0,2576	1,2938	2,5877
70,0	16,6396	0,5025	1,2217	0,0420	0,2996	1,3494	2,6987
75,0	17,7798	0,5454	1,3090	0,0457	0,3454	1,4125	2,8250
80,0	18,9475	0,5897	1,3963	0,0495	0,3949	1,4842	2,9685
85,0	20,1100	0,6357	1,4835	0,0535	0,4484	1,5657	3,1315
90,0	21,0973	0,6860	1,5708	0,0577	0,5060	1,6587	3,3174
95,0	22,0846	0,7388	1,6581	0,0622	0,5682	1,7651	3,5302
100,0	23,0652	0,7945	1,7453	0,0669	0,6351	1,8872	3,7745
105,0	24,0310	0,8536	1,8326	0,0719	0,7070	2,0279	4,0559
110,0	24,9741	0,9167	1,9199	0,0772	0,7843	2,1908	4,3816
115,0	25,7505	0,9870	2,0071	0,0831	0,8673	2,3806	4,7611
120,0	26,4923	1,0632	2,0944	0,0895	0,9568	2,6033	5,2066
125,0	27,1967	1,1464	2,1817	0,0964	1,0532	2,8668	5,7336
130,0	27,8599	1,2380	2,2689	0,1040	1,1572	3,1811	6,3623
135,0	28,4771	1,3397	2,3562	0,1125	1,2697	3,5598	7,1196
140,0	29,0416	1,4539	2,4435	0,1219	1,3916	4,0213	8,0426
145,0	29,5505	1,5834	2,5307	0,1325	1,5241	4,5911	9,1823
150,0	30,0000	1,7321	2,6180	0,1447	1,6688	5,3057	10,6115

Çizelge 9.7 A yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
5,0	0,9147	0,0357	0,0873	0,0016	0,0016	1,0016	2,0031
10,0	3,5648	0,0562	0,1745	0,0040	0,0056	1,0056	2,0112
15,0	5,8611	0,0799	0,2618	0,0059	0,0115	1,0116	2,0231
20,0	7,6330	0,1083	0,3491	0,0082	0,0197	1,0199	2,0398
25,0	9,8765	0,1327	0,4363	0,0105	0,0302	1,0307	2,0614
30,0	11,2436	0,1652	0,5236	0,0130	0,0432	1,0442	2,0884
35,0	12,7599	0,1966	0,6109	0,0158	0,0590	1,0608	2,1216
40,0	14,4766	0,2265	0,6981	0,0185	0,0775	1,0806	2,1611
45,0	15,7635	0,2608	0,7854	0,0213	0,0987	1,1038	2,2076
50,0	16,9147	0,2970	0,8727	0,0243	0,1231	1,1310	2,2620
55,0	18,1517	0,3331	0,9599	0,0275	0,1506	1,1625	2,3250
60,0	19,4655	0,3693	1,0472	0,0306	0,1812	1,1987	2,3974
65,0	20,4906	0,4092	1,1345	0,0340	0,2152	1,2401	2,4802
70,0	21,3232	0,4523	1,2217	0,0376	0,2528	1,2876	2,5752
75,0	22,1826	0,4966	1,3090	0,0414	0,2942	1,3420	2,6841
80,0	23,0626	0,5422	1,3963	0,0453	0,3395	1,4043	2,8085
85,0	23,9561	0,5896	1,4835	0,0494	0,3889	1,4754	2,9507
90,0	24,8557	0,6388	1,5708	0,0536	0,4425	1,5566	3,1132
95,0	25,4292	0,6946	1,6581	0,0582	0,5007	1,6499	3,2997
100,0	25,9368	0,7544	1,7453	0,0632	0,5639	1,7575	3,5151
105,0	26,4368	0,8180	1,8326	0,0686	0,6325	1,8823	3,7647
110,0	26,9250	0,8859	1,9199	0,0743	0,7069	2,0276	4,0552
115,0	27,3980	0,9590	2,0071	0,0805	0,7874	2,1976	4,3952
120,0	27,8522	1,0382	2,0944	0,0871	0,8745	2,3977	4,7954
125,0	28,2835	1,1247	2,1817	0,0944	0,9689	2,6350	5,2700
130,0	28,6896	1,2198	2,2689	0,1023	1,0712	2,9188	5,8376
135,0	29,0675	1,3254	2,3562	0,1111	1,1822	3,2617	6,5233
140,0	29,4132	1,4438	2,4435	0,1208	1,3031	3,6806	7,3611
145,0	29,7248	1,5780	2,5307	0,1319	1,4349	4,1993	8,3986
150,0	30,0000	1,7321	2,6180	0,1444	1,5794	4,8518	9,7036

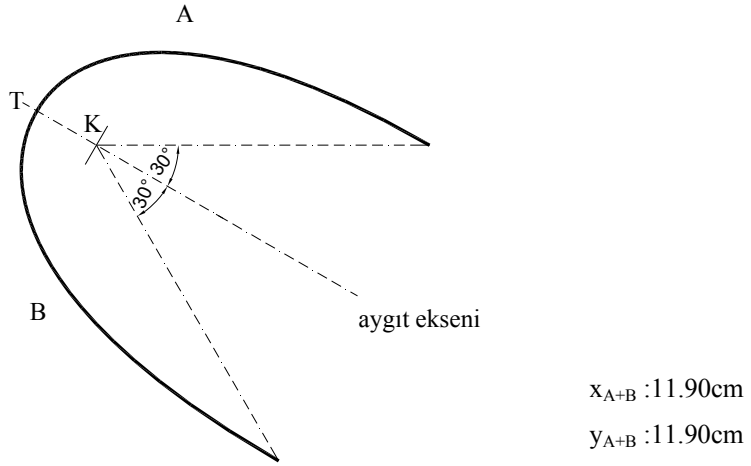
10) A ve B yansıtıcısı için, yansıtıcı parçalarını belirleyebilmek için aygıt eksenini çizilmiş ve bu eksen üzerinde nokta kaynak varsayılan ışık kaynağının (K) yeri ile K noktasından 2 cm uzaklığındaki yansıtıcı tepe noktasının (T) yeri işaretlenmiştir.

11) “10.adım” da bulunmuş ve Çizelge 9.6 ve Çizelge 9.7, kolon 8’de verilmiş olan her bir α açısına karşılık gelen “r” doğru parçaları, başlangıç noktası ışık kaynağı merkezi (K) alınarak çizilmiş ve bunların uç noktaları birleştirilerek A ve B yansıtıcısının kesitleri çizilmiştir (Şekil 9.21).



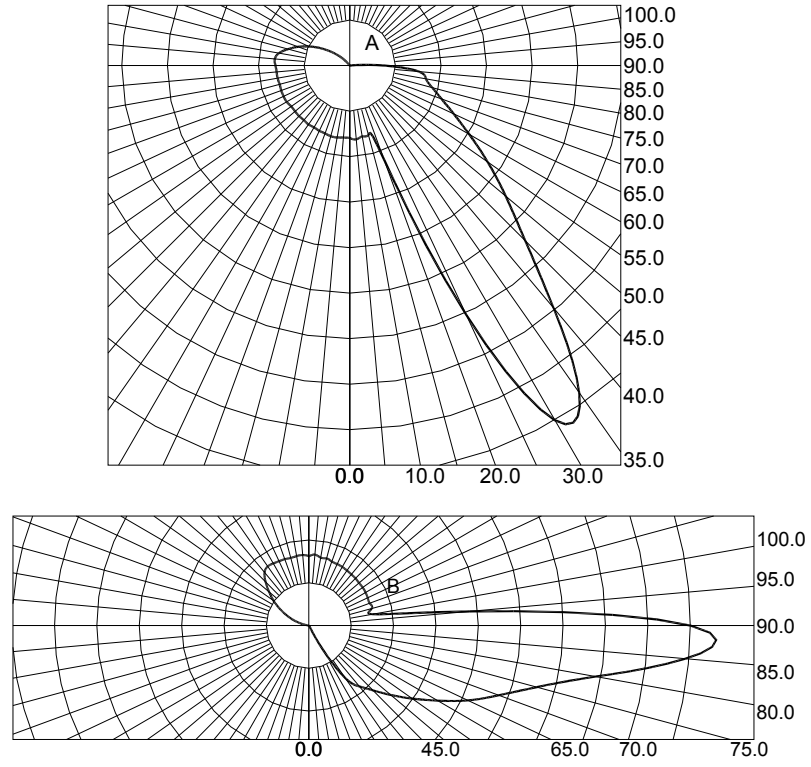
Şekil 9.21 A ve B yansıtıcısının kesitleri

12) “11.adım” da oluşturulan yansıtıcı kesitleri birleştirilerek yansıtıcı oluşturulmuştur (Şekil 9.22).

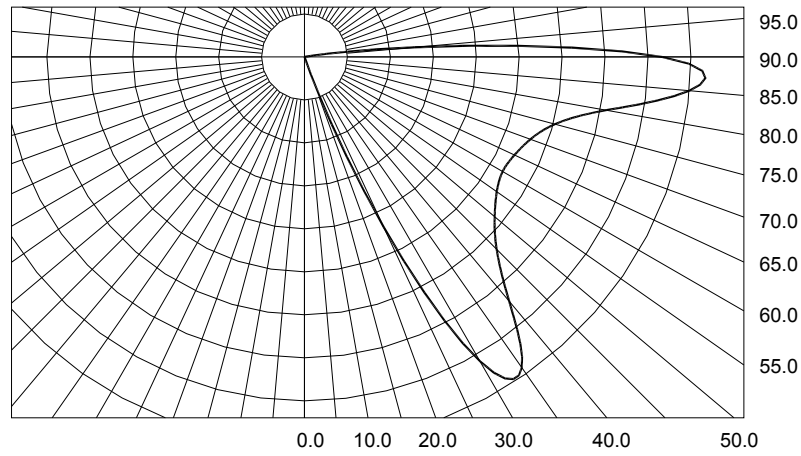


Şekil 9.22 Yansıtıcının kesiti

13) Şekil 9.21’de verilen A ve B yansıtıcılarının kesitleri ve yansıtıcının Şekil 9.22’de verilen kesiti üç boyuta dönüştürülmüş ve bilgisayar simülasyon programı ile analiz edilmiştir. A ve B yansıtıcılarının aygıt ışık yeğirliği uzaysal dağılımının 0° - 180° yatay açısında ortaya çıkan ışık yeğirlik dağılımları Şekil 9.23’te, oluşan yansıtıcının ışık yeğirlik dağılımı ise Şekil 9.24’te gösterilmiştir.

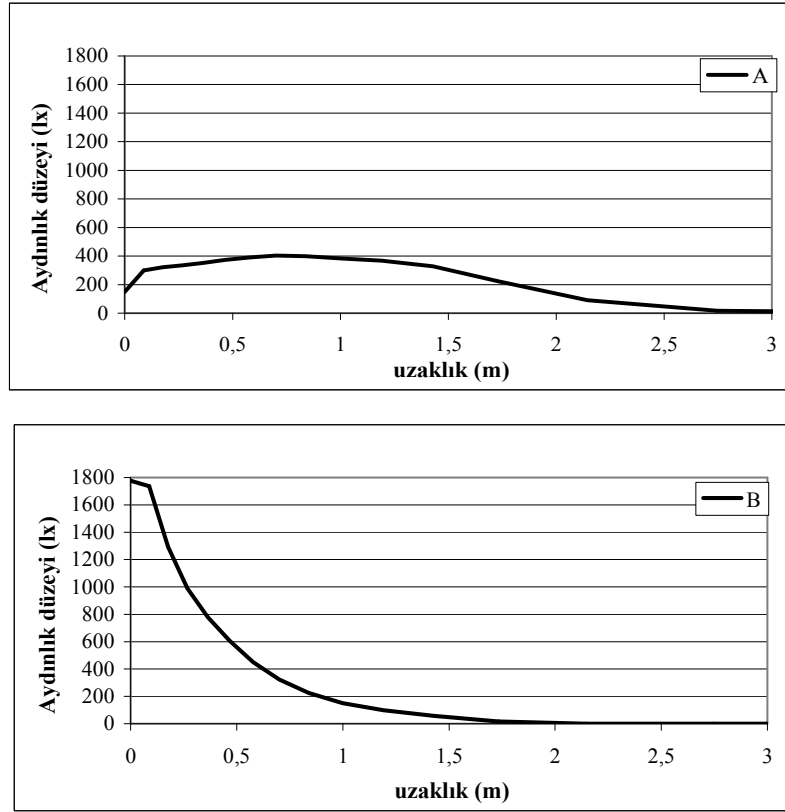


Şekil 9.23 A ve B yansıtıcısının ışık yeğnlik dağılımı

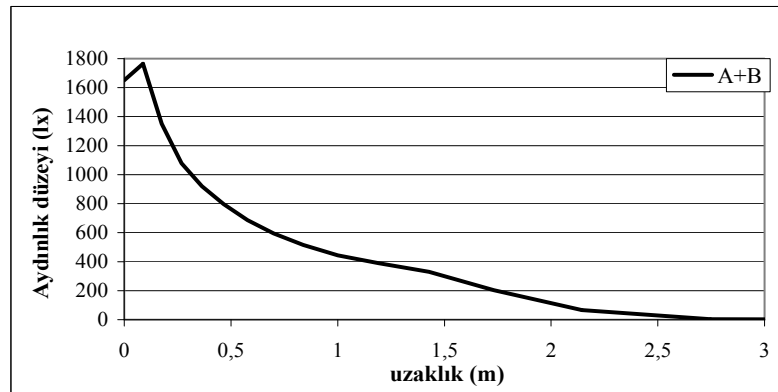


Şekil 9.24 Oluşan yansıtıcının ışık yeğnlik dağılımı

14) A ve B yansıtıcılarının lamba merkezinden 1m uzaklıktaki düşey düzlem üzerinde oluşturdukları aydınlık dağılımları Şekil 9.25’de ve A ve B yansıtıcılarının birleştirilmesiyle oluşan yansıtıcının lamba merkezinden 1m uzaklıktaki düşey düzlem üzerinde oluşturduğu aydınlık dağılımı Şekil 9.26’da verilmiştir.



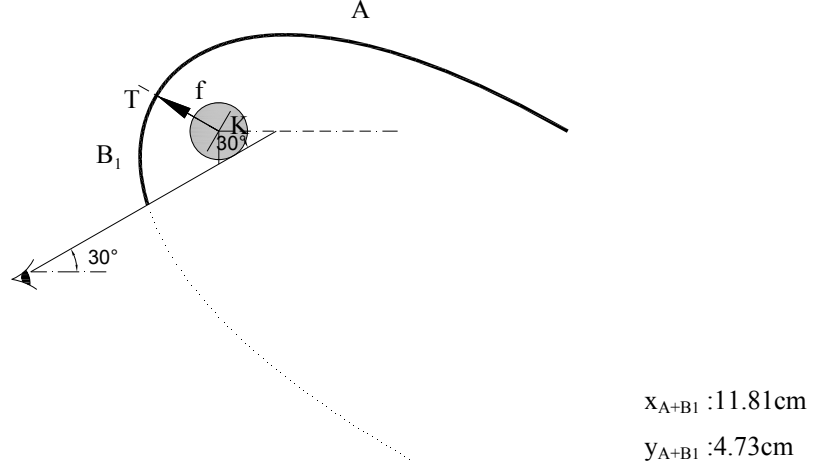
Şekil 9.25 A ve B yansıtıcılarının lamba merkezinden 1m uzaklıkta oluşturduğu aydınlık dağılımları



Şekil 9.26 A ve B yansıtıcılarının birleştirilmesiyle oluşan yansıtıcının lamba merkezinden 1m uzaklıkta oluşturduğu aydınlık dağılımı

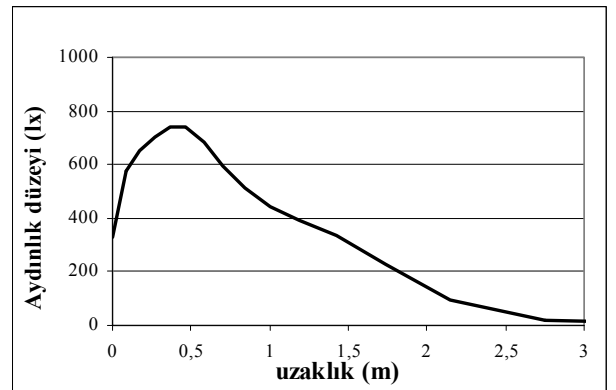
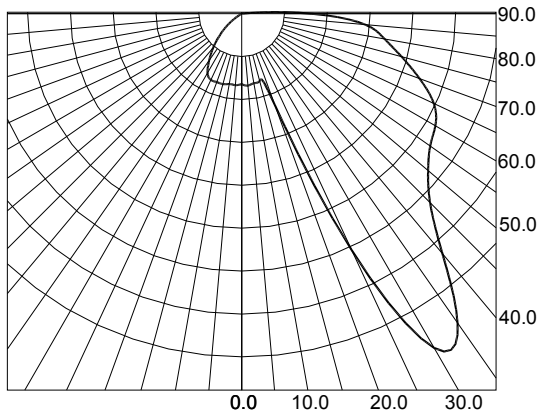
9.2.1 Alt Yansıtıcının Bir Bölümünün Kullanıldığı Durum

9.2. bölümde açıklanmış olan, A ve B yansıtıcı parçalarından oluşmuş yansıtıcı ile elde edilen sonuçları iyileştirmek amacıyla, yansıtıcının A parçası 9.2. bölümde tanımlandığı gibi, B parçası ise kısmi olarak kullanılmıştır. Yansıtıcının B parçasının kullanılan büyüklüğü belirlenirken lambayı gözden gizlemek ve kamaşmayı önlemek için, 30° lik siperlik engel açısı dikkate alınmıştır. Oluşan yansıtıcının kesiti Şekil 9.27’de gösterilmiştir.



Şekil 9.27 Oluşan yansıtıcının kesiti

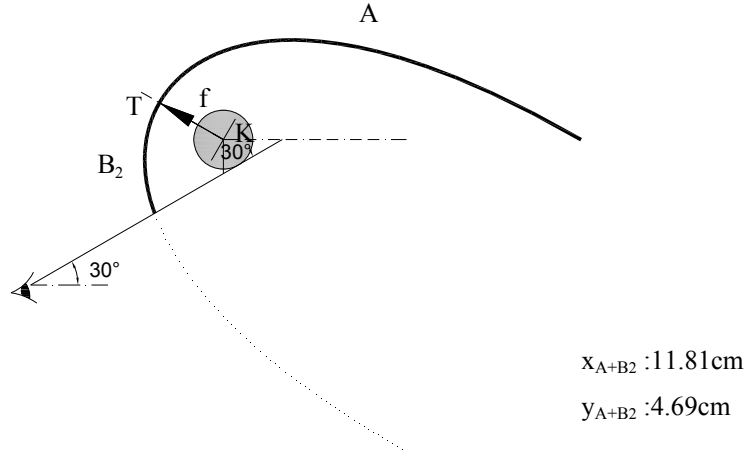
A yansıtıcısının ve kısmi olarak kullanılan B yansıtıcısının birleştirilmesiyle oluşan yansıtıcının aygıt ışık yeğirliği uzaysal dağılımının 0° - 180° yatay açısında ortaya çıkan ışık yeğirlik dağılımı Şekil 9.28’de gösterilmiştir. Yansıtıcının lamba merkezinden 1m uzaklıktaki düşey düzlem üzerinde oluşturduğu aydınlık dağılımı ise Şekil 9.29’da verilmiştir.



Şekil 9.28 Yansıtıcıya ait ışık yeğirlik eğrisi Şekil 9.29 Yansıtıcıya ait aydınlık dağılımı

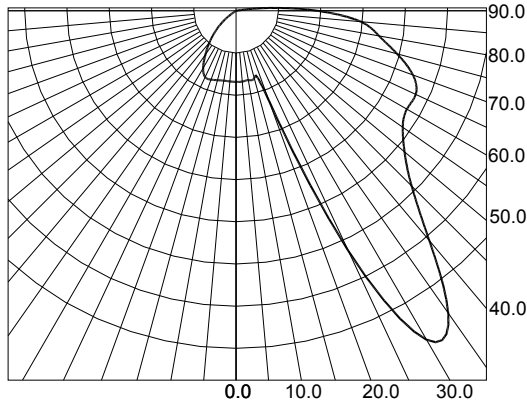
9.2.2 Üst Yansıtıcının Bir Bölümünün Alt Yansıtıcı Olarak Kullanıldığı Durum

9.2. bölümde anlatılan yaklaşım uyarınca, örnek olarak aygıttan çıkan ışığın yayılma açısının 60° olması durumu için biçimlendirilen yansıtıcı ile elde edilen sonucu iyileştirmek için yapılan bir başka deneme, üst yansıtıcının bir bölümünün alt yansıtıcı olarak kullanılmasıdır. Daha açık bir deyişle, 9.2. bölümde elde edilen yansıtıcı kesitinin üst parçası (A) olduğu gibi kullanılmış, yansıtıcının alt parçası yerine ise A parçasının bir bölümü, bu bölümün aygıt eksenine göre simetriği alınarak kullanılmıştır. Yansıtıcı alt parçasının kullanılan büyüklüğü belirlenirken 30° siperlik engel açısı dikkate alınmıştır (Şekil 9.30).

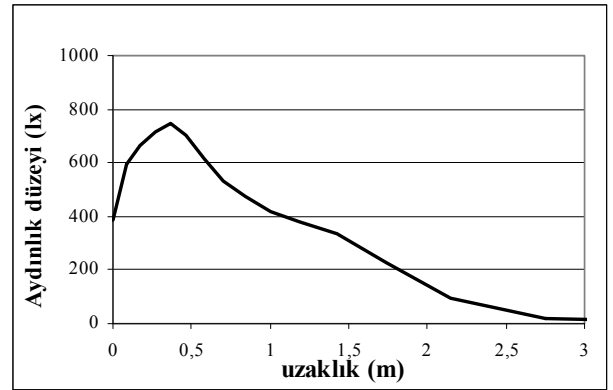


Şekil 9.30 Oluşan yansıtıcının kesiti

A ve B yansıtıcı parçalarının birleştirilmesiyle oluşan yansıtıcıya ilişkin aygıt ışık yeğirliği uzaysal dağılımının 0° - 180° yatay açısında ortaya çıkan ışık yeğirlik dağılımı Şekil 9.31’de gösterilmiştir. Yansıtıcının lamba merkezinden 1m uzaklıktaki düşey düzlem üzerinde oluşturduğu aydınlık dağılımı ise Şekil 9.32’de verilmiştir.



Şekil 9.31 Yansıtıcıya ait ışık yeğirlik eğrisi



Şekil 9.32 Yansıtıcıya ait aydınlık dağılımı

9.2.3 Sonuçların Karşılaştırılması ve Değerlendirilmesi

Sonuçların birbiri ile karşılaştırılması açısından ele alınan her bir durum için yansıtıcı özellikleri Çizelge 9.8’de, düşey düzlem üzerindeki aydınlığın düzgünlüğünün değerlendirilmesi Çizelge 9.9’da belirtilmiştir.

Çizelge 9.8 Tasarlanan yansıtıcıların özellikleri

Tip	Yansıtıcı özellikleri				Tip	Yansıtıcı özellikleri			
	TK (cm)	θ	x (cm)	y (cm)		TK (cm)	θ	x (cm)	y (cm)
A	2	60	11.43	2.74	A+B ₁	2	60	11.81	4.73
B	2	60	7.00	10.20	A+B ₂	2	60	11.81	4.69
A+B	2	60	11.90	11.90					

TK: yansıtıcının tepe noktası ile lamba merkezi arasındaki uzaklık, θ : aygıttan çıkan ışığın yayılma açısı, x: yansıtıcının x eksenindeki izdüşümünün uzunluğu, y: yansıtıcının y eksenindeki izdüşümünün uzunluğu

Çizelge 9.9’da,

- aydınlatma aygıtının geriverimi (η),
- “ $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.90$ ” 1. derece olumlu koşulu (D_1),
- “ $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.80$ ” 2. derece olumlu koşulu (D_2),
- “ $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.70$ ” 3. derece olumlu koşulu (D_3),
- “ $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.60$ ” 4. derece olumlu koşulu (D_4),
- “ $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.50$ ” 5. derece olumlu koşulu (D_5)

başlıklı kolonlarda sunulmuştur.

Düzgünlüğün farklı dereceler ile gösterildiği her bir durum için, aygıt ekseninden 1 m uzaklıktaki düşey düzlem üzerinde aydınlığın düzgün yayıldığı alanın yüksekliği belirtilmiştir. Söz konusu alanın yüksekliğinin,

- 0,50 m- 1,00 m olduğu koşullar açık gri,
- 1,00 m- 1,50 m olduğu koşullar orta koyulukta gri,
- 1,50 m- 2,00 m olduğu koşullar koyu gri,
- $\geq 2,00$ m olduğu koşullar çok koyu gri

olarak gösterilmiştir.

Çizelge 9.9 Aydınlığın düzgün yayılmışlığının değerlendirilmesi

Tip	θ	η (%)	Aygıt ışık yeğinlik dağılımında, düzgün yayılmış aydınlık sağlayan ışık yeğinliklerinin doğrultuları				
			D_1 $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.90$	D_2 $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.80$	D_3 $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.70$	D_4 $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.60$	D_5 $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.50$
A	60	87.3	$I_{22,5}-I_{50}$ (0,78m)	$I_{10}-I_{55}$ (1,25m)	$I_5-I_{57,5}$ (1,48m)	$I_{3,5}-I_{58,5}$ (1,57m)	$I_{2,5}-I_{60,5}$ (1,72m)
B	60	95.6	$I_0-I_{7,5}$ (0,13m)	$I_0-I_{8,5}$ (0,14m)	I_0-I_{10} (0,17m)	$I_0-I_{12,5}$ (0,22m)	$I_0-I_{17,5}$ (0,31m)
A+B	60	89.4	$I_0-I_{7,5}$ (0,13m)	$I_0-I_{8,5}$ (0,14m)	$I_0-I_{12,5}$ (0,22m)	I_0-I_{15} (0,26m)	$I_0-I_{22,5}$ (0,41m)
A+B ₁	60	91.0	$I_{12,5}-I_{30}$ (0,35m)	$I_{7,5}-I_{35}$ (0,57m)	$I_{3,5}-I_{40}$ (0,77m)	$I_{2,5}-I_{45}$ (0,96m)	$I_{1,5}-I_{52,5}$ (1,28m)
A+B ₂	60	90.3	$I_{10}-I_{27,5}$ (0,35m)	I_5-I_{30} (0,49m)	$I_{3,5}-I_{35}$ (0,64m)	$I_{2,5}-I_{42,5}$ (0,87m)	I_0-I_{50} (1,19m)

η : aydınlatma aygıtının geriverimi

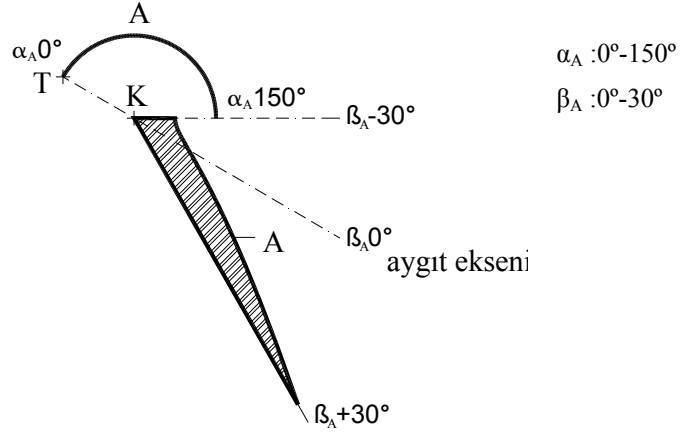
Çizelge 9.9'da yer alan değerler ve ilgili aydınlık dağılımları incelendiğinde en olumlu sonuca yalnızca üst yansıtıcının kullanıldığı durumda, yani A yansıtıcısı ile ulaşıldığı görülür. (θ) 60° için ulaşılan sonuçlar dikkate alınarak, bir sonraki aşamada üst yansıtıcı tasarımları, aygıttan çıkan ışığın yayılma açısına ilişkin ele alınan öteki koşullar için ayrı ayrı incelenmiştir.

9.3 ÜST YANSITICININ, IŞIK YEĞİNLİK DAĞILIMININ ALT YARISININ VERİ ALINARAK TASARLANMASI

9.2. bölümde açıklanan yaklaşım uyarınca θ : 60° örneği için biçimlendirilen yansıtıcının üst parçası (A parçası) tek başına kullanıldığında olumlu sonuç elde edilmektedir. Buradan yola çıkıp, θ açısının 40° , 45° , 50° , 55° , 60° , 65° ve 70° için de aynı yaklaşım izlenerek olumlu sonuçlara ulaşılmaya çalışılmıştır. β değerlerinin açı sınırları her bir farklı (θ) için $\theta/2$ alınarak α açı sınırları belirlenmiştir. Üst yansıtıcı için, yansıtıcının uç noktalarına ait α ve β açıları $\alpha + \beta(\theta/2) = 180^\circ$ (9.3) olacak biçimde belirlenmiştir. θ : 60° için tasarlanan yansıtıcının α ve β açı sınırları Şekil 9.33'te gösterilmiştir.

θ : 60° için α ve β açılarının belirlenmesi:

- $\alpha + \beta = 180^\circ$
- $\beta = \theta/2 = 30^\circ$ (9.3)
- $\alpha + 30^\circ = 180^\circ$
- $\alpha = 150^\circ$



α : Işığın yansıtıcı yüzeye geliş doğrultusunun aygıt eksenine ile yaptığı açı

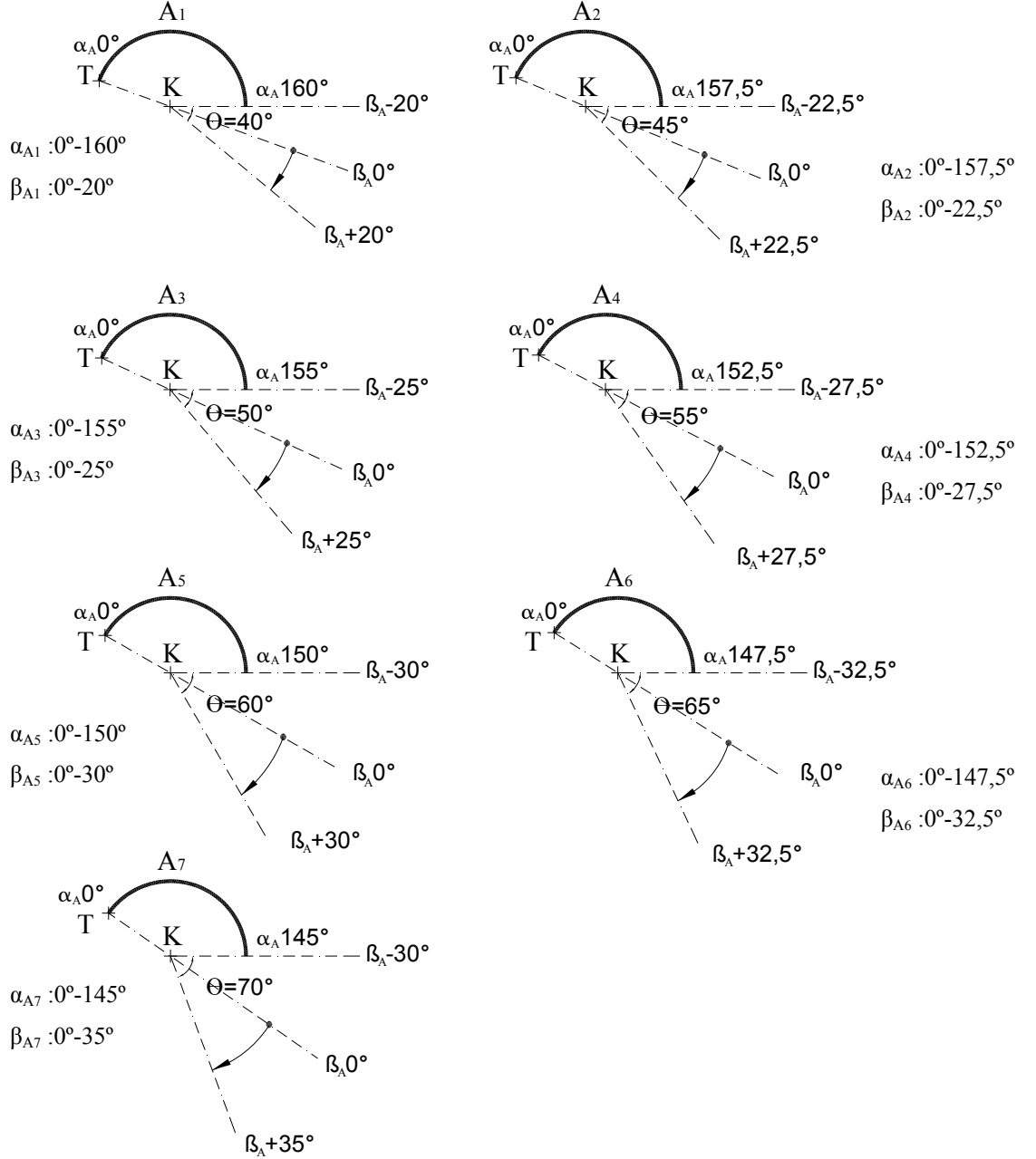
β : Işığın yansıtıcı yüzeyden yansıma doğrultusunun aygıt eksenine ile yaptığı açı

Şekil 9.33 60° için tasarlanan üst yansıtıcının α ve β açı sınırlarının belirlenmesi

θ : 60° için yukarıda verilen açısal ilişkiler aygıttan çıkan ışığın yayılma açısının (θ) $40^\circ, 45^\circ, 50^\circ, 55^\circ, 60^\circ, 65^\circ$ ve 70° olması koşulları için de kurularak belirtilen her θ açısı için üst yansıtıcı (A yansıtıcı parçası) tasarımları yapılmıştır. Yaklaşımın bundan sonraki aşamaları iki adımda gerçekleştirilmiştir. İlk adımda, lambayı gözden gizlemek amacıyla her bir θ açısı için birbirinden farklı yollar izlenerek alt yansıtıcının tasarımı yapılmıştır. Yaklaşımın ikinci adımında ise ilk adımda ulaşılan sonuçları iyileştirmek üzere üst yansıtıcının kapladığı alan uzatılmıştır. İlk adımda elde edilen alt yansıtıcı ise olduğu gibi ikinci adımda kullanılmıştır.

9.3.1 Işık Kaynağının Üst Yansıtıcıyı Görme Açısı ile Veri Alınan θ Açısı Toplamının 180° Olduğu Durum

Yansıtıcı parçasının biçimlendirilmesinde sırası ile aşağıdaki işlemler yapılmıştır.



Şekil 9.34 Aygıttan çıkan ışığın yayılma açısının (θ) $40^\circ, 45^\circ, 50^\circ, 55^\circ, 60^\circ, 65^\circ$ ve 70° olması için α ve β açı sınırlarının belirlenmesi

- Her bir yansıtıcı için α açısına karşılık gelen β açısını bulabilmek için, Şekil 9.34'te de gösterildiği gibi, α açıları için ($\theta 40^\circ$) $0^\circ - 160^\circ$, ($\theta 45^\circ$) $0^\circ - 157,5^\circ$, ($\theta 50^\circ$) $0^\circ - 155^\circ$, ($\theta 55^\circ$) $0^\circ - 152,5^\circ$, ($\theta 60^\circ$) $0^\circ - 150^\circ$, ($\theta 65^\circ$) $0^\circ - 147,5^\circ$, ($\theta 70^\circ$) $0^\circ - 145^\circ$ ye kadar olan bölgeler içindeki kümülatif ışık akısı oranları (Çizelge 9.10- Çizelge 9.16) ve her bir yansıtıcıya

ilişkin β açıları için 0° den başlayarak 0° - $+20^\circ$, 0° - $+22.5^\circ$, 0° - $+25^\circ$, 0° - $+27.5^\circ$, 0° - $+30^\circ$, 0° - $+32.5^\circ$, 0° - $+35^\circ$ kadar bölgeler içindeki kümülatif ışık akısı oranları (Çizelge 9.17- Çizelge 9.23) belirlenerek her α açısına karşılık gelen β açıları 9.2. bölümde “3.adımda” uygulanan işlemler uyarınca belirlenmiştir.

Çizelge 9.10 A₁ (θ 40°) yansıtıcısı için α açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri

α açıları	Kümülatif hacim açıları (str)	hacim açıları içindeki kümülatif ışık akısı (%)
0	0,0000	0,0000
5	0,0245	0,2011
10	0,0955	0,7837
15	0,2143	1,7581
20	0,3795	3,1140
25	0,5887	4,8309
30	0,8419	6,9086
35	1,1366	9,3267
40	1,4702	12,0643
45	1,8403	15,1011
50	2,2449	18,4213
55	2,6797	21,9891
60	3,1415	25,7785
65	3,6278	29,7690
70	4,1342	33,9245
75	4,6570	38,2141
80	5,1923	42,6067
85	5,7358	47,0664
90	6,2830	51,5570
95	6,8302	56,0476
100	7,3737	60,5073
105	7,9090	64,9000
110	8,4318	69,1895
115	8,9382	73,3450
120	9,4245	77,3355
125	9,8863	81,1250
130	10,3211	84,6927
135	10,7257	88,0130
140	11,0958	91,0497
145	11,4294	93,7874
150	11,7241	96,2054
155	11,9773	98,2832
160	12,1865	100,0000

Çizelge 9.11a A_2 (θ 45°) yansıtıcısı için α açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri

α açıları	Kümülatif hacim açıları (str)	hacim açıları içindeki kümülatif ışık akısı (%)
0,0	0,0000	0,0000
2,5	0,0063	0,0520
5,0	0,0245	0,2027
7,5	0,0540	0,4470
10,0	0,0955	0,7901
12,5	0,1495	1,2371
15,0	0,2143	1,7725
17,5	0,2909	2,4067
20,0	0,3795	3,1396
22,5	0,4788	3,9609
25,0	0,5887	4,8706
27,5	0,7100	5,8738
30,0	0,8419	6,9654
32,5	0,9845	8,1453
35,0	1,1366	9,4033
37,5	1,2987	10,7444
40,0	1,4702	12,1634
42,5	1,6512	13,6605
45,0	1,8403	15,2251
47,5	2,0388	16,8677
50,0	2,2449	18,5726
52,5	2,4585	20,3400
55,0	2,6797	22,1697
57,5	2,9078	24,0566
60,0	3,1415	25,9902
62,5	3,3821	27,9811
65,0	3,6278	30,0135
67,5	3,8791	32,0927
70,0	4,1342	34,2031
72,5	4,3937	36,3499
75,0	4,6570	38,5279
77,5	4,9234	40,7319
80,0	5,1923	42,9566
82,5	5,4631	45,1970
85,0	5,7358	47,4530
87,5	6,0091	49,7141
90,0	6,2830	51,9805
92,5	6,5569	54,2468
95,0	6,8302	56,5080
97,5	7,1029	58,7639
100,0	7,3737	61,0043
102,5	7,6426	63,2290
105,0	7,9090	65,4330
107,5	8,1723	67,6110
110,0	8,4318	69,7578

Çizelge 9.11b A_2 (θ 45°) yansıtıcısı için α açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri

α açıları	Kümülatif hacim açıları (str)	hacim açıları içindeki kümülatif ışık akısı (%)
112,5	8,6869	71,8682
115,0	8,9382	73,9474
117,5	9,1839	75,9798
120,0	9,4245	77,9707
122,5	9,6582	79,9044
125,0	9,8863	81,7912
127,5	10,1075	83,6210
130,0	10,3211	85,3883
132,5	10,5272	87,0933
135,0	10,7257	88,7358
137,5	10,9148	90,3004
140,0	11,0958	91,7975
142,5	11,2673	93,2166
145,0	11,4294	94,5576
147,5	11,5815	95,8156
150,0	11,7241	96,9955
152,5	11,8560	98,0871
155,0	11,9773	99,0903
157,5	12,0872	100,0000

Çizelge 9.12a A_3 (θ 50°) yansıtıcısı için α açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri

α açıları	Kümülatif hacim açıları (str)	hacim açıları içindeki kümülatif ışık akısı (%)
0	0,0000	0,0000
5	0,0245	0,2046
10	0,0955	0,7974
15	0,2143	1,7888
20	0,3795	3,1684
25	0,5887	4,9153
30	0,8419	7,0293
35	1,1366	9,4896
40	1,4702	12,2751
45	1,8403	15,3648
50	2,2449	18,7431
55	2,6797	22,3732
60	3,1415	26,2288
65	3,6278	30,2890
70	4,1342	34,5171
75	4,6570	38,8816
80	5,1923	43,3510
85	5,7358	47,8886
90	6,2830	52,4576
95	6,8302	57,0267

Çizelge 9.12b A₃ (θ 50°) yansıtıcısı için α açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri

α açıları	Kümülatif hacim açıları (str)	hacim açıları içindeki kümülatif ışık akısı (%)
100	7,3737	61,5643
105	7,9090	66,0337
110	8,4318	70,3982
115	8,9382	74,6262
120	9,4245	78,6865
125	9,8863	82,5421
130	10,3211	86,1722
135	10,7257	89,5504
140	11,0958	92,6402
145	11,4294	95,4257
150	11,7241	97,8860
155	11,9773	100,0000

Çizelge 9.13a A₄ (θ 55°) yansıtıcısı için α açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri

α açıları	Kümülatif hacim açıları (str)	hacim açıları içindeki kümülatif ışık akısı (%)
0,0	0,0000	0,0000
2,5	0,0063	0,0530
5,0	0,0245	0,2067
7,5	0,0540	0,4557
10,0	0,0955	0,8055
12,5	0,1495	1,2613
15,0	0,2143	1,8071
17,5	0,2909	2,4536
20,0	0,3795	3,2008
22,5	0,4788	4,0382
25,0	0,5887	4,9656
27,5	0,7100	5,9883
30,0	0,8419	7,1012
32,5	0,9845	8,3042
35,0	1,1366	9,5866
37,5	1,2987	10,9539
40,0	1,4702	12,4006
42,5	1,6512	13,9269
45,0	1,8403	15,5220
47,5	2,0388	17,1966
50,0	2,2449	18,9348
52,5	2,4585	20,7366
55,0	2,6797	22,6020
57,5	2,9078	24,5257
60,0	3,1415	26,4971
62,5	3,3821	28,5268
65,0	3,6278	30,5988

Çizelge 9.13b A_4 (θ 55°) yansıtıcısı için α açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri

α açıları	Kümülatif hacim açıları (str)	hacim açıları içindeki kümülatif ışık akısı (%)
67,5	3,8791	32,7186
70,0	4,1342	34,8702
72,5	4,3937	37,0588
75,0	4,6570	39,2793
77,5	4,9234	41,5262
80,0	5,1923	43,7944
82,5	5,4631	46,0784
85,0	5,7358	48,3784
87,5	6,0091	50,6836
90,0	6,2830	52,9942
92,5	6,5569	55,3047
95,0	6,8302	57,6100
97,5	7,1029	59,9099
100,0	7,3737	62,1940
102,5	7,6426	64,4621
105,0	7,9090	66,7091
107,5	8,1723	68,9295
110,0	8,4318	71,1182
112,5	8,6869	73,2697
115,0	8,9382	75,3895
117,5	9,1839	77,4616
120,0	9,4245	79,4913
122,5	9,6582	81,4626
125,0	9,8863	83,3863
127,5	10,1075	85,2517
130,0	10,3211	87,0535
132,5	10,5272	88,7917
135,0	10,7257	90,4663
137,5	10,9148	92,0615
140,0	11,0958	93,5877
142,5	11,2673	95,0344
145,0	11,4294	96,4017
147,5	11,5815	97,6842
150,0	11,7241	98,8871
152,5	11,8560	100,0000

Çizelge 9.14a A_5 (θ 60°) yansıtıcısı için α açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri

α açıları	Kümülatif hacim açıları (str)	hacim açıları içindeki kümülatif ışık akısı (%)
0	0,0000	0,0000
5	0,0245	0,2090
10	0,0955	0,8146
15	0,2143	1,8274

Çizelge 9.14b A_5 (θ 60°) yansıtıcısı için α açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri

α açıları	Kümülatif hacim açıları (str)	hacim açıları içindeki kümülatif ışık akısı (%)
20	0,3795	3,2369
25	0,5887	5,0214
30	0,8419	7,1811
35	1,1366	9,6945
40	1,4702	12,5402
45	1,8403	15,6967
50	2,2449	19,1479
55	2,6797	22,8564
60	3,1415	26,7953
65	3,6278	30,9432
70	4,1342	35,2626
75	4,6570	39,7213
80	5,1923	44,2872
85	5,7358	48,9228
90	6,2830	53,5906
95	6,8302	58,2583
100	7,3737	62,8939
105	7,9090	67,4598
110	8,4318	71,9185
115	8,9382	76,2379
120	9,4245	80,3859
125	9,8863	84,3248
130	10,3211	88,0332
135	10,7257	91,4845
140	11,0958	94,6409
145	11,4294	97,4866
150	11,7241	100,0000

Çizelge 9.15a A_6 (θ 65°) yansıtıcısı için α açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri

α açıları	Kümülatif hacim açıları (str)	hacim açıları içindeki kümülatif ışık akısı (%)
0,0	0,0000	0,0000
2,5	0,0063	0,0543
5,0	0,0245	0,2116
7,5	0,0540	0,4666
10,0	0,0955	0,8246
12,5	0,1495	1,2912
15,0	0,2143	1,8499
17,5	0,2909	2,5118
20,0	0,3795	3,2767
22,5	0,4788	4,1339
25,0	0,5887	5,0833
27,5	0,7100	6,1303

Çizelge 9.15b $A_6(\theta 65^\circ)$ yansıtıcısı için α açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri

α açıları	Kümülatif hacim açıları (str)	hacim açıları içindeki kümülatif ışık akısı (%)
30,0	0,8419	7,2696
32,5	0,9845	8,5011
35,0	1,1366	9,8139
37,5	1,2987	11,2136
40,0	1,4702	12,6946
42,5	1,6512	14,2570
45,0	1,8403	15,8900
47,5	2,0388	17,6043
50,0	2,2449	19,3837
52,5	2,4585	21,2282
55,0	2,6797	23,1379
57,5	2,9078	25,1071
60,0	3,1415	27,1253
62,5	3,3821	29,2031
65,0	3,6278	31,3243
67,5	3,8791	33,4943
70,0	4,1342	35,6968
72,5	4,3937	37,9374
75,0	4,6570	40,2105
77,5	4,9234	42,5107
80,0	5,1923	44,8326
82,5	5,4631	47,1708
85,0	5,7358	49,5253
87,5	6,0091	51,8852
90,0	6,2830	54,2505
92,5	6,5569	56,6159
95,0	6,8302	58,9758
97,5	7,1029	61,3302
100,0	7,3737	63,6684
102,5	7,6426	65,9903
105,0	7,9090	68,2906
107,5	8,1723	70,5637
110,0	8,4318	72,8042
112,5	8,6869	75,0068
115,0	8,9382	77,1768
117,5	9,1839	79,2980
120,0	9,4245	81,3758
122,5	9,6582	83,3939
125,0	9,8863	85,3632
127,5	10,1075	87,2728
130,0	10,3211	89,1173
132,5	10,5272	90,8968
135,0	10,7257	92,6111
137,5	10,9148	94,2440
140,0	11,0958	95,8064

Çizelge 9.15c A₆ (θ 65°) yansıtıcısı için α açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri

α açıları	Kümülatif hacim açıları (str)	hacim açıları içindeki kümülatif ışık akısı (%)
142,5	11,2673	97,2875
145,0	11,4294	98,6871
147,5	11,5815	100,0000

Çizelge 9.16 A₇ (θ 70°) yansıtıcısı için α açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri

α açıları	Kümülatif hacim açıları (str)	hacim açıları içindeki kümülatif ışık akısı (%)
0	0,0000	0,0000
5	0,0245	0,2144
10	0,0955	0,8356
15	0,2143	1,8746
20	0,3795	3,3203
25	0,5887	5,1509
30	0,8419	7,3663
35	1,1366	9,9445
40	1,4702	12,8635
45	1,8403	16,1014
50	2,2449	19,6416
55	2,6797	23,4457
60	3,1415	27,4861
65	3,6278	31,7410
70	4,1342	36,1717
75	4,6570	40,7454
80	5,1923	45,4291
85	5,7358	50,1842
90	6,2830	54,9722
95	6,8302	59,7603
100	7,3737	64,5154
105	7,9090	69,1991
110	8,4318	73,7727
115	8,9382	78,2035
120	9,4245	82,4584
125	9,8863	86,4988
130	10,3211	90,3029
135	10,7257	93,8431
140	11,0958	97,0810
145	11,4294	100,0000

Çizelge 9.17 A₁ (θ 40°) yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri

β açısı bölgeleri (derece)	Ortalama Doğrultu (derece)	Hacim açısı (bölge çarpanı, str)	Bölgenin orta doğrultusundaki ışık yeğinliği (cd)	Bölge ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (%)
0- 5	2,5	0,0245	1,2681	0,03	0,0311	4,6962
5- 10	7,5	0,0710	1,4329	0,10	0,1328	20,0713
10- 15	12,5	0,1187	1,6669	0,20	0,3307	49,9871
15- 20	17,5	0,1652	2,0026	0,33	0,6617	100,0000

Çizelge 9.18 A₂ (θ 45°) yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri

β açısı bölgeleri (derece)	Ortalama Doğrultu (derece)	Hacim açısı (bölge çarpanı, str)	Bölgenin orta doğrultusundaki ışık yeğinliği (cd)	Bölge ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (%)
0,0- 2,5	1,25	0,0063	1,3040	0,01	0,0082	0,8239
2,5- 5,0	3,75	0,0182	1,3861	0,03	0,0334	3,3637
5,0- 7,5	6,25	0,0295	1,4839	0,04	0,0773	7,7702
7,5- 10,0	8,75	0,0415	1,6004	0,07	0,1436	14,4439
10,0- 12,5	11,25	0,0540	1,7396	0,09	0,2376	23,8964
12,5- 15,0	13,75	0,0647	1,9067	0,12	0,3610	36,3044
15,0- 17,5	16,25	0,0767	2,1082	0,16	0,5226	52,5545
17,5- 20,0	18,75	0,0886	2,3530	0,21	0,7311	73,5164
20,0- 22,5	21,25	0,0993	2,6530	0,26	0,9944	100,0000

Çizelge 9.19 A₃ (θ 50°) yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri

β açısı bölgeleri (derece)	Ortalama Doğrultu (derece)	Hacim açısı (bölge çarpanı, str)	Bölgenin orta doğrultusundaki ışık yeğinliği (cd)	Bölge ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (%)
0- 5	2,5	0,0245	1,4329	0,04	0,0351	2,3690
5- 10	7,5	0,0710	1,6669	0,12	0,1535	10,3541
10- 15	12,5	0,1187	2,0026	0,24	0,3913	26,3995
15- 20	17,5	0,1652	2,4952	0,41	0,8036	54,2192
20- 25	22,5	0,2092	3,2430	0,68	1,4821	100,0000

Çizelge 9.20a A₄ (θ 55°) yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri

β açısı bölgeleri (derece)	Ortalama Doğrultu (derece)	Hacim açısı (bölge çarpanı, str)	Bölgenin orta doğrultusundaki ışık yeğinliği (cd)	Bölge ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (%)
0,0- 2,5	1,25	0,0063	1,4839	0,01	0,0093	0,4076
2,5- 5,0	3,75	0,0182	1,6004	0,03	0,0385	1,6823
5,0- 7,5	6,25	0,0295	1,7396	0,05	0,0899	3,9280
7,5- 10,0	8,75	0,0415	1,9067	0,08	0,1689	7,3843
10,0- 12,5	11,25	0,0540	2,1082	0,11	0,2828	12,3639
12,5- 15,0	13,75	0,0647	2,3530	0,15	0,4351	19,0205

Çizelge 9.20b A₄ (θ 55°) yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri

β açısı bölgeleri (derece)	Ortalama Doğrultu (derece)	Hacim açısı (bölge çarpanı, str)	Bölgenin orta doğrultusundaki ışık yeğinliği (cd)	Bölge ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (%)
15,0- 17,5	16,25	0,0767	2,6530	0,20	0,6385	27,9100
17,5- 20,0	18,75	0,0886	3,0241	0,27	0,9064	39,6214
20,0- 22,5	21,25	0,0993	3,4887	0,35	1,2527	54,7607
22,5- 25,0	23,75	0,1100	4,0779	0,45	1,7011	74,3610
25,0- 27,5	26,25	0,1213	4,8368	0,59	2,2876	100,0000

Çizelge 9.21 A₅ (θ 60°) yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri

β açısı bölgeleri (derece)	Ortalama Doğrultu (derece)	Hacim açısı (bölge çarpanı, str)	Bölgenin orta doğrultusundaki ışık yeğinliği (cd)	Bölge ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (%)
0- 5	2,5	0,0245	1,6669	0,04	0,0408	1,1425
5- 10	7,5	0,0710	2,0026	0,14	0,1830	5,1196
10- 15	12,5	0,1187	2,4952	0,30	0,4793	13,4078
15- 20	17,5	0,1652	3,2430	0,54	1,0152	28,3976
20- 25	22,5	0,2092	4,4326	0,93	1,9426	54,3390
25- 30	27,5	0,2532	6,4469	1,63	3,5750	100,0000

Çizelge 9.22 A₆ (θ 65°) yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri

β açısı bölgeleri (derece)	Ortalama Doğrultu (derece)	Hacim açısı (bölge çarpanı, str)	Bölgenin orta doğrultusundaki ışık yeğinliği (cd)	Bölge ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (%)
0,0- 2,5	1,25	0,0063	1,7396	0,01	0,0109	0,1823
2,5- 5,0	3,75	0,0182	1,9067	0,03	0,0457	0,7615
5,0- 7,5	6,25	0,0295	2,1082	0,06	0,1079	1,7996
7,5- 10,0	8,75	0,0415	2,3530	0,10	0,2055	3,4266
10,0- 12,5	11,25	0,0540	2,6530	0,14	0,3489	5,8168
12,5- 15,0	13,75	0,0647	3,0241	0,20	0,5446	9,0800
15,0- 17,5	16,25	0,0767	3,4887	0,27	0,8120	13,5390
17,5- 20,0	18,75	0,0886	4,0779	0,36	1,1732	19,5627
20,0- 22,5	21,25	0,0993	4,8368	0,48	1,6534	27,5689
22,5- 25,0	23,75	0,1100	5,8315	0,64	2,2946	38,2603
25,0- 27,5	26,25	0,1213	7,1625	0,87	3,1631	52,7425
27,5- 30,0	28,75	0,1319	8,9866	1,19	4,3488	72,5134
30,0- 32,5	31,25	0,1426	11,5580	1,65	5,9973	100,0000

Çizelge 9.23 A₇ (θ 70°) yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri

β açısı bölgeleri (derece)	Ortalama Doğrultu (derece)	Hacim açısı (bölge çarpanı, str)	Bölgenin orta doğrultusundaki ışık yeğinliği (cd)	Bölge ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (%)
0- 5	2,5	0,0245	2,0026	0,05	0,0491	0,4663
5- 10	7,5	0,0710	2,4952	0,18	0,2262	2,1499
10- 15	12,5	0,1187	3,2430	0,39	0,6113	5,8097
15- 20	17,5	0,1652	4,4326	0,73	1,3438	12,7706
20- 25	22,5	0,2092	6,4469	1,35	2,6926	25,5892
25- 30	27,5	0,2532	10,1574	2,57	5,2645	50,0310
30- 35	32,5	0,2947	17,8435	5,26	10,5225	100,0000

- 2) Bütün A yansıtıcıları için her bir α açısına karşılık gelen “r” doğru parçaları, 9.2. bölümde “4-9.adımlar arasında” uygulanan işlemler uyarınca belirlenmiştir (Çizelge 9.24 - Çizelge 9.30).

Çizelge 9.24a A₁ (θ 40°) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısız büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	tan((α-β)/2)	α (radyan)	ln r/f	Σ ln r/f	r/f	r (cm)
0,0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
5,0	0,2141	0,0418	0,0873	0,0018	0,0018	1,0018	2,0037
10,0	0,8344	0,0802	0,1745	0,0053	0,0071	1,0072	2,0143
15,0	1,8718	0,1151	0,2618	0,0085	0,0157	1,0158	2,0316
20,0	3,3155	0,1466	0,3491	0,0114	0,0271	1,0275	2,0549
25,0	5,0438	0,1759	0,4363	0,0141	0,0412	1,0420	2,0840
30,0	5,7195	0,2151	0,5236	0,0171	0,0582	1,0599	2,1199
35,0	6,5058	0,2539	0,6109	0,0205	0,0787	1,0819	2,1637
40,0	7,3961	0,2925	0,6981	0,0238	0,1025	1,1080	2,2159
45,0	8,3837	0,3309	0,7854	0,0272	0,1297	1,1385	2,2770
50,0	9,4634	0,3693	0,8727	0,0306	0,1603	1,1738	2,3477
55,0	10,3205	0,4109	0,9599	0,0340	0,1943	1,2145	2,4290
60,0	10,9539	0,4562	1,0472	0,0378	0,2322	1,2613	2,5226
65,0	11,6208	0,5027	1,1345	0,0418	0,2740	1,3152	2,6304
70,0	12,3154	0,5507	1,2217	0,0460	0,3200	1,3771	2,7541
75,0	13,0323	0,6005	1,3090	0,0502	0,3702	1,4480	2,8960
80,0	13,7665	0,6523	1,3963	0,0547	0,4249	1,5294	3,0587
85,0	14,5118	0,7066	1,4835	0,0593	0,4841	1,6228	3,2456
90,0	15,1570	0,7652	1,5708	0,0642	0,5484	1,7304	3,4608
95,0	15,6059	0,8301	1,6581	0,0696	0,6180	1,8552	3,7103
100,0	16,0518	0,8996	1,7453	0,0755	0,6934	2,0006	4,0012
105,0	16,4909	0,9743	1,8326	0,0818	0,7752	2,1710	4,3421
110,0	16,9197	1,0553	1,9199	0,0886	0,8638	2,3721	4,7441
115,0	17,3352	1,1436	2,0071	0,0959	0,9597	2,6109	5,2219
120,0	17,7341	1,2408	2,0944	0,1040	1,0637	2,8972	5,7944
125,0	18,1130	1,3486	2,1817	0,1130	1,1767	3,2437	6,4875

Çizelge 9.24b A₁ (θ 40°) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
130,0	18,4697	1,4695	2,2689	0,1230	1,2997	3,6682	7,3363
135,0	18,8016	1,6065	2,3562	0,1342	1,4339	4,1951	8,3902
140,0	19,1052	1,7637	2,4435	0,1471	1,5810	4,8596	9,7193
145,0	19,3789	1,9467	2,5307	0,1619	1,7429	5,7137	11,4273
150,0	19,6206	2,1632	2,6180	0,1793	1,9222	6,8359	13,6718
155,0	19,8284	2,4245	2,7053	0,2002	2,1224	8,3508	16,7017
160,0	20,0000	2,7475	2,7925	0,2257	2,3480	10,4649	20,9299

Çizelge 9.25a A₂ (θ 45°) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
2,5	0,1577	0,0204	0,0436	0,0004	0,0004	1,0004	2,0009
5,0	0,6151	0,0383	0,0873	0,0013	0,0017	1,0017	2,0035
7,5	1,3564	0,0537	0,1309	0,0020	0,0037	1,0037	2,0075
10,0	2,3974	0,0664	0,1745	0,0026	0,0064	1,0064	2,0127
12,5	2,9068	0,0839	0,2182	0,0033	0,0096	1,0097	2,0194
15,0	3,4338	0,1013	0,2618	0,0040	0,0137	1,0138	2,0275
17,5	4,0580	0,1178	0,3054	0,0048	0,0185	1,0186	2,0373
20,0	4,7795	0,1336	0,3491	0,0055	0,0239	1,0242	2,0485
22,5	5,3388	0,1509	0,3927	0,0062	0,0301	1,0306	2,0612
25,0	5,8549	0,1686	0,4363	0,0070	0,0371	1,0378	2,0756
27,5	6,4241	0,1860	0,4800	0,0077	0,0449	1,0459	2,0918
30,0	7,0434	0,2031	0,5236	0,0085	0,0533	1,0548	2,1096
32,5	7,6405	0,2204	0,5672	0,0092	0,0626	1,0646	2,1292
35,0	8,1118	0,2390	0,6109	0,0100	0,0726	1,0753	2,1506
37,5	8,6141	0,2576	0,6545	0,0108	0,0834	1,0870	2,1740
40,0	9,1457	0,2760	0,6981	0,0116	0,0951	1,0997	2,1995
42,5	9,7065	0,2943	0,7418	0,0124	0,1075	1,1135	2,2270
45,0	10,2066	0,3133	0,7854	0,0133	0,1208	1,1284	2,2567
47,5	10,6410	0,3332	0,8290	0,0141	0,1349	1,1444	2,2888
50,0	11,0920	0,3532	0,8727	0,0150	0,1499	1,1617	2,3233
52,5	11,5594	0,3733	0,9163	0,0158	0,1657	1,1802	2,3605
55,0	12,0433	0,3935	0,9599	0,0167	0,1824	1,2001	2,4003
57,5	12,5323	0,4139	1,0036	0,0176	0,2000	1,2215	2,4429
60,0	12,9219	0,4356	1,0472	0,0185	0,2186	1,2443	2,4886
62,5	13,3230	0,4576	1,0908	0,0195	0,2381	1,2688	2,5376
65,0	13,7325	0,4798	1,1345	0,0205	0,2585	1,2950	2,5900
67,5	14,1514	0,5024	1,1781	0,0214	0,2800	1,3231	2,6461
70,0	14,5766	0,5253	1,2217	0,0224	0,3024	1,3531	2,7061
72,5	15,0070	0,5485	1,2654	0,0234	0,3258	1,3851	2,7703
75,0	15,3421	0,5734	1,3090	0,0245	0,3503	1,4195	2,8389
77,5	15,6811	0,5987	1,3526	0,0256	0,3758	1,4562	2,9124
80,0	16,0234	0,6246	1,3963	0,0267	0,4025	1,4956	2,9912

Çizelge 9.25b A₂ (θ 45°) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
82,5	16,3681	0,6510	1,4399	0,0278	0,4304	1,5378	3,0756
85,0	16,7152	0,6781	1,4835	0,0290	0,4594	1,5831	3,1661
87,5	17,0630	0,7059	1,5272	0,0302	0,4896	1,6316	3,2632
90,0	17,4117	0,7344	1,5708	0,0314	0,5210	1,6837	3,3673
92,5	17,7018	0,7645	1,6144	0,0327	0,5537	1,7396	3,4793
95,0	17,9715	0,7958	1,6581	0,0340	0,5877	1,7999	3,5998
97,5	18,2406	0,8281	1,7017	0,0354	0,6232	1,8648	3,7296
100,0	18,5078	0,8615	1,7453	0,0369	0,6600	1,9348	3,8696
102,5	18,7731	0,8961	1,7890	0,0383	0,6984	2,0105	4,0209
105,0	19,0359	0,9319	1,8326	0,0399	0,7382	2,0923	4,1845
107,5	19,2957	0,9691	1,8762	0,0415	0,7797	2,1809	4,3617
110,0	19,5517	1,0079	1,9199	0,0431	0,8228	2,2770	4,5540
112,5	19,8034	1,0482	1,9635	0,0449	0,8677	2,3814	4,7629
115,0	20,0407	1,0905	2,0071	0,0467	0,9144	2,4952	4,9904
117,5	20,2325	1,1356	2,0508	0,0486	0,9629	2,6194	5,2387
120,0	20,4205	1,1829	2,0944	0,0506	1,0135	2,7553	5,5105
122,5	20,6030	1,2326	2,1380	0,0527	1,0662	2,9044	5,8087
125,0	20,7811	1,2850	2,1817	0,0549	1,1211	3,0684	6,1367
127,5	20,9538	1,3403	2,2253	0,0573	1,1784	3,2492	6,4984
130,0	21,1207	1,3988	2,2689	0,0598	1,2382	3,4493	6,8986
132,5	21,2816	1,4610	2,3126	0,0624	1,3006	3,6714	7,3427
135,0	21,4367	1,5271	2,3562	0,0652	1,3658	3,9187	7,8373
137,5	21,5844	1,5977	2,3998	0,0682	1,4339	4,1951	8,3903
140,0	21,7257	1,6733	2,4435	0,0714	1,5053	4,5055	9,0109
142,5	21,8597	1,7546	2,4871	0,0748	1,5801	4,8553	9,7107
145,0	21,9863	1,8423	2,5307	0,0785	1,6585	5,2517	10,5034
147,5	22,1050	1,9373	2,5744	0,0825	1,7410	5,7031	11,4062
150,0	22,2164	2,0405	2,6180	0,0868	1,8278	6,2201	12,4402
152,5	22,3194	2,1534	2,6616	0,0915	1,9193	6,8161	13,6321
155,0	22,4141	2,2773	2,7053	0,0967	2,0159	7,5078	15,0156
157,5	22,5000	2,4142	2,7489	0,1024	2,1183	8,3170	16,6339

Çizelge 9.26a A₃ (θ 50°) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
5,0	0,4318	0,0399	0,0873	0,0017	0,0017	1,0017	2,0035
10,0	1,6829	0,0727	0,1745	0,0049	0,0067	1,0067	2,0134
15,0	3,7754	0,0983	0,2618	0,0075	0,0141	1,0142	2,0284
20,0	5,5006	0,1272	0,3491	0,0098	0,0240	1,0242	2,0485
25,0	6,5944	0,1620	0,4363	0,0126	0,0366	1,0372	2,0745
30,0	7,9181	0,1951	0,5236	0,0156	0,0522	1,0535	2,1071
35,0	9,4587	0,2267	0,6109	0,0184	0,0706	1,0731	2,1462
40,0	10,5986	0,2624	0,6981	0,0213	0,0919	1,0963	2,1925

Çizelge 9.26b A₃ (θ 50°) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
45,0	11,5614	0,3004	0,7854	0,0246	0,1164	1,1235	2,2470
50,0	12,6141	0,3383	0,8727	0,0279	0,1443	1,1553	2,3105
55,0	13,7453	0,3764	0,9599	0,0312	0,1755	1,1918	2,3837
60,0	14,9468	0,4148	1,0472	0,0345	0,2100	1,2337	2,4674
65,0	15,6991	0,4589	1,1345	0,0381	0,2481	1,2817	2,5633
70,0	16,4590	0,5045	1,2217	0,0420	0,2902	1,3367	2,6733
75,0	17,2434	0,5515	1,3090	0,0461	0,3363	1,3997	2,7994
80,0	18,0467	0,6003	1,3963	0,0503	0,3865	1,4719	2,9437
85,0	18,8622	0,6511	1,4835	0,0546	0,4411	1,5545	3,1089
90,0	19,6834	0,7043	1,5708	0,0591	0,5003	1,6492	3,2983
95,0	20,3066	0,7631	1,6581	0,0640	0,5643	1,7582	3,5164
100,0	20,8022	0,8272	1,7453	0,0694	0,6337	1,8845	3,7691
105,0	21,2903	0,8958	1,8326	0,0752	0,7089	2,0317	4,0634
110,0	21,7670	0,9696	1,9199	0,0814	0,7903	2,2040	4,4080
115,0	22,2288	1,0496	2,0071	0,0881	0,8784	2,4070	4,8139
120,0	22,6722	1,1368	2,0944	0,0954	0,9738	2,6479	5,2958
125,0	23,0933	1,2328	2,1817	0,1034	1,0772	2,9363	5,8727
130,0	23,4898	1,3394	2,2689	0,1122	1,1894	3,2851	6,5702
135,0	23,8587	1,4589	2,3562	0,1221	1,3115	3,7117	7,4235
140,0	24,1962	1,5943	2,4435	0,1332	1,4447	4,2407	8,4813
145,0	24,5004	1,7496	2,5307	0,1459	1,5906	4,9068	9,8136
150,0	24,7691	1,9305	2,6180	0,1606	1,7512	5,7615	11,5230
155,0	25,0000	2,1445	2,7053	0,1778	1,9290	6,8826	13,7652

Çizelge 9.27a A₄ (θ 55°) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
2,5	0,3251	0,0190	0,0436	0,0004	0,0004	1,0004	2,0008
5,0	1,2678	0,0326	0,0873	0,0011	0,0015	1,0015	2,0031
7,5	2,5945	0,0428	0,1309	0,0016	0,0032	1,0032	2,0064
10,0	3,2804	0,0587	0,1745	0,0022	0,0054	1,0054	2,0108
12,5	4,1743	0,0728	0,2182	0,0029	0,0083	1,0083	2,0166
15,0	5,1389	0,0863	0,2618	0,0035	0,0117	1,0118	2,0236
17,5	5,8587	0,1019	0,3054	0,0041	0,0158	1,0160	2,0319
20,0	6,6905	0,1167	0,3491	0,0048	0,0206	1,0208	2,0417
22,5	7,5797	0,1309	0,3927	0,0054	0,0260	1,0264	2,0527
25,0	8,2505	0,1472	0,4363	0,0061	0,0321	1,0326	2,0652
27,5	8,9903	0,1629	0,4800	0,0068	0,0389	1,0396	2,0792
30,0	9,7953	0,1782	0,5236	0,0074	0,0463	1,0474	2,0948
32,5	10,4618	0,1947	0,5672	0,0081	0,0544	1,0559	2,1119
35,0	11,1057	0,2116	0,6109	0,0089	0,0633	1,0653	2,1307
37,5	11,7921	0,2282	0,6545	0,0096	0,0729	1,0756	2,1512
40,0	12,5138	0,2446	0,6981	0,0103	0,0832	1,0868	2,1735

Çizelge 9.27b A₄ (θ 55°) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
42,5	13,0870	0,2625	0,7418	0,0111	0,0943	1,0988	2,1977
45,0	13,6861	0,2803	0,7854	0,0118	0,1061	1,1119	2,2239
47,5	14,3150	0,2980	0,8290	0,0126	0,1187	1,1261	2,2521
50,0	14,9678	0,3156	0,8727	0,0134	0,1321	1,1412	2,2825
52,5	15,4826	0,3348	0,9163	0,0142	0,1463	1,1575	2,3151
55,0	16,0072	0,3540	0,9599	0,0150	0,1613	1,1751	2,3501
57,5	16,5482	0,3734	1,0036	0,0159	0,1772	1,1939	2,3877
60,0	17,1026	0,3929	1,0472	0,0167	0,1939	1,2140	2,4280
62,5	17,6317	0,4129	1,0908	0,0176	0,2115	1,2355	2,4710
65,0	18,0740	0,4340	1,1345	0,0185	0,2300	1,2586	2,5171
67,5	18,5265	0,4554	1,1781	0,0194	0,2494	1,2832	2,5664
70,0	18,9858	0,4771	1,2217	0,0203	0,2697	1,3096	2,6192
72,5	19,4530	0,4991	1,2654	0,0213	0,2910	1,3378	2,6756
75,0	19,9270	0,5214	1,3090	0,0223	0,3133	1,3679	2,7358
77,5	20,3146	0,5451	1,3526	0,0233	0,3365	1,4001	2,8002
80,0	20,6891	0,5694	1,3963	0,0243	0,3609	1,4346	2,8691
82,5	21,0663	0,5942	1,4399	0,0254	0,3862	1,4714	2,9429
85,0	21,4461	0,6195	1,4835	0,0265	0,4127	1,5109	3,0218
87,5	21,8267	0,6454	1,5272	0,0276	0,4403	1,5532	3,1064
90,0	22,2083	0,6719	1,5708	0,0287	0,4690	1,5985	3,1969
92,5	22,5694	0,6993	1,6144	0,0299	0,4990	1,6470	3,2940
95,0	22,8634	0,7284	1,6581	0,0311	0,5301	1,6991	3,3982
97,5	23,1568	0,7583	1,7017	0,0324	0,5625	1,7551	3,5103
100,0	23,4481	0,7891	1,7453	0,0338	0,5963	1,8154	3,6308
102,5	23,7374	0,8209	1,7890	0,0351	0,6314	1,8803	3,7606
105,0	24,0240	0,8537	1,8326	0,0365	0,6680	1,9503	3,9005
107,5	24,3072	0,8877	1,8762	0,0380	0,7060	2,0258	4,0515
110,0	24,5864	0,9230	1,9199	0,0395	0,7455	2,1074	4,2148
112,5	24,8608	0,9596	1,9635	0,0411	0,7865	2,1958	4,3915
115,0	25,1003	0,9983	2,0071	0,0427	0,8292	2,2916	4,5832
117,5	25,3023	1,0391	2,0508	0,0444	0,8737	2,3957	4,7915
120,0	25,5002	1,0818	2,0944	0,0463	0,9200	2,5092	5,0184
122,5	25,6925	1,1265	2,1380	0,0482	0,9681	2,6330	5,2661
125,0	25,8800	1,1733	2,1817	0,0502	1,0183	2,7685	5,5370
127,5	26,0619	1,2226	2,2253	0,0523	1,0706	2,9171	5,8342
130,0	26,2376	1,2745	2,2689	0,0545	1,1251	3,0804	6,1608
132,5	26,4071	1,3293	2,3126	0,0568	1,1819	3,2605	6,5209
135,0	26,5704	1,3873	2,3562	0,0593	1,2411	3,4595	6,9191
137,5	26,7259	1,4489	2,3998	0,0619	1,3030	3,6804	7,3607
140,0	26,8748	1,5144	2,4435	0,0646	1,3677	3,9261	7,8523
142,5	27,0158	1,5844	2,4871	0,0676	1,4353	4,2008	8,4015
145,0	27,1491	1,6594	2,5307	0,0708	1,5060	4,5088	9,0176
147,5	27,2742	1,7400	2,5744	0,0742	1,5802	4,8559	9,7118
150,0	27,3915	1,8269	2,6180	0,0778	1,6580	5,2489	10,4977
152,5	27,5000	1,9210	2,6616	0,0818	1,7398	5,6961	11,3921

Çizelge 9.28 A₅ (θ 60°) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
5,0	0,9147	0,0357	0,0873	0,0016	0,0016	1,0016	2,0031
10,0	3,5648	0,0562	0,1745	0,0040	0,0056	1,0056	2,0112
15,0	5,8611	0,0799	0,2618	0,0059	0,0115	1,0116	2,0231
20,0	7,6330	0,1083	0,3491	0,0082	0,0197	1,0199	2,0398
25,0	9,8765	0,1327	0,4363	0,0105	0,0302	1,0307	2,0614
30,0	11,2436	0,1652	0,5236	0,0130	0,0432	1,0442	2,0884
35,0	12,7599	0,1966	0,6109	0,0158	0,0590	1,0608	2,1216
40,0	14,4766	0,2265	0,6981	0,0185	0,0775	1,0806	2,1611
45,0	15,7635	0,2608	0,7854	0,0213	0,0987	1,1038	2,2076
50,0	16,9147	0,2970	0,8727	0,0243	0,1231	1,1310	2,2620
55,0	18,1517	0,3331	0,9599	0,0275	0,1506	1,1625	2,3250
60,0	19,4655	0,3693	1,0472	0,0306	0,1812	1,1987	2,3974
65,0	20,4906	0,4092	1,1345	0,0340	0,2152	1,2401	2,4802
70,0	21,3232	0,4523	1,2217	0,0376	0,2528	1,2876	2,5752
75,0	22,1826	0,4966	1,3090	0,0414	0,2942	1,3420	2,6841
80,0	23,0626	0,5422	1,3963	0,0453	0,3395	1,4043	2,8085
85,0	23,9561	0,5896	1,4835	0,0494	0,3889	1,4754	2,9507
90,0	24,8557	0,6388	1,5708	0,0536	0,4425	1,5566	3,1132
95,0	25,4292	0,6946	1,6581	0,0582	0,5007	1,6499	3,2997
100,0	25,9368	0,7544	1,7453	0,0632	0,5639	1,7575	3,5151
105,0	26,4368	0,8180	1,8326	0,0686	0,6325	1,8823	3,7647
110,0	26,9250	0,8859	1,9199	0,0743	0,7069	2,0276	4,0552
115,0	27,3980	0,9590	2,0071	0,0805	0,7874	2,1976	4,3952
120,0	27,8522	1,0382	2,0944	0,0871	0,8745	2,3977	4,7954
125,0	28,2835	1,1247	2,1817	0,0944	0,9689	2,6350	5,2700
130,0	28,6896	1,2198	2,2689	0,1023	1,0712	2,9188	5,8376
135,0	29,0675	1,3254	2,3562	0,1111	1,1822	3,2617	6,5233
140,0	29,4132	1,4438	2,4435	0,1208	1,3031	3,6806	7,3611
145,0	29,7248	1,5780	2,5307	0,1319	1,4349	4,1993	8,3986
150,0	30,0000	1,7321	2,6180	0,1444	1,5794	4,8518	9,7036

Çizelge 9.29a A₆ (θ 65°) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
2,5	0,7442	0,0153	0,0436	0,0003	0,0003	1,0003	2,0007
5,0	2,6266	0,0207	0,0873	0,0008	0,0011	1,0011	2,0022
7,5	3,7270	0,0329	0,1309	0,0012	0,0023	1,0023	2,0046
10,0	5,1519	0,0423	0,1745	0,0016	0,0039	1,0039	2,0079
12,5	6,2755	0,0544	0,2182	0,0021	0,0060	1,0061	2,0121
15,0	7,5774	0,0649	0,2618	0,0026	0,0086	1,0087	2,0174
17,5	8,5944	0,0779	0,3054	0,0031	0,0118	1,0118	2,0237
20,0	9,7698	0,0895	0,3491	0,0037	0,0154	1,0155	2,0311

Çizelge 9.29b A₆ (θ 65°) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
22,5	10,7398	0,1030	0,3927	0,0042	0,0196	1,0198	2,0396
25,0	11,7328	0,1163	0,4363	0,0048	0,0244	1,0247	2,0494
27,5	12,7402	0,1295	0,4800	0,0054	0,0298	1,0302	2,0604
30,0	13,6130	0,1440	0,5236	0,0060	0,0357	1,0364	2,0727
32,5	14,5564	0,1579	0,5672	0,0066	0,0423	1,0432	2,0864
35,0	15,4115	0,1726	0,6109	0,0072	0,0495	1,0508	2,1015
37,5	16,1962	0,1881	0,6545	0,0079	0,0574	1,0591	2,1181
40,0	17,0266	0,2032	0,6981	0,0085	0,0659	1,0681	2,1363
42,5	17,7980	0,2190	0,7418	0,0092	0,0751	1,0780	2,1561
45,0	18,4757	0,2357	0,7854	0,0099	0,0851	1,0888	2,1776
47,5	19,1872	0,2522	0,8290	0,0106	0,0957	1,1004	2,2009
50,0	19,9257	0,2686	0,8727	0,0114	0,1071	1,1130	2,2260
52,5	20,5201	0,2866	0,9163	0,0121	0,1192	1,1266	2,2531
55,0	21,1164	0,3046	0,9599	0,0129	0,1321	1,1412	2,2824
57,5	21,7313	0,3227	1,0036	0,0137	0,1458	1,1569	2,3138
60,0	22,3615	0,3408	1,0472	0,0145	0,1602	1,1738	2,3476
62,5	22,8821	0,3602	1,0908	0,0153	0,1755	1,1919	2,3838
65,0	23,3781	0,3801	1,1345	0,0162	0,1917	1,2113	2,4226
67,5	23,8856	0,4001	1,1781	0,0170	0,2087	1,2321	2,4642
70,0	24,4006	0,4204	1,2217	0,0179	0,2266	1,2543	2,5087
72,5	24,9245	0,4408	1,2654	0,0188	0,2454	1,2781	2,5562
75,0	25,3367	0,4627	1,3090	0,0197	0,2651	1,3036	2,6071
77,5	25,7337	0,4852	1,3526	0,0207	0,2858	1,3308	2,6616
80,0	26,1346	0,5080	1,3963	0,0217	0,3075	1,3600	2,7199
82,5	26,5382	0,5313	1,4399	0,0227	0,3301	1,3911	2,7823
85,0	26,9446	0,5549	1,4835	0,0237	0,3538	1,4245	2,8490
87,5	27,3520	0,5791	1,5272	0,0247	0,3786	1,4602	2,9204
90,0	27,6907	0,6045	1,5708	0,0258	0,4044	1,4984	2,9968
92,5	27,9898	0,6311	1,6144	0,0270	0,4313	1,5393	3,0786
95,0	28,2882	0,6583	1,6581	0,0281	0,4595	1,5832	3,1665
97,5	28,5859	0,6862	1,7017	0,0293	0,4888	1,6304	3,2607
100,0	28,8816	0,7149	1,7453	0,0306	0,5194	1,6810	3,3619
102,5	29,1752	0,7444	1,7890	0,0318	0,5512	1,7353	3,4707
105,0	29,4660	0,7748	1,8326	0,0331	0,5843	1,7938	3,5876
107,5	29,7535	0,8061	1,8762	0,0345	0,6188	1,8568	3,7135
110,0	30,0264	0,8387	1,9199	0,0359	0,6547	1,9246	3,8492
112,5	30,2268	0,8735	1,9635	0,0374	0,6921	1,9979	3,9957
115,0	30,4241	0,9095	2,0071	0,0389	0,7310	2,0771	4,1542
117,5	30,6171	0,9470	2,0508	0,0405	0,7715	2,1630	4,3259
120,0	30,8061	0,9860	2,0944	0,0422	0,8137	2,2561	4,5123
122,5	30,9896	1,0267	2,1380	0,0439	0,8576	2,3574	4,7148
125,0	31,1687	1,0692	2,1817	0,0457	0,9033	2,4677	4,9354
127,5	31,3424	1,1137	2,2253	0,0476	0,9509	2,5881	5,1761
130,0	31,5102	1,1603	2,2689	0,0496	1,0005	2,7197	5,4394
132,5	31,6720	1,2094	2,3126	0,0517	1,0522	2,8640	5,7280

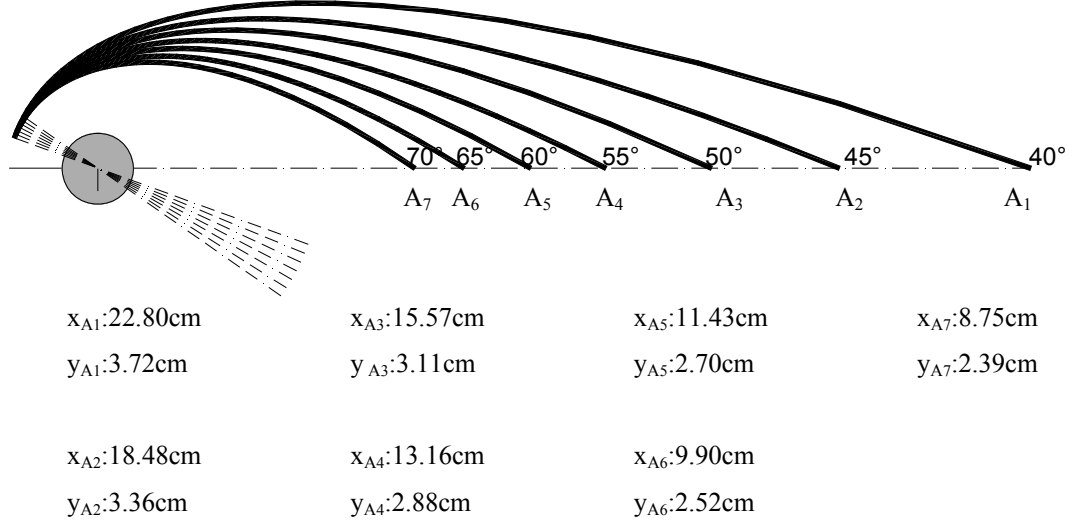
Çizelge 9.29c A₆ (θ 65°) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
135,0	31,8280	1,2611	2,3562	0,0539	1,1061	3,0226	6,0452
137,5	31,9765	1,3156	2,3998	0,0562	1,1623	3,1974	6,3948
140,0	32,1186	1,3734	2,4435	0,0587	1,2210	3,3906	6,7812
142,5	32,2533	1,4347	2,4871	0,0613	1,2823	3,6048	7,2096
145,0	32,3806	1,5000	2,5307	0,0640	1,3463	3,8431	7,6863
147,5	32,5000	1,5697	2,5744	0,0670	1,4133	4,1093	8,2186

Çizelge 9.30 A₇ (θ 70°) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

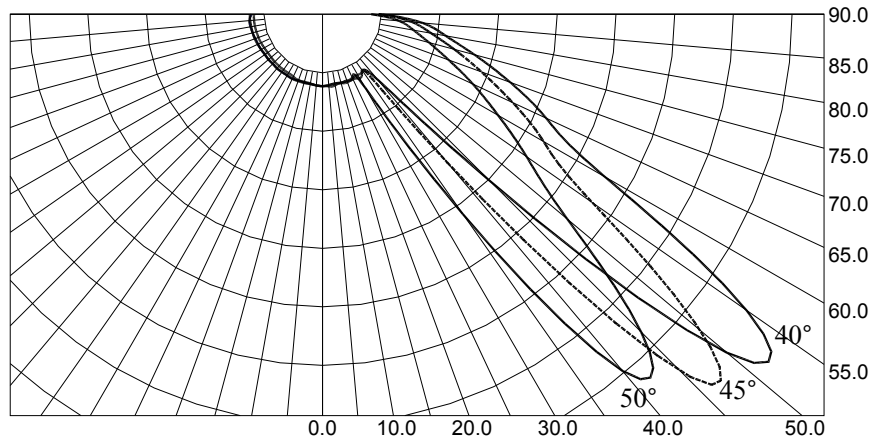
α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
5,0	2,2986	0,0236	0,0873	0,0010	0,0010	1,0010	2,0021
10,0	6,0966	0,0341	0,1745	0,0025	0,0035	1,0036	2,0071
15,0	9,1822	0,0508	0,2618	0,0037	0,0072	1,0073	2,0145
20,0	11,5990	0,0734	0,3491	0,0054	0,0127	1,0128	2,0255
25,0	14,0999	0,0954	0,4363	0,0074	0,0200	1,0202	2,0405
30,0	16,1181	0,1217	0,5236	0,0095	0,0295	1,0300	2,0599
35,0	17,9700	0,1497	0,6109	0,0118	0,0414	1,0422	2,0844
40,0	20,0363	0,1760	0,6981	0,0142	0,0556	1,0571	2,1143
45,0	21,2992	0,2098	0,7854	0,0168	0,0724	1,0751	2,1502
50,0	22,6801	0,2430	0,8727	0,0198	0,0922	1,0965	2,1931
55,0	24,1639	0,2758	0,9599	0,0226	0,1148	1,1217	2,2433
60,0	25,3881	0,3116	1,0472	0,0256	0,1404	1,1508	2,3015
65,0	26,2585	0,3516	1,1345	0,0289	0,1694	1,1846	2,3691
70,0	27,1648	0,3922	1,2217	0,0325	0,2018	1,2236	2,4473
75,0	28,1005	0,4338	1,3090	0,0360	0,2379	1,2685	2,5371
80,0	29,0586	0,4763	1,3963	0,0397	0,2776	1,3199	2,6399
85,0	30,0153	0,5204	1,4835	0,0435	0,3211	1,3786	2,7572
90,0	30,4944	0,5716	1,5708	0,0476	0,3687	1,4459	2,8918
95,0	30,9735	0,6252	1,6581	0,0522	0,4209	1,5234	3,0468
100,0	31,4493	0,6815	1,7453	0,0570	0,4780	1,6128	3,2255
105,0	31,9180	0,7411	1,8326	0,0621	0,5400	1,7160	3,4321
110,0	32,3756	0,8044	1,9199	0,0674	0,6075	1,8358	3,6715
115,0	32,8190	0,8721	2,0071	0,0731	0,6806	1,9751	3,9501
120,0	33,2447	0,9449	2,0944	0,0793	0,7599	2,1380	4,2761
125,0	33,6490	1,0239	2,1817	0,0859	0,8458	2,3298	4,6596
130,0	34,0297	1,1100	2,2689	0,0931	0,9389	2,5572	5,1143
135,0	34,3839	1,2048	2,3562	0,1010	1,0399	2,8289	5,6579
140,0	34,7079	1,3101	2,4435	0,1097	1,1496	3,1571	6,3141
145,0	35,0000	1,4281	2,5307	0,1195	1,2691	3,5577	7,1154

A yansıtıcılarını belirleyebilmek için aygıt eksenini çizilmiş ve bu eksen üzerinde nokta kaynak varsayılan ışık kaynağının (K) yeri ile K noktasından 2 cm uzaklığındaki yansıtıcı tepe noktasının (T) yeri işaretlenmiş ve Çizelge 9.24- 9.30, kolon 8’de verilmiş olan her bir α açısına karşılık gelen “r” doğru parçaları, başlangıç noktası ışık kaynağı merkezi (K) alınarak çizilmiş ve bunların uç noktaları birleştirilerek yansıtıcıların kesiti çizilmiştir (Şekil 9.35).

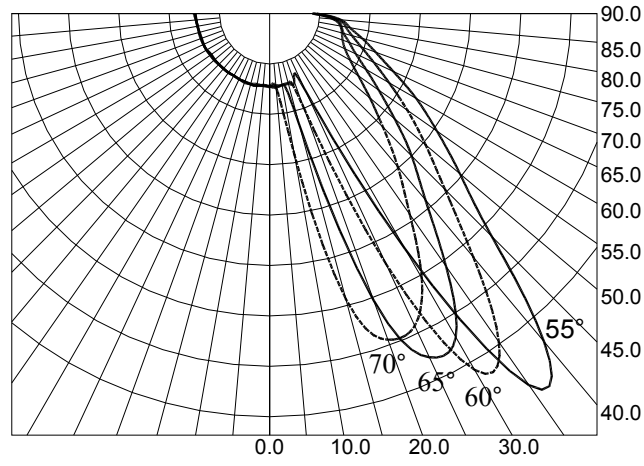


Şekil 9.35 A₁-A₇ yansıtıcılarının kesitleri

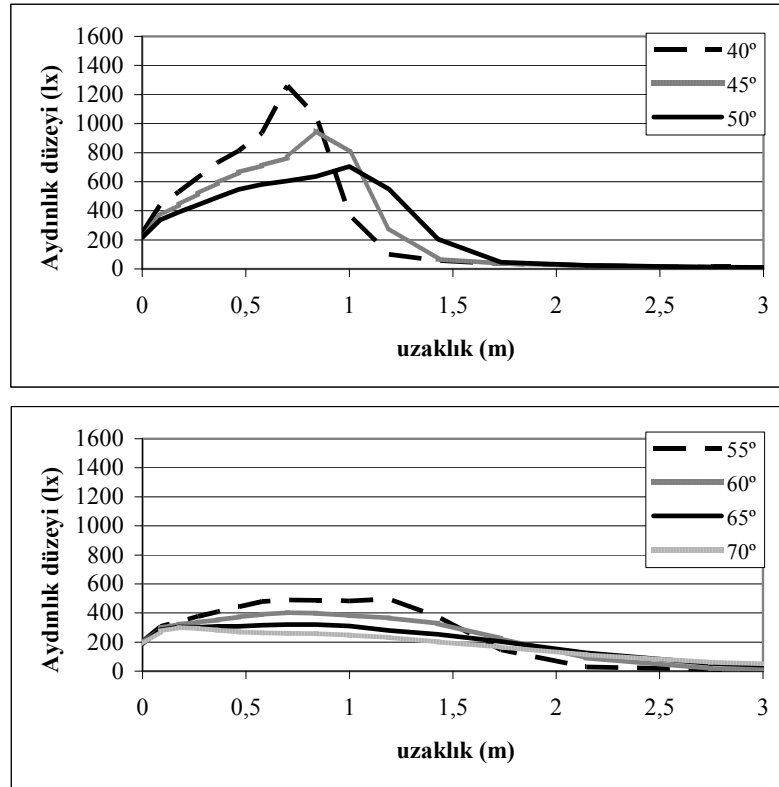
Yansıtıcıların kesitleri 3 boyuta dönüştürülmüş ve bilgisayar simülasyon programı ile analiz edilmiştir. A yansıtıcılarının aygıt ışık yeğirliği uzaysal dağılımının 0°-180° yatay açısında ortaya çıkan ışık yeğirlik dağılımı Şekil 9.36’da, oluşan yansıtıcıların aydınlık dağılımı Şekil 9.37’de gösterilmiştir.



Şekil 9.36a A₁-A₇ yansıtıcılarına ait ışık yeğirlik eğrileri



Şekil 9.36b A₁-A₇ yansıtıcılarına ait ışık yeğinlik eğrileri

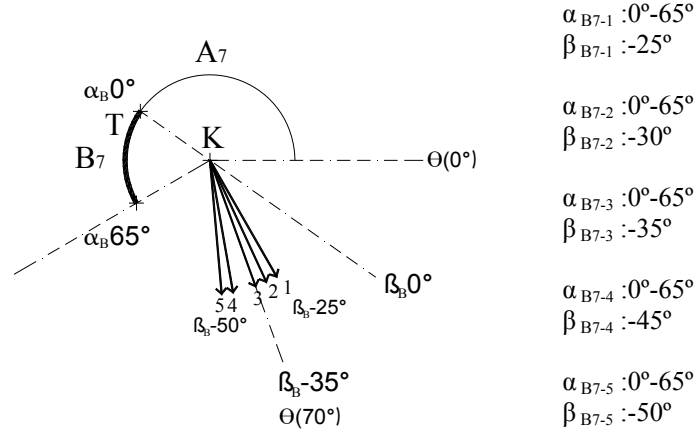


Şekil 9.37 A₁-A₇ Yansıtıcılarının lamba merkezinden 1m uzakta oluşturduğu aydınlık dağılımları

A₁-A₇ üst yansıtıcıları ile ilgili yapılan çalışmada (θ) 70°, 65°, 60° ve 55° olması koşulları için aydınlık dağılımlarının düzgün olduğu görülmüştür. Bu nedenle, lambayı gözden gizlemek ve mevcut olan aydınlık dağılımlarını iyileştirmek adına 30° kamaşma açısı dikkate alınarak, alt yansıtıcı tasarımları yapılmıştır.

9.3.1.1 (θ) 70° için Alt Yansıtıcı Tasarımı

A₇ üst yansıtıcısı ile ilgili yapılan çalışmada (θ) 70° için aydınlık dağılımını iyileştirmek ve lambayı gözden gizlemek üzere çeşitli alt yansıtıcı tasarımları yapılmıştır. Yansıtıcı tasarımları yapılırken alt yansıtıcının kapladığı alanın, 30° kamaşma açısı dikkate alınarak α₀-α₆₅ arasında olması gerekmiştir. Alt yansıtıcının tüm noktalarından yansıyan ışınların, üst yansıtıcının tek başına oluşturduğu aydınlık dağılımını iyileştirmek adına tek bir doğrultuya yönelmesi sağlanmıştır. Yani, yansıyan ışınların (1)β₋₂₅, (2)β₋₃₀, (3)β₋₃₅, (4)β₋₄₅ ve (5)β₋₅₀ olmak üzere beş ayrı doğrultuya yöneldiği beş ayrı koşul için alt yansıtıcılar oluşturulmuştur (Şekil 9.38).



Şekil 9.38(θ) 70° için yapılan alt yansıtıcılar için α ve β açı sınırlarının belirlenmesi

Bütün B yansıtıcıları için her bir α açısına karşılık gelen “r” doğru parçaları, 9.2. bölümde “4-9.adımlar arasında” uygulanan işlemler uyarınca belirlenmiştir (Çizelge 9.31 - Çizelge 9.35).

Çizelge 9.31 B₇₋₁ yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	tan((α-β)/2)	α (radyan)	ln r/f	Σ ln r/f	r/f	r (cm)
0,0	-25,0000	0,2217	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
5,0	-25,0000	0,2679	0,0873	0,0214	0,0214	1,0216	2,0432
10,0	-25,0000	0,3153	0,1745	0,0254	0,0468	1,0479	2,0959
15,0	-25,0000	0,3640	0,2618	0,0296	0,0765	1,0795	2,1589
20,0	-25,0000	0,4142	0,3491	0,0340	0,1104	1,1167	2,2335
25,0	-25,0000	0,4663	0,4363	0,0384	0,1488	1,1605	2,3209
30,0	-25,0000	0,5206	0,5236	0,0431	0,1919	1,2115	2,4231
35,0	-25,0000	0,5774	0,6109	0,0479	0,2398	1,2710	2,5420
40,0	-25,0000	0,6371	0,6981	0,0530	0,2928	1,3402	2,6803
45,0	-25,0000	0,7002	0,7854	0,0583	0,3511	1,4207	2,8414
50,0	-25,0000	0,7673	0,8727	0,0640	0,4152	1,5146	3,0292
55,0	-25,0000	0,8391	0,9599	0,0701	0,4853	1,6246	3,2492
60,0	-25,0000	0,9163	1,0472	0,0766	0,5619	1,7539	3,5078
65,0	-25,0000	1,0000	1,1345	0,0836	0,6455	1,9069	3,8138

Çizelge 9.32 B₇₋₂ yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	-30,0000	0,2679	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
5,0	-30,0000	0,3153	0,0873	0,0254	0,0254	1,0258	2,0516
10,0	-30,0000	0,3640	0,1745	0,0296	0,0551	1,0566	2,1133
15,0	-30,0000	0,4142	0,2618	0,0340	0,0890	1,0931	2,1863
20,0	-30,0000	0,4663	0,3491	0,0384	0,1275	1,1359	2,2719
25,0	-30,0000	0,5206	0,4363	0,0431	0,1705	1,1859	2,3718
30,0	-30,0000	0,5774	0,5236	0,0479	0,2184	1,2441	2,4882
35,0	-30,0000	0,6371	0,6109	0,0530	0,2714	1,3118	2,6236
40,0	-30,0000	0,7002	0,6981	0,0583	0,3298	1,3906	2,7813
45,0	-30,0000	0,7673	0,7854	0,0640	0,3938	1,4826	2,9652
50,0	-30,0000	0,8391	0,8727	0,0701	0,4639	1,5903	3,1805
55,0	-30,0000	0,9163	0,9599	0,0766	0,5405	1,7168	3,4337
60,0	-30,0000	1,0000	1,0472	0,0836	0,6241	1,8666	3,7331
65,0	-30,0000	1,0913	1,1345	0,0913	0,7154	2,0449	4,0898

Çizelge 9.33 B₇₋₃ yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	-35,0000	0,3153	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
5,0	-35,0000	0,3640	0,0873	0,0296	0,0296	1,0301	2,0602
10,0	-35,0000	0,4142	0,1745	0,0340	0,0636	1,0657	2,1313
15,0	-35,0000	0,4663	0,2618	0,0384	0,1020	1,1074	2,2148
20,0	-35,0000	0,5206	0,3491	0,0431	0,1451	1,1561	2,3122
25,0	-35,0000	0,5774	0,4363	0,0479	0,1930	1,2129	2,4257
30,0	-35,0000	0,6371	0,5236	0,0530	0,2460	1,2789	2,5577
35,0	-35,0000	0,7002	0,6109	0,0583	0,3043	1,3557	2,7114
40,0	-35,0000	0,7673	0,6981	0,0640	0,3684	1,4454	2,8907
45,0	-35,0000	0,8391	0,7854	0,0701	0,4384	1,5503	3,1006
50,0	-35,0000	0,9163	0,8727	0,0766	0,5150	1,6737	3,3474
55,0	-35,0000	1,0000	0,9599	0,0836	0,5987	1,8197	3,6393
60,0	-35,0000	1,0913	1,0472	0,0913	0,6899	1,9935	3,9871
65,0	-35,0000	1,1918	1,1345	0,0996	0,7895	2,2023	4,4047

Çizelge 9.34a B₇₋₄ yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	-45,0000	0,4142	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
5,0	-45,0000	0,4663	0,0873	0,0384	0,0384	1,0392	2,0783
10,0	-45,0000	0,5206	0,1745	0,0431	0,0815	1,0849	2,1698
15,0	-45,0000	0,5774	0,2618	0,0479	0,1294	1,1381	2,2763
20,0	-45,0000	0,6371	0,3491	0,0530	0,1824	1,2001	2,4001
25,0	-45,0000	0,7002	0,4363	0,0583	0,2407	1,2722	2,5443

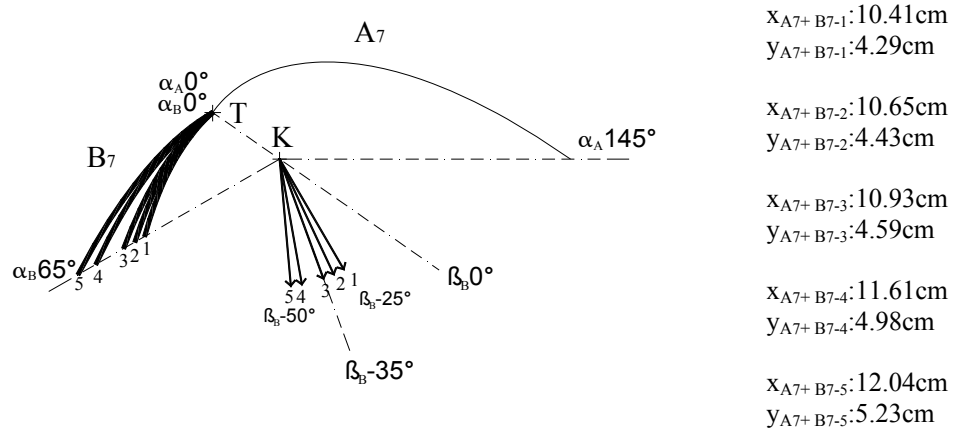
Çizelge 9.34 B₇₋₄ yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
30,0	-45,0000	0,7673	0,5236	0,0640	0,3048	1,3563	2,7126
35,0	-45,0000	0,8391	0,6109	0,0701	0,3749	1,4548	2,9096
40,0	-45,0000	0,9163	0,6981	0,0766	0,4514	1,5706	3,1412
45,0	-45,0000	1,0000	0,7854	0,0836	0,5351	1,7076	3,4151
50,0	-45,0000	1,0913	0,8727	0,0913	0,6263	1,8707	3,7414
55,0	-45,0000	1,1918	0,9599	0,0996	0,7259	2,0667	4,1333
60,0	-45,0000	1,3032	1,0472	0,1089	0,8348	2,3043	4,6087
65,0	-45,0000	1,4281	1,1345	0,1192	0,9540	2,5960	5,1920

Çizelge 9.35 B₇₋₅ yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

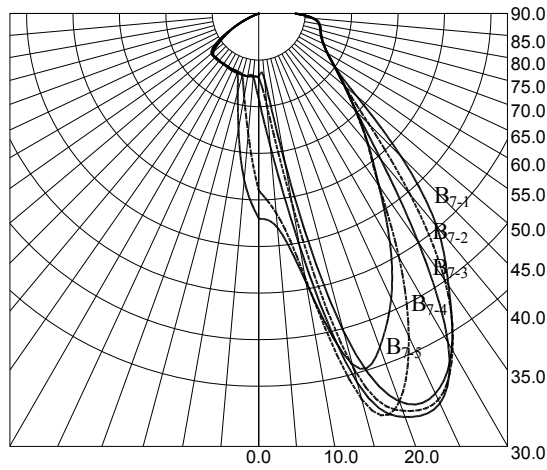
α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	-50,0000	0,4663	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
5,0	-50,0000	0,5206	0,0873	0,0431	0,0431	1,0440	2,0880
10,0	-50,0000	0,5774	0,1745	0,0479	0,0910	1,0952	2,1905
15,0	-50,0000	0,6371	0,2618	0,0530	0,1440	1,1548	2,3097
20,0	-50,0000	0,7002	0,3491	0,0583	0,2023	1,2242	2,4484
25,0	-50,0000	0,7673	0,4363	0,0640	0,2663	1,3052	2,6104
30,0	-50,0000	0,8391	0,5236	0,0701	0,3364	1,3999	2,7999
35,0	-50,0000	0,9163	0,6109	0,0766	0,4130	1,5114	3,0228
40,0	-50,0000	1,0000	0,6981	0,0836	0,4966	1,6432	3,2864
45,0	-50,0000	1,0913	0,7854	0,0913	0,5879	1,8002	3,6004
50,0	-50,0000	1,1918	0,8727	0,0996	0,6875	1,9888	3,9775
55,0	-50,0000	1,3032	0,9599	0,1089	0,7964	2,2175	4,4350
60,0	-50,0000	1,4281	1,0472	0,1192	0,9156	2,4982	4,9963
65,0	-50,0000	1,5697	1,1345	0,1308	1,0464	2,8473	5,6945

B yansıtıcılarını belirleyebilmek için aygıt eksenı çizilmiş ve bu eksen üzerinde nokta kaynak varsayılan ışık kaynağının (K) yeri ile K noktasından 2 cm uzaklığındaki yansıtıcı tepe noktasının (T) yeri işaretlenmiş ve Çizelge 9.31- Çizelge 9.35, kolon 8’de verilmiş olan her bir α açısına karşılık gelen “r” doğru parçaları, başlangıç noktası ışık kaynağı merkezi (K) alınarak çizilmiş ve bunların uç noktaları birleştirilerek yansıtıcıların kesiti çizilmiştir. B₇₋₁, B₇₋₂, B₇₋₃, B₇₋₄, B₇₋₅ yansıtıcılarının kesiti Şekil 9.39’da üst üste gösterilmiştir.

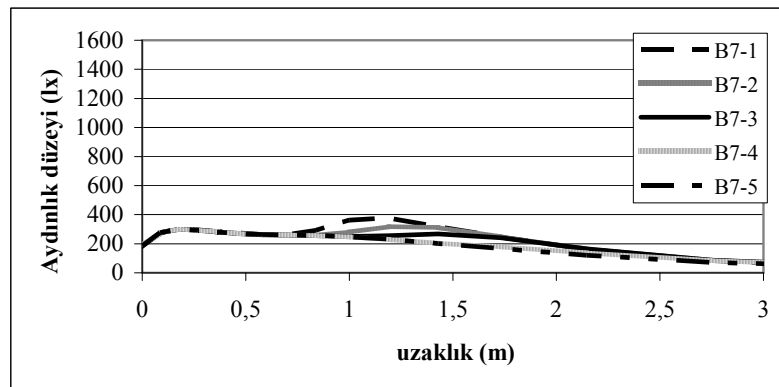


Şekil 9.39 B₇₋₁, B₇₋₂, B₇₋₃, B₇₋₄, B₇₋₅ yansıtıcılarının kesiti

A₇ yansıtıcısının B₇₋₁, B₇₋₂, B₇₋₃, B₇₋₄, B₇₋₅ yansıtıcıları ile birleştirilmesiyle oluşan yansıtıcıların aygıt ışık yeğirliği uzaysal dağılımının 0°-180° yatay açısında ortaya çıkan ışık yeğirlik dağılımları Şekil 9.40'da, bu yansıtıcıların oluşturduğu aydınlık dağılımları ise Şekil 9.41'de üst üste gösterilmiştir.



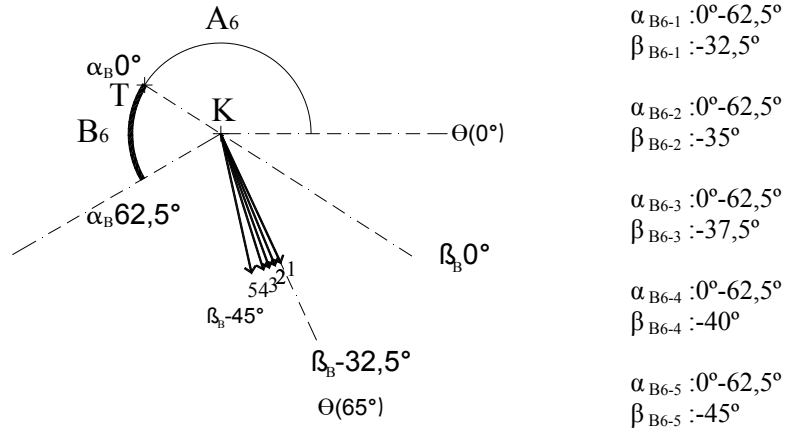
Şekil 9.40 A₇ yansıtıcısının B₇₋₁, B₇₋₂, B₇₋₃, B₇₋₄, B₇₋₅ yansıtıcıları ile birleştirilmesi ile oluşan yansıtıcılara ait ışık yeğirlik eğrileri



Şekil 9.41 A₇ yansıtıcısının B₇₋₁, B₇₋₂, B₇₋₃, B₇₋₄, B₇₋₅ yansıtıcıları ile birleştirilmesi ile oluşan yansıtıcıların lamba merkezden 1m uzakta oluşturduğu aydınlık dağılımları

9.3.1.2 (θ) 65° için Alt Yansıtıcı Tasarımı

A₆ üst yansıtıcısı ile ilgili yapılan çalışmada (θ) 65° için aydınlık dağılımını iyileştirmek ve lambayı gözden gizlemek üzere çeşitli alt yansıtıcı tasarımları yapılmıştır. Yansıtıcı tasarımları yapılırken alt yansıtıcı için α açıları 30° kamaşma açısı dikkate alınarak α₀- α_{62,5} arasında olması gerekmiştir. Alt yansıtıcının tüm noktalarından yansıyan ışınların, üst yansıtıcının tek başına oluşturduğu aydınlık dağılımını iyileştirmek adına tek bir doğrultuya yönelmesi sağlanmıştır. Yansıyan ışınların yöneleceği bu tek doğrultuya ilişkin beş ayrı etüt yapılmıştır. Yani, yansıyan ışınların (1)β_{-32,5}, (2)β₋₃₅, (3)β_{-37,5}, (4)β₋₄₀ ve (5)β₋₄₅ olmak üzere beş ayrı doğrultuya yöneldiği beş ayrı koşul için alt yansıtıcılar oluşturulmuştur (Şekil 9.42).



Şekil 9.42 (θ) 65° için yapılan alt yansıtıcılar için α ve β açı sınırlarının belirlenmesi

Bütün B yansıtıcıları için her bir α açısına karşılık gelen “r” doğru parçaları, 9.2. bölümde “4-9.adımlar arasında” uygulanan işlemler uyarınca belirlenmiştir (Çizelge 9.36 - Çizelge 9.40)

Çizelge 9.36a B₆₋₁ yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	tan((α-β)/2)	α (radyan)	ln r/f	Σ ln r/f	r/f	r (cm)
0,0	-32,5000	0,2915	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
2,5	-32,5000	0,3153	0,0436	0,0132	0,0132	1,0133	2,0267
5,0	-32,5000	0,3395	0,0873	0,0143	0,0275	1,0279	2,0558
7,5	-32,5000	0,3640	0,1309	0,0153	0,0429	1,0438	2,0876
10,0	-32,5000	0,3889	0,1745	0,0164	0,0593	1,0611	2,1222
12,5	-32,5000	0,4142	0,2182	0,0175	0,0768	1,0798	2,1597
15,0	-32,5000	0,4400	0,2618	0,0186	0,0955	1,1002	2,2003
17,5	-32,5000	0,4663	0,3054	0,0198	0,1152	1,1221	2,2442
20,0	-32,5000	0,4931	0,3491	0,0209	0,1362	1,1459	2,2917
22,5	-32,5000	0,5206	0,3927	0,0221	0,1583	1,1715	2,3430
25,0	-32,5000	0,5486	0,4363	0,0233	0,1816	1,1991	2,3983
27,5	-32,5000	0,5774	0,4800	0,0246	0,2062	1,2290	2,4579

Çizelge 9.36b B₆₋₁ yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
30,0	-32,5000	0,6068	0,5236	0,0258	0,2320	1,2611	2,5222
32,5	-32,5000	0,6371	0,5672	0,0271	0,2591	1,2958	2,5916
35,0	-32,5000	0,6682	0,6109	0,0285	0,2876	1,3332	2,6665
37,5	-32,5000	0,7002	0,6545	0,0299	0,3175	1,3736	2,7473
40,0	-32,5000	0,7332	0,6981	0,0313	0,3487	1,4173	2,8345
42,5	-32,5000	0,7673	0,7418	0,0327	0,3815	1,4644	2,9289
45,0	-32,5000	0,8026	0,7854	0,0343	0,4157	1,5155	3,0309
47,5	-32,5000	0,8391	0,8290	0,0358	0,4515	1,5707	3,1415
50,0	-32,5000	0,8770	0,8727	0,0374	0,4890	1,6306	3,2613
52,5	-32,5000	0,9163	0,9163	0,0391	0,5281	1,6957	3,3914
55,0	-32,5000	0,9573	0,9599	0,0409	0,5690	1,7665	3,5329
57,5	-32,5000	1,0000	1,0036	0,0427	0,6117	1,8435	3,6871
60,0	-32,5000	1,0446	1,0472	0,0446	0,6563	1,9276	3,8552
62,5	-32,5000	1,0913	1,0908	0,0466	0,7029	2,0196	4,0391

Çizelge 9.37 B₆₋₂ yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	-35,0000	0,3153	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
2,5	-35,0000	0,3395	0,0436	0,0143	0,0143	1,0144	2,0288
5,0	-35,0000	0,3640	0,0873	0,0153	0,0296	1,0301	2,0601
7,5	-35,0000	0,3889	0,1309	0,0164	0,0461	1,0471	2,0943
10,0	-35,0000	0,4142	0,1745	0,0175	0,0636	1,0656	2,1313
12,5	-35,0000	0,4400	0,2182	0,0186	0,0822	1,0857	2,1714
15,0	-35,0000	0,4663	0,2618	0,0198	0,1020	1,1074	2,2147
17,5	-35,0000	0,4931	0,3054	0,0209	0,1229	1,1308	2,2616
20,0	-35,0000	0,5206	0,3491	0,0221	0,1450	1,1561	2,3122
22,5	-35,0000	0,5486	0,3927	0,0233	0,1684	1,1834	2,3667
25,0	-35,0000	0,5774	0,4363	0,0246	0,1929	1,2128	2,4256
27,5	-35,0000	0,6068	0,4800	0,0258	0,2188	1,2445	2,4891
30,0	-35,0000	0,6371	0,5236	0,0271	0,2459	1,2788	2,5575
32,5	-35,0000	0,6682	0,5672	0,0285	0,2744	1,3157	2,6314
35,0	-35,0000	0,7002	0,6109	0,0299	0,3042	1,3556	2,7111
37,5	-35,0000	0,7332	0,6545	0,0313	0,3355	1,3986	2,7973
40,0	-35,0000	0,7673	0,6981	0,0327	0,3682	1,4452	2,8904
42,5	-35,0000	0,8026	0,7418	0,0343	0,4025	1,4955	2,9911
45,0	-35,0000	0,8391	0,7854	0,0358	0,4383	1,5501	3,1001
47,5	-35,0000	0,8770	0,8290	0,0374	0,4757	1,6092	3,2184
50,0	-35,0000	0,9163	0,8727	0,0391	0,5149	1,6734	3,3468
52,5	-35,0000	0,9573	0,9163	0,0409	0,5557	1,7432	3,4865
55,0	-35,0000	1,0000	0,9599	0,0427	0,5984	1,8193	3,6386
57,5	-35,0000	1,0446	1,0036	0,0446	0,6430	1,9023	3,8045
60,0	-35,0000	1,0913	1,0472	0,0466	0,6896	1,9930	3,9860
62,5	-35,0000	1,1403	1,0908	0,0487	0,7383	2,0924	4,1849

Çizelge 9.38 B₆₋₃ yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	-37,5000	0,3395	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
2,5	-37,5000	0,3640	0,0436	0,0153	0,0153	1,0155	2,0309
5,0	-37,5000	0,3889	0,0873	0,0164	0,0318	1,0323	2,0646
7,5	-37,5000	0,4142	0,1309	0,0175	0,0493	1,0505	2,1011
10,0	-37,5000	0,4400	0,1745	0,0186	0,0679	1,0703	2,1406
12,5	-37,5000	0,4663	0,2182	0,0198	0,0877	1,0917	2,1833
15,0	-37,5000	0,4931	0,2618	0,0209	0,1086	1,1148	2,2295
17,5	-37,5000	0,5206	0,3054	0,0221	0,1307	1,1397	2,2794
20,0	-37,5000	0,5486	0,3491	0,0233	0,1541	1,1666	2,3332
22,5	-37,5000	0,5774	0,3927	0,0246	0,1786	1,1956	2,3912
25,0	-37,5000	0,6068	0,4363	0,0258	0,2045	1,2269	2,4538
27,5	-37,5000	0,6371	0,4800	0,0271	0,2316	1,2606	2,5213
30,0	-37,5000	0,6682	0,5236	0,0285	0,2601	1,2970	2,5941
32,5	-37,5000	0,7002	0,5672	0,0299	0,2899	1,3363	2,6727
35,0	-37,5000	0,7332	0,6109	0,0313	0,3212	1,3788	2,7576
37,5	-37,5000	0,7673	0,6545	0,0327	0,3540	1,4247	2,8494
40,0	-37,5000	0,8026	0,6981	0,0343	0,3882	1,4743	2,9487
42,5	-37,5000	0,8391	0,7418	0,0358	0,4240	1,5281	3,0562
45,0	-37,5000	0,8770	0,7854	0,0374	0,4615	1,5864	3,1728
47,5	-37,5000	0,9163	0,8290	0,0391	0,5006	1,6497	3,2994
50,0	-37,5000	0,9573	0,8727	0,0409	0,5415	1,7185	3,4370
52,5	-37,5000	1,0000	0,9163	0,0427	0,5842	1,7935	3,5870
55,0	-37,5000	1,0446	0,9599	0,0446	0,6288	1,8753	3,7506
57,5	-37,5000	1,0913	1,0036	0,0466	0,6754	1,9647	3,9295
60,0	-37,5000	1,1403	1,0472	0,0487	0,7240	2,0628	4,1255
62,5	-37,5000	1,1918	1,0908	0,0509	0,7749	2,1704	4,3409

Çizelge 9.39a B₆₋₄ yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	-40,0000	0,3640	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
2,5	-40,0000	0,3889	0,0436	0,0164	0,0164	1,0166	2,0331
5,0	-40,0000	0,4142	0,0873	0,0175	0,0339	1,0345	2,0691
7,5	-40,0000	0,4400	0,1309	0,0186	0,0526	1,0540	2,1080
10,0	-40,0000	0,4663	0,1745	0,0198	0,0724	1,0750	2,1501
12,5	-40,0000	0,4931	0,2182	0,0209	0,0933	1,0978	2,1956
15,0	-40,0000	0,5206	0,2618	0,0221	0,1154	1,1223	2,2446
17,5	-40,0000	0,5486	0,3054	0,0233	0,1387	1,1488	2,2976
20,0	-40,0000	0,5774	0,3491	0,0246	0,1633	1,1774	2,3548
22,5	-40,0000	0,6068	0,3927	0,0258	0,1891	1,2082	2,4164
25,0	-40,0000	0,6371	0,4363	0,0271	0,2163	1,2414	2,4829
27,5	-40,0000	0,6682	0,4800	0,0285	0,2447	1,2773	2,5546
30,0	-40,0000	0,7002	0,5236	0,0299	0,2746	1,3160	2,6320
32,5	-40,0000	0,7332	0,5672	0,0313	0,3059	1,3578	2,7156

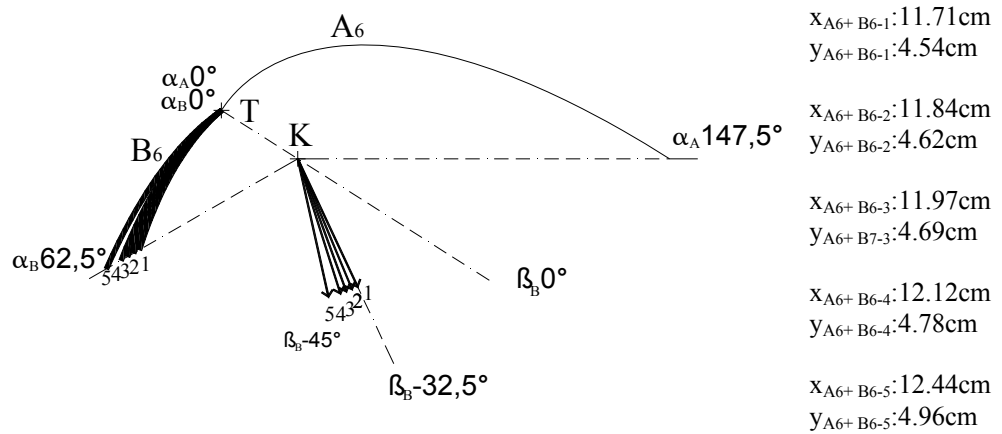
Çizelge 9.39b B₆₋₄ yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
35,0	-40,0000	0,7673	0,6109	0,0327	0,3386	1,4030	2,8060
37,5	-40,0000	0,8026	0,6545	0,0343	0,3729	1,4519	2,9037
40,0	-40,0000	0,8391	0,6981	0,0358	0,4087	1,5048	3,0096
42,5	-40,0000	0,8770	0,7418	0,0374	0,4461	1,5622	3,1244
45,0	-40,0000	0,9163	0,7854	0,0391	0,4852	1,6246	3,2491
47,5	-40,0000	0,9573	0,8290	0,0409	0,5261	1,6923	3,3847
50,0	-40,0000	1,0000	0,8727	0,0427	0,5688	1,7662	3,5323
52,5	-40,0000	1,0446	0,9163	0,0446	0,6134	1,8467	3,6935
55,0	-40,0000	1,0913	0,9599	0,0466	0,6600	1,9348	3,8696
57,5	-40,0000	1,1403	1,0036	0,0487	0,7087	2,0314	4,0627
60,0	-40,0000	1,1918	1,0472	0,0509	0,7596	2,1374	4,2748
62,5	-40,0000	1,2460	1,0908	0,0532	0,8128	2,2541	4,5083

Çizelge 9.40 B₆₋₅ yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

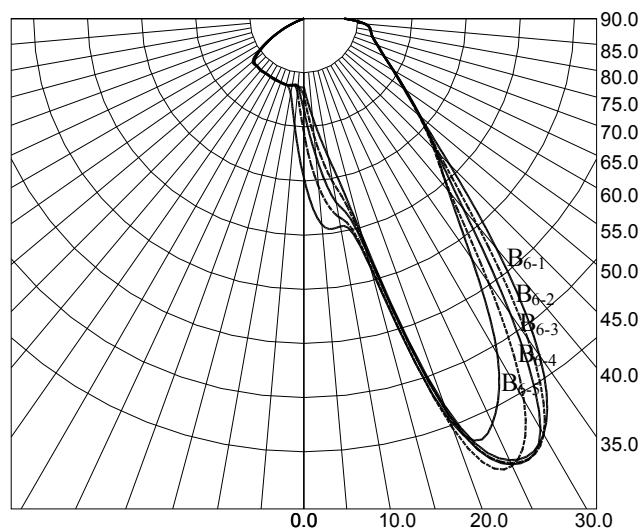
α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	-45,0000	0,4142	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
2,5	-45,0000	0,4400	0,0436	0,0186	0,0186	1,0188	2,0376
5,0	-45,0000	0,4663	0,0873	0,0198	0,0384	1,0392	2,0783
7,5	-45,0000	0,4931	0,1309	0,0209	0,0593	1,0611	2,1223
10,0	-45,0000	0,5206	0,1745	0,0221	0,0815	1,0849	2,1697
12,5	-45,0000	0,5486	0,2182	0,0233	0,1048	1,1105	2,2209
15,0	-45,0000	0,5774	0,2618	0,0246	0,1293	1,1381	2,2762
17,5	-45,0000	0,6068	0,3054	0,0258	0,1552	1,1679	2,3357
20,0	-45,0000	0,6371	0,3491	0,0271	0,1823	1,2000	2,4000
22,5	-45,0000	0,6682	0,3927	0,0285	0,2108	1,2347	2,4693
25,0	-45,0000	0,7002	0,4363	0,0299	0,2406	1,2721	2,5441
27,5	-45,0000	0,7332	0,4800	0,0313	0,2719	1,3125	2,6250
30,0	-45,0000	0,7673	0,5236	0,0327	0,3047	1,3562	2,7123
32,5	-45,0000	0,8026	0,5672	0,0343	0,3389	1,4034	2,8068
35,0	-45,0000	0,8391	0,6109	0,0358	0,3747	1,4546	2,9092
37,5	-45,0000	0,8770	0,6545	0,0374	0,4122	1,5101	3,0202
40,0	-45,0000	0,9163	0,6981	0,0391	0,4513	1,5703	3,1407
42,5	-45,0000	0,9573	0,7418	0,0409	0,4922	1,6359	3,2717
45,0	-45,0000	1,0000	0,7854	0,0427	0,5349	1,7072	3,4144
47,5	-45,0000	1,0446	0,8290	0,0446	0,5795	1,7851	3,5702
50,0	-45,0000	1,0913	0,8727	0,0466	0,6261	1,8702	3,7405
52,5	-45,0000	1,1403	0,9163	0,0487	0,6748	1,9636	3,9271
55,0	-45,0000	1,1918	0,9599	0,0509	0,7256	2,0660	4,1321
57,5	-45,0000	1,2460	1,0036	0,0532	0,7788	2,1789	4,3578
60,0	-45,0000	1,3032	1,0472	0,0556	0,8344	2,3035	4,6070
62,5	-45,0000	1,3638	1,0908	0,0582	0,8926	2,4415	4,8830

B yansıtıcılarını belirleyebilmek için aygıt eksenini çizilmiş ve bu eksen üzerinde nokta kaynak varsayılan ışık kaynağının (K) yeri ile K noktasından 2 cm uzaklığındaki yansıtıcı tepe noktasının (T) yeri işaretlenmiş ve Çizelge 9.36- Çizelge 9.40, kolon 8’de verilmiş olan her bir α açısına karşılık gelen “r” doğru parçaları, başlangıç noktası ışık kaynağı merkezi (K) alınarak çizilmiş ve bunların uç noktaları birleştirilerek yansıtıcıların kesiti çizilmiştir. B₆₋₁, B₆₋₂, B₆₋₃, B₆₋₄, B₆₋₅ yansıtıcılarının kesiti Şekil 9.43’te üst üste gösterilmiştir.

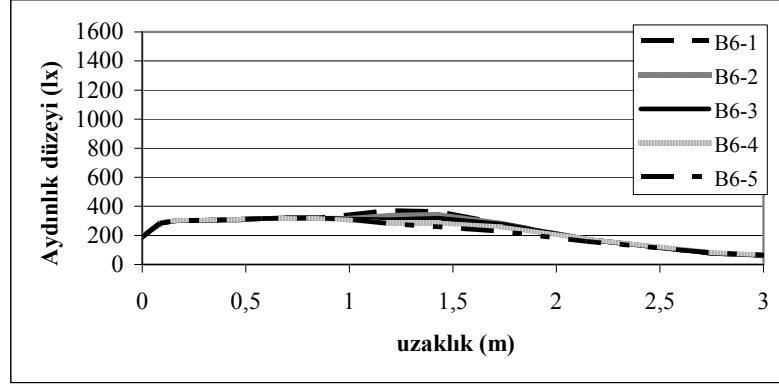


Şekil 9.43 B₆₋₁, B₆₋₂, B₆₋₃, B₆₋₄, B₆₋₅ yansıtıcılarının kesiti

A₆ yansıtıcısının B₆₋₁, B₆₋₂, B₆₋₃, B₆₋₄, B₆₋₅ yansıtıcıları ile birleştirilmesiyle oluşan yansıtıcıların aygıt ışık yeğnliği uzaysal dağılımının 0°-180° yatay açısında ortaya çıkan ışık yeğnlik dağılımları Şekil 9.44’de, bu yansıtıcıların oluşturduğu aydınlık dağılımları ise Şekil 9.45’de üst üste gösterilmiştir.



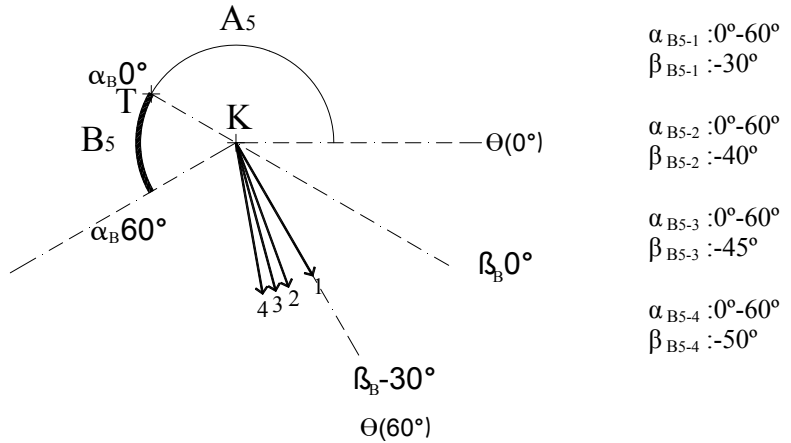
Şekil 9.44 A6 yansıtıcısının B₆₋₁, B₆₋₂, B₆₋₃, B₆₋₄, B₆₋₅ yansıtıcıları ile birleştirilmesi ile oluşan yansıtıcılara ait ışık yeğinlik eğrileri



Şekil 9.45 A₆ yansıtıcısının B₆₋₁, B₆₋₂, B₆₋₃, B₆₋₄, B₆₋₅ yansıtıcıları ile birleştirilmesi ile oluşan yansıtıcıların lamba merkezden 1m uzakta oluşturduğu aydınlık dağılımları

9.3.1.3 (θ) 60° için Alt Yansıtıcı Tasarımı

A₅ üst yansıtıcısı ile ilgili yapılan çalışmada (θ) 60° için aydınlık dağılımını iyileştirmek ve lambayı gözden gizlemek üzere çeşitli alt yansıtıcı tasarımları yapılmıştır. Yansıtıcı tasarımları yapılırken alt yansıtıcının kapladığı alanın, 30° kamaşma açısı dikkate alınarak α₀-α₆₀ arasında olması gerekmiştir. Alt yansıtıcının tüm noktalarından yansıyan ışınların, üst yansıtıcının tek başına oluşturduğu aydınlık dağılımını iyileştirmek adına tek bir doğrultuya yönelmesi sağlanmıştır. Yansıyan ışınların yöneleceği bu tek doğrultuya ilişkin dört ayrı etüt yapılmıştır. Yani, yansıyan ışınların (1)β₋₃₀, (2)β₋₄₀, (3)β₋₄₅ ve (4)β₋₅₀ olmak üzere dört ayrı doğrultuya yöneldiği dört ayrı koşul için alt yansıtıcılar oluşturulmuştur (Şekil 9.46).



Şekil 9.46 (θ) 60° için yapılan alt yansıtıcılar için α ve β açı sınırlarının belirlenmesi

B₅₋₁, B₅₋₂, B₅₋₃, B₅₋₄ yansıtıcıları için her bir α açısına karşılık gelen “r” doğru parçaları, 9.2. bölümde “4-9.adımlar arasında” uygulanan işlemler uyarınca belirlenmiştir (Çizelge 9.41 - Çizelge 9.44).

Çizelge 9.41 B₅₋₁ yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	-30,0000	0,2679	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
5,0	-30,0000	0,3153	0,0873	0,0254	0,0254	1,0258	2,0516
10,0	-30,0000	0,3640	0,1745	0,0296	0,0551	1,0566	2,1133
15,0	-30,0000	0,4142	0,2618	0,0340	0,0890	1,0931	2,1863
20,0	-30,0000	0,4663	0,3491	0,0384	0,1275	1,1359	2,2719
25,0	-30,0000	0,5206	0,4363	0,0431	0,1705	1,1859	2,3718
30,0	-30,0000	0,5774	0,5236	0,0479	0,2184	1,2441	2,4882
35,0	-30,0000	0,6371	0,6109	0,0530	0,2714	1,3118	2,6236
40,0	-30,0000	0,7002	0,6981	0,0583	0,3298	1,3906	2,7813
45,0	-30,0000	0,7673	0,7854	0,0640	0,3938	1,4826	2,9652
50,0	-30,0000	0,8391	0,8727	0,0701	0,4639	1,5903	3,1805
55,0	-30,0000	0,9163	0,9599	0,0766	0,5405	1,7168	3,4337
60,0	-30,0000	1,0000	1,0472	0,0836	0,6241	1,8666	3,7331

Çizelge 9.42 B₅₋₂ yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	-40,0000	0,3640	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
5,0	-40,0000	0,4142	0,0873	0,0340	0,0340	1,0345	2,0691
10,0	-40,0000	0,4663	0,1745	0,0384	0,0724	1,0751	2,1501
15,0	-40,0000	0,5206	0,2618	0,0431	0,1154	1,1224	2,2447
20,0	-40,0000	0,5774	0,3491	0,0479	0,1633	1,1774	2,3549
25,0	-40,0000	0,6371	0,4363	0,0530	0,2163	1,2415	2,4830
30,0	-40,0000	0,7002	0,5236	0,0583	0,2747	1,3161	2,6322
35,0	-40,0000	0,7673	0,6109	0,0640	0,3387	1,4031	2,8063
40,0	-40,0000	0,8391	0,6981	0,0701	0,4088	1,5050	3,0100
45,0	-40,0000	0,9163	0,7854	0,0766	0,4854	1,6248	3,2497
50,0	-40,0000	1,0000	0,8727	0,0836	0,5690	1,7665	3,5331
55,0	-40,0000	1,0913	0,9599	0,0913	0,6603	1,9353	3,8706
60,0	-40,0000	1,1918	1,0472	0,0996	0,7599	2,1380	4,2761

Çizelge 9.43a B₅₋₃ yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	-45,0000	0,4142	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
5,0	-45,0000	0,4663	0,0873	0,0384	0,0384	1,0392	2,0783
10,0	-45,0000	0,5206	0,1745	0,0431	0,0815	1,0849	2,1698
15,0	-45,0000	0,5774	0,2618	0,0479	0,1294	1,1381	2,2763
20,0	-45,0000	0,6371	0,3491	0,0530	0,1824	1,2001	2,4001
25,0	-45,0000	0,7002	0,4363	0,0583	0,2407	1,2722	2,5443
30,0	-45,0000	0,7673	0,5236	0,0640	0,3048	1,3563	2,7126
35,0	-45,0000	0,8391	0,6109	0,0701	0,3749	1,4548	2,9096

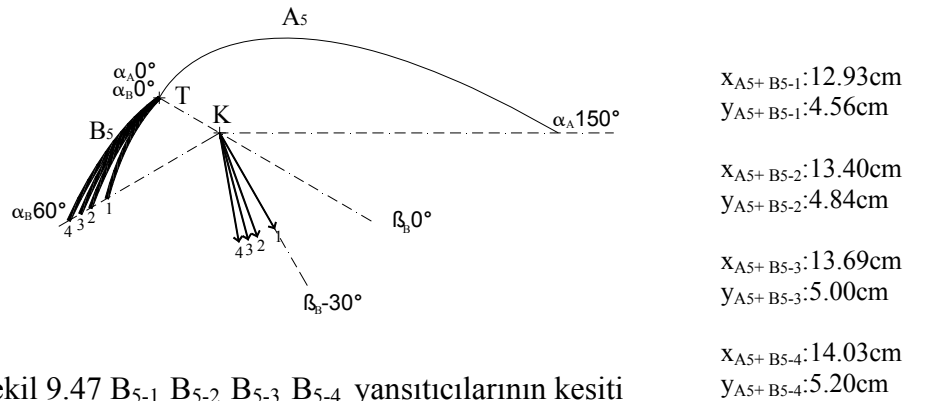
Çizelge 9.43b B₅₋₃ yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
40,0	-45,0000	0,9163	0,6981	0,0766	0,4514	1,5706	3,1412
45,0	-45,0000	1,0000	0,7854	0,0836	0,5351	1,7076	3,4151
50,0	-45,0000	1,0913	0,8727	0,0913	0,6263	1,8707	3,7414
55,0	-45,0000	1,1918	0,9599	0,0996	0,7259	2,0667	4,1333
60,0	-45,0000	1,3032	1,0472	0,1089	0,8348	2,3043	4,6087

Çizelge 9.44 B₅₋₄ yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

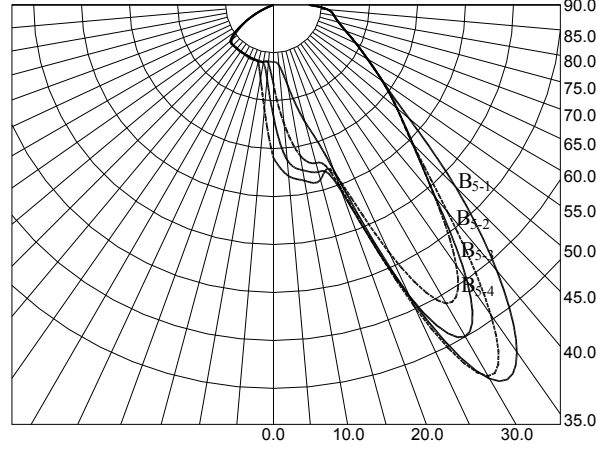
α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	-50,0000	0,4663	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
5,0	-50,0000	0,5206	0,0873	0,0431	0,0431	1,0440	2,0880
10,0	-50,0000	0,5774	0,1745	0,0479	0,0910	1,0952	2,1905
15,0	-50,0000	0,6371	0,2618	0,0530	0,1440	1,1548	2,3097
20,0	-50,0000	0,7002	0,3491	0,0583	0,2023	1,2242	2,4484
25,0	-50,0000	0,7673	0,4363	0,0640	0,2663	1,3052	2,6104
30,0	-50,0000	0,8391	0,5236	0,0701	0,3364	1,3999	2,7999
35,0	-50,0000	0,9163	0,6109	0,0766	0,4130	1,5114	3,0228
40,0	-50,0000	1,0000	0,6981	0,0836	0,4966	1,6432	3,2864
45,0	-50,0000	1,0913	0,7854	0,0913	0,5879	1,8002	3,6004
50,0	-50,0000	1,1918	0,8727	0,0996	0,6875	1,9888	3,9775
55,0	-50,0000	1,3032	0,9599	0,1089	0,7964	2,2175	4,4350
60,0	-50,0000	1,4281	1,0472	0,1192	0,9156	2,4982	4,9963

B yansıtıcılarını belirleyebilmek için aygıt eksenı çizilmiş ve bu eksen üzerinde nokta kaynak varsayılan ışık kaynağının (K) yeri ile K noktasından 2 cm uzaklığındaki yansıtıcı tepe noktasının (T) yeri işaretlenmiş ve Çizelge 9.41- Çizelge 9.44, kolon 8’de verilmiş olan her bir α açısına karşılık gelen “r” doğru parçaları, başlangıç noktası ışık kaynağı merkezi (K) alınarak çizilmiş ve bunların uç noktaları birleştirilerek B₅₋₁, B₅₋₂, B₅₋₃, B₅₋₄ yansıtıcılarının kesiti çizilmiştir. Bu yansıtıcıların kesitleri Şekil 9.47’de üst üste gösterilmiştir.

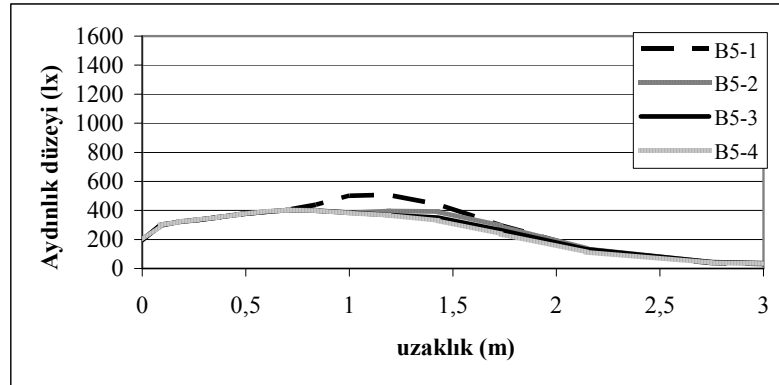


Şekil 9.47 B₅₋₁, B₅₋₂, B₅₋₃, B₅₋₄ yansıtıcılarının kesiti

A_5 yansıtıcısının B_{5-1} , B_{5-2} , B_{5-3} , B_{5-4} yansıtıcıları ile birleştirilmesiyle oluşan yansıtıcıların aygıt ışık yeğirliği uzaysal dağılımının 0° - 180° yatay açısında ortaya çıkan ışık yeğirlik dağılımları Şekil 9.48’de, oluşan yansıtıcıların aydınlık dağılımları ise Şekil 9.49’da üst üste gösterilmiştir.



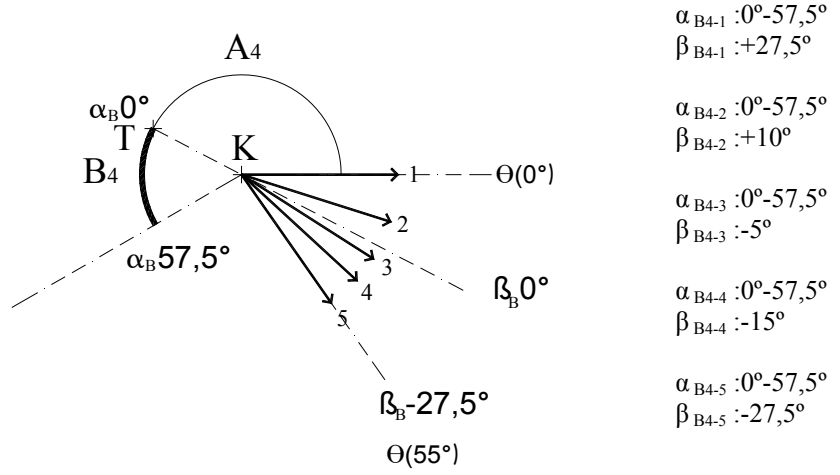
Şekil 9.48 A_5 yansıtıcısının B_{5-1} , B_{5-2} , B_{5-3} , B_{5-4} yansıtıcıları ile birleştirilmesi ile oluşan yansıtıcılara ait ışık yeğirlik eğrileri



Şekil 9.49 A_5 yansıtıcısının B_{5-1} , B_{5-2} , B_{5-3} , B_{5-4} yansıtıcıları ile birleştirilmesi ile oluşan yansıtıcıların lamba merkezden 1m uzakta oluşturduğu aydınlık dağılımları

9.3.1.4 (θ) 55° için Alt Yansıtıcı Tasarımı

A_4 üst yansıtıcısı ile ilgili yapılan çalışmada (θ) 55° için aydınlık dağılımını iyileştirmek ve lambayı gözden gizlemek üzere çeşitli alt yansıtıcı tasarımları yapılmıştır. Yansıtıcı tasarımları yapılırken alt yansıtıcının kapladığı alanın, 30° kamaşma açısı dikkate alınarak α_0 - $\alpha_{57,5}$ arasında olması gerekmiştir. Alt yansıtıcının tüm noktalarından yansıyan ışınların, üst yansıtıcının tek başına oluşturduğu aydınlık dağılımını iyileştirmek adına tek bir doğrultuya yönelmesi sağlanmıştır. Yansıyan ışınların yöneleceği bu tek doğrultuya ilişkin beş ayrı etüt yapılmıştır. Yani, yansıyan ışıkların (1) $\beta_{+27,5}$, (2) β_{+10} , (3) β_{-5} , (4) β_{-15} ve (5) $\beta_{-27,5}$ olmak üzere beş ayrı doğrultuya yöneldiği beş ayrı koşul için alt yansıtıcılar oluşturulmuştur (Şekil 9.50).



Şekil 9.50 (θ) 55° için yapılan alt yansıtıcılar için α ve β açı sınırlarının belirlenmesi

B_{4-1} , B_{4-2} , B_{4-3} , B_{4-4} , B_{4-5} yansıtıcıları için her bir α açısına karşılık gelen “r” doğru parçaları, 9.2. bölümde “4-9.adımlar arasında” uygulanan işlemler uyarınca belirlenmiştir (Çizelge 9.45 - Çizelge 9.49).

Çizelge 9.45 B_{4-1} yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	27,5000	-0,2447	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
2,5	27,5000	-0,2217	0,0436	-0,0102	-0,0102	0,9899	1,9798
5,0	27,5000	-0,1989	0,0873	-0,0092	-0,0194	0,9808	1,9617
7,5	27,5000	-0,1763	0,1309	-0,0082	-0,0275	0,9728	1,9457
10,0	27,5000	-0,1539	0,1745	-0,0072	-0,0347	0,9659	1,9317
12,5	27,5000	-0,1317	0,2182	-0,0062	-0,0410	0,9599	1,9197
15,0	27,5000	-0,1095	0,2618	-0,0053	-0,0462	0,9548	1,9096
17,5	27,5000	-0,0875	0,3054	-0,0043	-0,0505	0,9507	1,9014
20,0	27,5000	-0,0655	0,3491	-0,0033	-0,0539	0,9476	1,8951
22,5	27,5000	-0,0437	0,3927	-0,0024	-0,0563	0,9453	1,8906
25,0	27,5000	-0,0218	0,4363	-0,0014	-0,0577	0,9440	1,8879
27,5	27,5000	0,0000	0,4800	-0,0005	-0,0582	0,9435	1,8870
30,0	27,5000	0,0218	0,5236	0,0005	-0,0577	0,9440	1,8879
32,5	27,5000	0,0437	0,5672	0,0014	-0,0563	0,9453	1,8906
35,0	27,5000	0,0655	0,6109	0,0024	-0,0539	0,9476	1,8951
37,5	27,5000	0,0875	0,6545	0,0033	-0,0505	0,9507	1,9014
40,0	27,5000	0,1095	0,6981	0,0043	-0,0462	0,9548	1,9096
42,5	27,5000	0,1317	0,7418	0,0053	-0,0410	0,9599	1,9197
45,0	27,5000	0,1539	0,7854	0,0062	-0,0347	0,9659	1,9317
47,5	27,5000	0,1763	0,8290	0,0072	-0,0275	0,9728	1,9457
50,0	27,5000	0,1989	0,8727	0,0082	-0,0194	0,9808	1,9617
52,5	27,5000	0,2217	0,9163	0,0092	-0,0102	0,9899	1,9798
55,0	27,5000	0,2447	0,9599	0,0102	0,0000	1,0000	2,0000
57,5	27,5000	0,2679	1,0036	0,0112	0,0112	1,0112	2,0225

Çizelge 9.46 B₄₋₂ yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	10,0000	-0,0875	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
2,5	10,0000	-0,0655	0,0436	-0,0033	-0,0033	0,9967	1,9933
5,0	10,0000	-0,0437	0,0873	-0,0024	-0,0057	0,9943	1,9886
7,5	10,0000	-0,0218	0,1309	-0,0014	-0,0071	0,9929	1,9858
10,0	10,0000	0,0000	0,1745	-0,0005	-0,0076	0,9924	1,9848
12,5	10,0000	0,0218	0,2182	0,0005	-0,0071	0,9929	1,9858
15,0	10,0000	0,0437	0,2618	0,0014	-0,0057	0,9943	1,9886
17,5	10,0000	0,0655	0,3054	0,0024	-0,0033	0,9967	1,9933
20,0	10,0000	0,0875	0,3491	0,0033	0,0000	1,0000	2,0000
22,5	10,0000	0,1095	0,3927	0,0043	0,0043	1,0043	2,0086
25,0	10,0000	0,1317	0,4363	0,0053	0,0096	1,0096	2,0192
27,5	10,0000	0,1539	0,4800	0,0062	0,0158	1,0159	2,0318
30,0	10,0000	0,1763	0,5236	0,0072	0,0230	1,0233	2,0465
32,5	10,0000	0,1989	0,5672	0,0082	0,0312	1,0317	2,0633
35,0	10,0000	0,2217	0,6109	0,0092	0,0404	1,0412	2,0824
37,5	10,0000	0,2447	0,6545	0,0102	0,0505	1,0518	2,1037
40,0	10,0000	0,2679	0,6981	0,0112	0,0617	1,0637	2,1273
42,5	10,0000	0,2915	0,7418	0,0122	0,0739	1,0767	2,1534
45,0	10,0000	0,3153	0,7854	0,0132	0,0872	1,0911	2,1821
47,5	10,0000	0,3395	0,8290	0,0143	0,1014	1,1068	2,2135
50,0	10,0000	0,3640	0,8727	0,0153	0,1168	1,1239	2,2478
52,5	10,0000	0,3889	0,9163	0,0164	0,1332	1,1425	2,2850
55,0	10,0000	0,4142	0,9599	0,0175	0,1507	1,1627	2,3254
57,5	10,0000	0,4400	1,0036	0,0186	0,1694	1,1846	2,3691

Çizelge 9.47a B₄₋₃ yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	-5,0000	0,0437	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
2,5	-5,0000	0,0655	0,0436	0,0024	0,0024	1,0024	2,0048
5,0	-5,0000	0,0875	0,0873	0,0033	0,0057	1,0057	2,0115
7,5	-5,0000	0,1095	0,1309	0,0043	0,0100	1,0101	2,0201
10,0	-5,0000	0,1317	0,1745	0,0053	0,0153	1,0154	2,0308
12,5	-5,0000	0,1539	0,2182	0,0062	0,0215	1,0217	2,0435
15,0	-5,0000	0,1763	0,2618	0,0072	0,0287	1,0291	2,0583
17,5	-5,0000	0,1989	0,3054	0,0082	0,0369	1,0376	2,0752
20,0	-5,0000	0,2217	0,3491	0,0092	0,0461	1,0472	2,0943
22,5	-5,0000	0,2447	0,3927	0,0102	0,0563	1,0579	2,1157
25,0	-5,0000	0,2679	0,4363	0,0112	0,0674	1,0698	2,1395
27,5	-5,0000	0,2915	0,4800	0,0122	0,0796	1,0829	2,1658
30,0	-5,0000	0,3153	0,5236	0,0132	0,0929	1,0973	2,1947
32,5	-5,0000	0,3395	0,5672	0,0143	0,1072	1,1131	2,2262
35,0	-5,0000	0,3640	0,6109	0,0153	0,1225	1,1303	2,2607
37,5	-5,0000	0,3889	0,6545	0,0164	0,1389	1,1490	2,2981

Çizelge 9.47b B₄₋₃ yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
40,0	-5,0000	0,4142	0,6981	0,0175	0,1565	1,1694	2,3387
42,5	-5,0000	0,4400	0,7418	0,0186	0,1751	1,1914	2,3827
45,0	-5,0000	0,4663	0,7854	0,0198	0,1949	1,2151	2,4303
47,5	-5,0000	0,4931	0,8290	0,0209	0,2158	1,2409	2,4817
50,0	-5,0000	0,5206	0,8727	0,0221	0,2379	1,2686	2,5372
52,5	-5,0000	0,5486	0,9163	0,0233	0,2612	1,2985	2,5971
55,0	-5,0000	0,5774	0,9599	0,0246	0,2858	1,3308	2,6617
57,5	-5,0000	0,6068	1,0036	0,0258	0,3116	1,3657	2,7313

Çizelge 9.48 B₄₋₄ yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	-15,0000	0,1317	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
2,5	-15,0000	0,1539	0,0436	0,0062	0,0062	1,0062	2,0125
5,0	-15,0000	0,1763	0,0873	0,0072	0,0134	1,0135	2,0271
7,5	-15,0000	0,1989	0,1309	0,0082	0,0216	1,0219	2,0437
10,0	-15,0000	0,2217	0,1745	0,0092	0,0308	1,0313	2,0626
12,5	-15,0000	0,2447	0,2182	0,0102	0,0410	1,0418	2,0836
15,0	-15,0000	0,2679	0,2618	0,0112	0,0522	1,0535	2,1071
17,5	-15,0000	0,2915	0,3054	0,0122	0,0644	1,0665	2,1330
20,0	-15,0000	0,3153	0,3491	0,0132	0,0776	1,0807	2,1614
22,5	-15,0000	0,3395	0,3927	0,0143	0,0919	1,0962	2,1925
25,0	-15,0000	0,3640	0,4363	0,0153	0,1072	1,1132	2,2264
27,5	-15,0000	0,3889	0,4800	0,0164	0,1237	1,1316	2,2633
30,0	-15,0000	0,4142	0,5236	0,0175	0,1412	1,1516	2,3033
32,5	-15,0000	0,4400	0,5672	0,0186	0,1598	1,1733	2,3466
35,0	-15,0000	0,4663	0,6109	0,0198	0,1796	1,1967	2,3934
37,5	-15,0000	0,4931	0,6545	0,0209	0,2005	1,2220	2,4441
40,0	-15,0000	0,5206	0,6981	0,0221	0,2226	1,2494	2,4987
42,5	-15,0000	0,5486	0,7418	0,0233	0,2460	1,2788	2,5577
45,0	-15,0000	0,5774	0,7854	0,0246	0,2705	1,3107	2,6213
47,5	-15,0000	0,6068	0,8290	0,0258	0,2964	1,3450	2,6899
50,0	-15,0000	0,6371	0,8727	0,0271	0,3235	1,3819	2,7639
52,5	-15,0000	0,6682	0,9163	0,0285	0,3520	1,4219	2,8437
55,0	-15,0000	0,7002	0,9599	0,0299	0,3818	1,4650	2,9299
57,5	-15,0000	0,7332	1,0036	0,0313	0,4131	1,5115	3,0230

Çizelge 9.49a B₄₋₅ yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

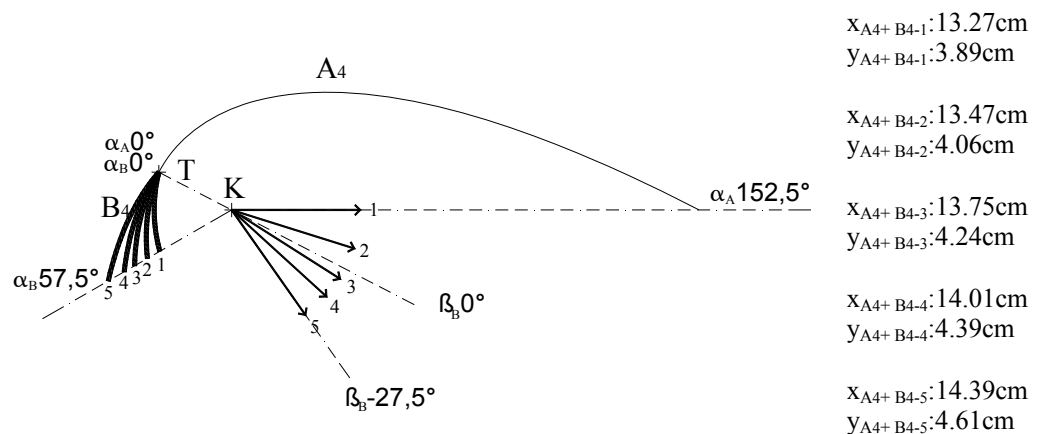
α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	-27,5000	0,2447	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
2,5	-27,5000	0,2679	0,0436	0,0112	0,0112	1,0112	2,0225

Çizelge 9.49b B₄₋₅ yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açıs al büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
5,0	-27,5000	0,2915	0,0873	0,0122	0,0234	1,0237	2,0473
7,5	-27,5000	0,3153	0,1309	0,0132	0,0366	1,0373	2,0746
10,0	-27,5000	0,3395	0,1745	0,0143	0,0509	1,0522	2,1045
12,5	-27,5000	0,3640	0,2182	0,0153	0,0663	1,0685	2,1370
15,0	-27,5000	0,3889	0,2618	0,0164	0,0827	1,0862	2,1724
17,5	-27,5000	0,4142	0,3054	0,0175	0,1002	1,1054	2,2108
20,0	-27,5000	0,4400	0,3491	0,0186	0,1188	1,1262	2,2524
22,5	-27,5000	0,4663	0,3927	0,0198	0,1386	1,1487	2,2974
25,0	-27,5000	0,4931	0,4363	0,0209	0,1595	1,1730	2,3460
27,5	-27,5000	0,5206	0,4800	0,0221	0,1817	1,1992	2,3984
30,0	-27,5000	0,5486	0,5236	0,0233	0,2050	1,2275	2,4550
32,5	-27,5000	0,5774	0,5672	0,0246	0,2296	1,2580	2,5161
35,0	-27,5000	0,6068	0,6109	0,0258	0,2554	1,2910	2,5819
37,5	-27,5000	0,6371	0,6545	0,0271	0,2825	1,3265	2,6529
40,0	-27,5000	0,6682	0,6981	0,0285	0,3110	1,3648	2,7296
42,5	-27,5000	0,7002	0,7418	0,0299	0,3409	1,4061	2,8123
45,0	-27,5000	0,7332	0,7854	0,0313	0,3721	1,4508	2,9016
47,5	-27,5000	0,7673	0,8290	0,0327	0,4049	1,4991	2,9982
50,0	-27,5000	0,8026	0,8727	0,0343	0,4391	1,5513	3,1027
52,5	-27,5000	0,8391	0,9163	0,0358	0,4749	1,6079	3,2158
55,0	-27,5000	0,8770	0,9599	0,0374	0,5124	1,6692	3,3385
57,5	-27,5000	0,9163	1,0036	0,0391	0,5515	1,7358	3,4717

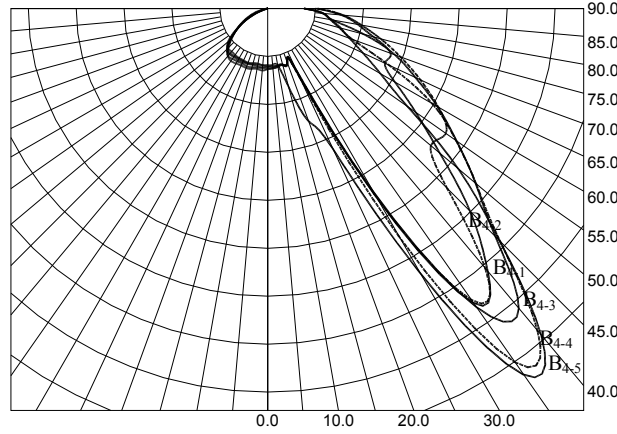
B yansıtıcılarını belirleyebilmek için aygıt eksenini çizilmiş ve bu eksen üzerinde nokta kaynak varsayılan ışık kaynağının (K) yeri ile K noktasından 2 cm uzaklığındaki yansıtıcı tepe noktasının (T) yeri işaretlenmiş ve Çizelge 9.45- Çizelge 9.49, kolon 8’de verilmiş olan her bir α açısına karşılık gelen “r” doğru parçaları, başlangıç noktası ışık kaynağı merkezi (K) alınarak çizilmiş ve bunların uç noktaları birleştirilerek B₄₋₁, B₄₋₂, B₄₋₃, B₄₋₄, B₄₋₅ yansıtıcılarının kesiti çizilmiştir. Bu yansıtıcıların kesitleri Şekil 9.51’de üst üste gösterilmiştir.

$x_{A4+ B4-1}:13.27\text{cm}$

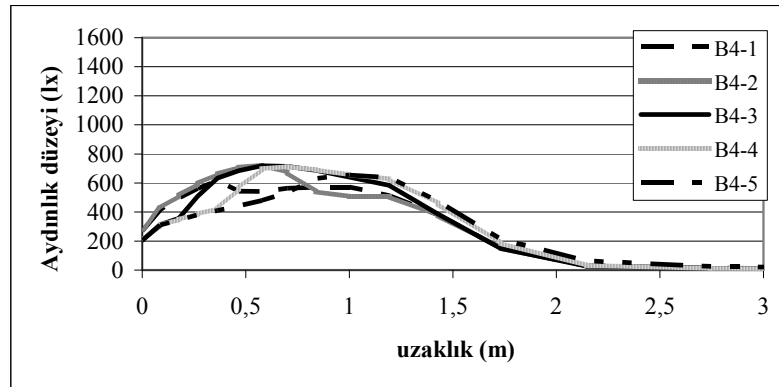


Şekil 9.51 B₄₋₁, B₄₋₂, B₄₋₃, B₄₋₄, B₄₋₅ yansıtıcılarının kesiti

A₄ yansıtıcısının B₄₋₁, B₄₋₂, B₄₋₃, B₄₋₄, B₄₋₅ yansıtıcıları ile birleştirilmesiyle oluşan yansıtıcıların aygıt ışık yeğirliği uzaysal dağılımının 0°-180° yatay açısında ortaya çıkan ışık yeğirlik dağılımları Şekil 9.52’de, yansıtıcıların oluşturduğu aydınlık dağılımları ise Şekil 9.53’te üst üste gösterilmiştir.



Şekil 9.52 A₄ yansıtıcısının B₄₋₁, B₄₋₂, B₄₋₃, B₄₋₄, B₄₋₅ yansıtıcıları ile birleştirilmesi ile oluşan yansıtıcılara ait ışık yeğirlik eğrileri



Şekil 9.53 A₄ yansıtıcısının B₄₋₁, B₄₋₂, B₄₋₃, B₄₋₄, B₄₋₅ yansıtıcıları ile birleştirilmesi ile oluşan yansıtıcıların lamba merkezden 1m uzakta oluşturduğu aydınlık dağılımları

Tüm durumlar için elde edilen aydınlık dağılımları incelendiğinde (θ) 55° için aydınlık dağılımlarının bozulmaya başladığı görülür. Bu nedenle üst yansıtıcıların aydınlık dağılımlarındaki bozulmada dikkate alınarak alt yansıtıcı tasarımı (θ) 55° de sonlanmıştır.

9.3.2 Üst Yansıtıcı Parçası Sınırlarının Aydınlık Dağılımını İyileştirmek Amacıyla Uzatılması

Yaklaşımın ilk adımında ulaşılan sonuçları aydınlık dağılımı açısından iyileştirmek amacıyla üst yansıtıcı, yansıtıcının kapladığı alan α_0 - α_{165} olacak biçimde uzatılmıştır. İlk adımda olumlu sonuç veren (θ) $60^\circ(A_{5b})$, $65^\circ(A_{6b})$, ve $70^\circ(A_{7b})$, koşulları için yansıtıcı tasarımları yapılmıştır.

Her bir yansıtıcı için α açısına karşılık gelen β açısını bulabilmek için, α açıları sınırları (θ) 60° , 65° ve 70° koşulları için 0° - 165° ye kadar olan bölgeler içindeki kümülatif açıları oranları (Çizelge 9.50) ve her bir yansıtıcı için β açıları için 0° den başlayarak 0° - $+30^\circ$, 0° - $+32.5^\circ$, 0° - $+35^\circ$ kadar bölgeler içindeki kümülatif ışık akıları oranları bir önceki adımdaki gibi (Çizelge 9.21- Çizelge 9.22- Çizelge 9.23) belirlenerek her α açısına karşılık gelen β açıları 9.2. bölümde “3.adımda” uygulanan işlemler uyarınca belirlenmiştir.

Çizelge 9.50a (θ) 60° , 65° ve 70° koşulları için tasarlanan yansıtıcıların α açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri

α açıları	Kümülatif hacim açıları (str)	hacim açıları içindeki kümülatif ışık akısı (%)
0	0,0000	0,0000
5	0,0245	0,1984
10	0,0955	0,7732
15	0,2143	1,7346
20	0,3795	3,0724
25	0,5887	4,7663
30	0,8419	6,8162
35	1,1366	9,2019
40	1,4702	11,9029
45	1,8403	14,8990
50	2,2449	18,1749
55	2,6797	21,6949
60	3,1415	25,4336
65	3,6278	29,3708
70	4,1342	33,4707
75	4,6570	37,7028
80	5,1923	42,0367
85	5,7358	46,4367
90	6,2830	50,8673
95	6,8302	55,2978
100	7,3737	59,6978
105	7,9090	64,0317
110	8,4318	68,2639
115	8,9382	72,3638
120	9,4245	76,3009

Çizelge 9.50b (θ) 60°, 65° ve 70° koşulları için tasarlanan yansıtıcıların α açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri

α açıları	Kümülatif hacim açıları (str)	hacim açıları içindeki kümülatif ışık akısı (%)
125	9,8863	80,0397
130	10,3211	83,5597
135	10,7257	86,8355
140	11,0958	89,8316
145	11,4294	92,5327
150	11,7241	94,9184
155	11,9773	96,9683
160	12,1865	98,6622
165	12,3517	100,0000

A_{5b} , A_{6b} , A_{7b} yansıtıcıları için her bir α açısına karşılık gelen “r” doğru parçaları, 9.2. bölümde “4-9.adımlar arasında” uygulanan işlemler uyarınca belirlenmiştir (Çizelge 9.51, Çizelge 9.52, Çizelge 9.53).

Çizelge 9.51a (θ) 60°(A_{5b}) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
5,0	0,8682	0,0361	0,0873	0,0016	0,0016	1,0016	2,0032
10,0	3,3836	0,0578	0,1745	0,0041	0,0057	1,0057	2,0114
15,0	5,7443	0,0809	0,2618	0,0061	0,0117	1,0118	2,0236
20,0	7,4262	0,1102	0,3491	0,0083	0,0201	1,0203	2,0405
25,0	9,5557	0,1356	0,4363	0,0107	0,0308	1,0313	2,0625
30,0	11,0235	0,1671	0,5236	0,0132	0,0440	1,0450	2,0900
35,0	12,4627	0,1993	0,6109	0,0160	0,0600	1,0618	2,1236
40,0	14,0922	0,2300	0,6981	0,0187	0,0787	1,0819	2,1638
45,0	15,4974	0,2633	0,7854	0,0215	0,1002	1,1054	2,2109
50,0	16,5901	0,3001	0,8727	0,0246	0,1248	1,1329	2,2659
55,0	17,7642	0,3369	0,9599	0,0278	0,1526	1,1649	2,3298
60,0	19,0113	0,3738	1,0472	0,0310	0,1836	1,2016	2,4031
65,0	20,1876	0,4123	1,1345	0,0343	0,2179	1,2435	2,4870
70,0	20,9778	0,4560	1,2217	0,0379	0,2558	1,2915	2,5830
75,0	21,7935	0,5008	1,3090	0,0417	0,2976	1,3466	2,6931
80,0	22,6288	0,5472	1,3963	0,0457	0,3433	1,4096	2,8191
85,0	23,4769	0,5952	1,4835	0,0498	0,3931	1,4816	2,9632
90,0	24,3309	0,6453	1,5708	0,0541	0,4473	1,5640	3,1280
95,0	25,1050	0,6988	1,6581	0,0586	0,5059	1,6585	3,3170
100,0	25,5868	0,7592	1,7453	0,0636	0,5695	1,7674	3,5349
105,0	26,0614	0,8234	1,8326	0,0691	0,6386	1,8938	3,7876
110,0	26,5248	0,8921	1,9199	0,0749	0,7134	2,0410	4,0820
115,0	26,9738	0,9661	2,0071	0,0811	0,7945	2,2134	4,4268
120,0	27,4049	1,0464	2,0944	0,0878	0,8823	2,4165	4,8331

Çizelge 9.51b (θ) 60° (A_{5b}) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
125,0	27,8143	1,1340	2,1817	0,0951	0,9775	2,6577	5,3154
130,0	28,1997	1,2305	2,2689	0,1032	1,0806	2,9466	5,8931
135,0	28,5585	1,3377	2,3562	0,1121	1,1927	3,2960	6,5919
140,0	28,8865	1,4581	2,4435	0,1220	1,3147	3,7236	7,4472
145,0	29,1823	1,5947	2,5307	0,1332	1,4479	4,2541	8,5083
150,0	29,4435	1,7516	2,6180	0,1460	1,5939	4,9229	9,8459
155,0	29,6680	1,9346	2,7053	0,1608	1,7547	5,7820	11,5640
160,0	29,8535	2,1517	2,7925	0,1783	1,9330	6,9105	13,8211
165,0	30,0000	2,4142	2,8798	0,1992	2,1323	8,4340	16,8680

Çizelge 9.52a (θ) 65° (A_{6b}) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
5,0	2,5696	0,0212	0,0873	0,0009	0,0009	1,0009	2,0019
10,0	5,0281	0,0434	0,1745	0,0028	0,0037	1,0038	2,0075
15,0	7,3434	0,0669	0,2618	0,0048	0,0086	1,0086	2,0172
20,0	9,4558	0,0923	0,3491	0,0069	0,0155	1,0156	2,0313
25,0	11,4012	0,1192	0,4363	0,0092	0,0247	1,0250	2,0501
30,0	13,2657	0,1471	0,5236	0,0116	0,0364	1,0370	2,0740
35,0	15,0683	0,1757	0,6109	0,0141	0,0504	1,0517	2,1035
40,0	16,5827	0,2072	0,6981	0,0167	0,0671	1,0695	2,1389
45,0	18,0645	0,2395	0,7854	0,0195	0,0866	1,0905	2,1810
50,0	19,4240	0,2733	0,8727	0,0224	0,1090	1,1152	2,2304
55,0	20,6658	0,3089	0,9599	0,0254	0,1344	1,1439	2,2878
60,0	21,8332	0,3460	1,0472	0,0286	0,1630	1,1770	2,3541
65,0	22,9213	0,3847	1,1345	0,0319	0,1949	1,2152	2,4303
70,0	23,8800	0,4257	1,2217	0,0354	0,2302	1,2589	2,5178
75,0	24,8697	0,4677	1,3090	0,0390	0,2692	1,3089	2,6179
80,0	25,6519	0,5134	1,3963	0,0428	0,3120	1,3662	2,7324
85,0	26,4115	0,5610	1,4835	0,0469	0,3589	1,4318	2,8635
90,0	27,1763	0,6107	1,5708	0,0511	0,4100	1,5069	3,0137
95,0	27,8231	0,6641	1,6581	0,0556	0,4657	1,5931	3,1861
100,0	28,3795	0,7215	1,7453	0,0605	0,5261	1,6923	3,3847
105,0	28,9275	0,7823	1,8326	0,0656	0,5917	1,8071	3,6142
110,0	29,4627	0,8471	1,9199	0,0711	0,6628	1,9403	3,8805
115,0	29,9811	0,9166	2,0071	0,0770	0,7398	2,0955	4,1910
120,0	30,3445	0,9940	2,0944	0,0834	0,8232	2,2777	4,5553
125,0	30,6845	1,0783	2,1817	0,0904	0,9136	2,4932	4,9864
130,0	31,0047	1,1708	2,2689	0,0981	1,0117	2,7503	5,5006
135,0	31,3026	1,2730	2,3562	0,1066	1,1183	3,0598	6,1195
140,0	31,5752	1,3872	2,4435	0,1161	1,2344	3,4363	6,8727
145,0	31,8208	1,5160	2,5307	0,1267	1,3611	3,9004	7,8008
150,0	32,0378	1,6630	2,6180	0,1387	1,4998	4,4808	8,9615

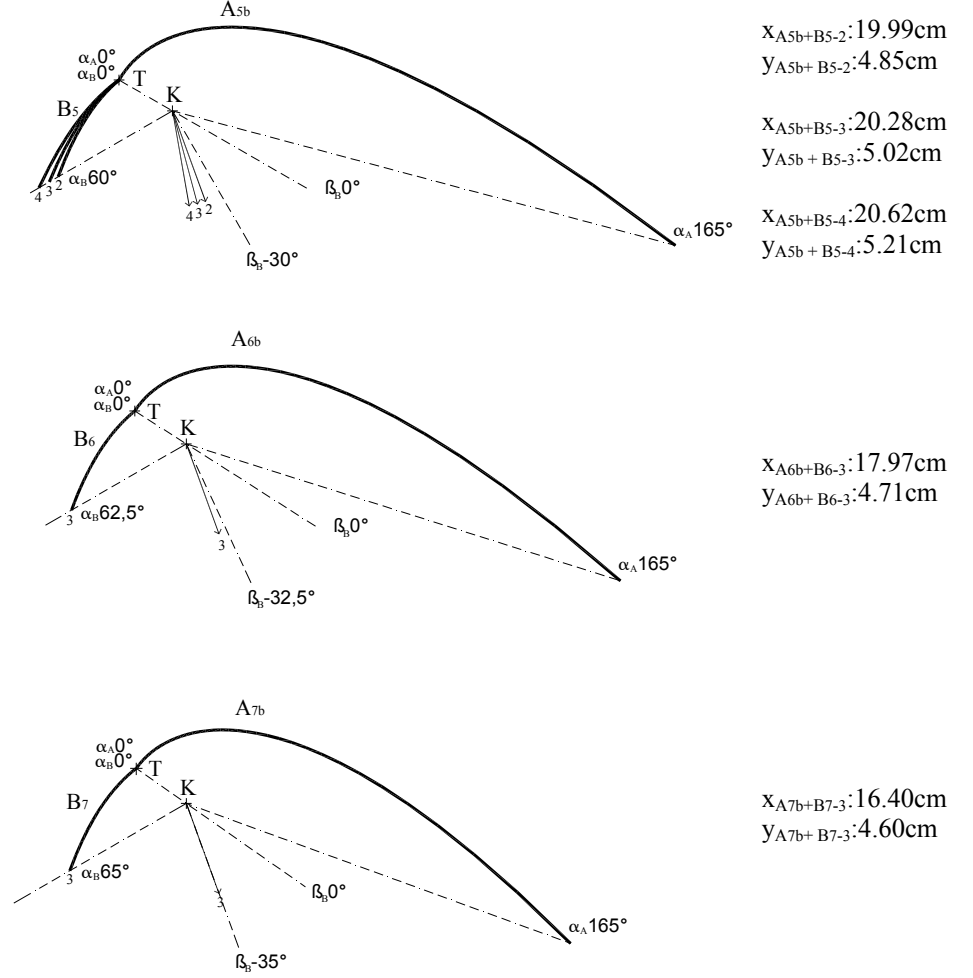
Çizelge 9.52b (θ) 65° (A_{6b}) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
155,0	32,2243	1,8332	2,7053	0,1526	1,6523	5,2192	10,4384
160,0	32,3783	2,0332	2,7925	0,1687	1,8210	6,1783	12,3567
165,0	32,5000	2,2727	2,8798	0,1879	2,0089	7,4553	14,9107

Çizelge 9.53 (θ) 70° (A_{7b}) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

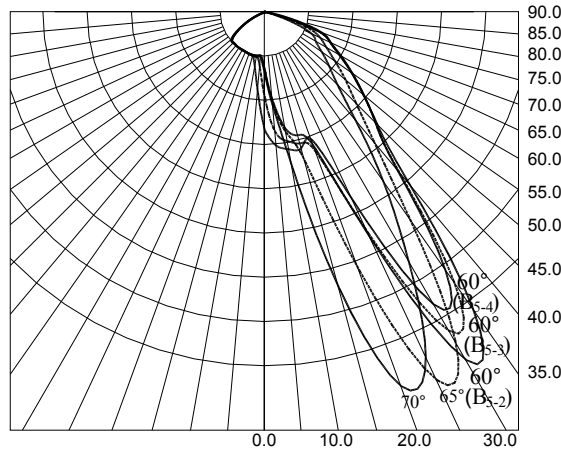
α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
5,0	2,1270	0,0251	0,0873	0,0011	0,0011	1,0011	2,0022
10,0	5,9113	0,0357	0,1745	0,0027	0,0037	1,0038	2,0075
15,0	8,7665	0,0545	0,2618	0,0039	0,0077	1,0077	2,0154
20,0	11,2603	0,0764	0,3491	0,0057	0,0134	1,0135	2,0270
25,0	13,5744	0,1000	0,4363	0,0077	0,0211	1,0213	2,0426
30,0	15,7230	0,1252	0,5236	0,0098	0,0309	1,0314	2,0628
35,0	17,4366	0,1545	0,6109	0,0122	0,0431	1,0441	2,0881
40,0	19,3768	0,1819	0,6981	0,0147	0,0578	1,0595	2,1190
45,0	20,8302	0,2141	0,7854	0,0173	0,0751	1,0780	2,1559
50,0	22,1080	0,2483	0,8727	0,0202	0,0953	1,0999	2,1999
55,0	23,4810	0,2822	0,9599	0,0231	0,1184	1,1257	2,2514
60,0	24,9393	0,3159	1,0472	0,0261	0,1445	1,1555	2,3109
65,0	25,7736	0,3563	1,1345	0,0293	0,1738	1,1899	2,3797
70,0	26,6123	0,3978	1,2217	0,0329	0,2067	1,2297	2,4593
75,0	27,4781	0,4402	1,3090	0,0366	0,2433	1,2755	2,5509
80,0	28,3646	0,4838	1,3963	0,0403	0,2836	1,3279	2,6559
85,0	29,2647	0,5287	1,4835	0,0442	0,3278	1,3879	2,7759
90,0	30,0837	0,5764	1,5708	0,0482	0,3760	1,4565	2,9130
95,0	30,5270	0,6306	1,6581	0,0527	0,4287	1,5353	3,0705
100,0	30,9673	0,6877	1,7453	0,0575	0,4862	1,6262	3,2523
105,0	31,4009	0,7481	1,8326	0,0626	0,5489	1,7313	3,4626
110,0	31,8244	0,8123	1,9199	0,0681	0,6170	1,8533	3,7065
115,0	32,2347	0,8811	2,0071	0,0739	0,6908	1,9954	3,9908
120,0	32,6286	0,9551	2,0944	0,0801	0,7710	2,1618	4,3237
125,0	33,0027	1,0355	2,1817	0,0869	0,8578	2,3580	4,7160
130,0	33,3549	1,1233	2,2689	0,0942	0,9520	2,5909	5,1818
135,0	33,6827	1,2200	2,3562	0,1022	1,0543	2,8698	5,7397
140,0	33,9825	1,3275	2,4435	0,1112	1,1654	3,2072	6,4145
145,0	34,2528	1,4482	2,5307	0,1211	1,2865	3,6202	7,2403
150,0	34,4915	1,5852	2,6180	0,1324	1,4189	4,1325	8,2649
155,0	34,6966	1,7427	2,7053	0,1452	1,5641	4,7783	9,5565
160,0	34,8661	1,9265	2,7925	0,1601	1,7242	5,6079	11,2158
165,0	35,0000	2,1445	2,8798	0,1776	1,9018	6,6980	13,3959

A yansıtıcıları Çizelge 9.51, Çizelge 9.52, Çizelge 9.53 kolon 8’de verilmiş olan her bir α açısına karşılık gelen “r” doğru parçaları esas alınarak çizilmiştir. Bu yansıtıcılar, bir önceki adımda en olumlu sonuçlara ulaşılan B yansıtıcıları ile birleştirilerek yansıtıcı kesitleri oluşturulmuştur. (θ) 60° için A_{5b} yansıtıcısı B_{5-2} , B_{5-3} , B_{5-4} yansıtıcıları ile birleştirilmiştir. (θ) 65° için A_{6b} yansıtıcısı B_{6-3} yansıtıcısı ile birleştirilirken, (θ) 70° için A_{7b} yansıtıcısı B_{7-3} yansıtıcısı ile birleştirilmiştir. Bu yansıtıcıların kesitleri Şekil 9.54’de verilmiştir.

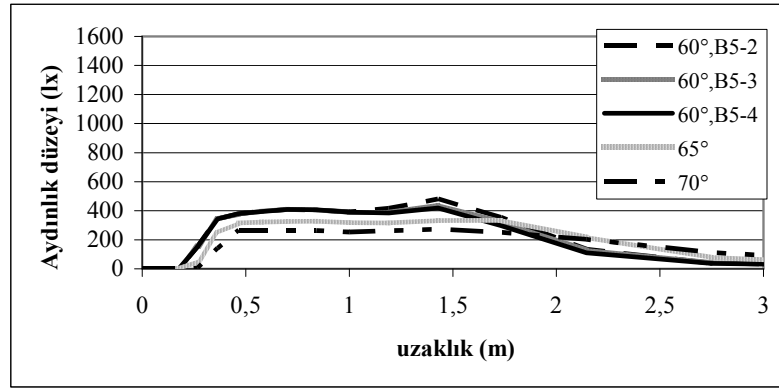


Şekil 9.54 (θ) 60° , 65° ve 70° koşulları için tasarlanan yansıtıcıların kesitleri

(θ) 60° , 65° ve 70° koşulları için tasarlanan yansıtıcıların aygıt ışık yeğirliği uzaysal dağılımının 0° - 180° yatay açısında ortaya çıkan ışık yeğirlik dağılımları Şekil 9.55’de, oluşan aydınlık dağılımları ise Şekil 9.56’da üst üste gösterilmiştir.



Şekil 9.55 (θ) 60°, 65° ve 70° koşulları için tasarlanan yansıtıcılara ait ışık yeğinlik eğrileri



Şekil 9.56 (θ) 60°, 65° ve 70° koşulları için tasarlanan yansıtıcıların lamba merkezinden 1m uzakta oluşturduğu aydınlık dağılımları

9.3.3 Sonuçların Karşılaştırılması ve Değerlendirilmesi

Uygulamalarda ulaşılan sonuçların karşılaştırılması açısından ele alınan her bir duruma ilişkin “yansıtıcının özellikleri” Çizelge 9.54’de belirtilmiş ve her bir durum için bilgisayar programı ile yapılan analizlerin sonuçları Çizelge 9.55’de gösterilmiştir.

Çizelge 9.54a Tasarlanan yansıtıcıların özellikleri

Tip	Yansıtıcı özellikleri				Tip	Yansıtıcı özellikleri			
	TK (cm)	θ	x (cm)	y (cm)		TK (cm)	θ	x (cm)	y (cm)
A ₁	2	40	22.80	3.72	A ₄ +B ₄₋₃	2	55	13.75	4.24
A ₂	2	45	18.48	3.36	A ₄ +B ₄₋₄	2	55	14.01	4.39
A ₃	2	50	15.57	3.11	A ₄ +B ₄₋₅	2	55	14.39	4.61
A ₄	2	55	13.16	2.88	A ₅	2	60	11.43	2.70
A ₄ +B ₄₋₁	2	55	13.27	3.89	A ₅ +B ₅₋₁	2	60	12.93	4.56
A ₄ +B ₄₋₂	2	55	13.47	4.06	A ₅ +B ₅₋₂	2	60	13.40	4.84

Çizelge 9.54b Tasarlanan yansıtıcıların özellikleri

Tip	Yansıtıcı özellikleri				Tip	Yansıtıcı özellikleri			
	TK (cm)	θ	x (cm)	y (cm)		TK (cm)	θ	x (cm)	y (cm)
A ₅ +B ₅₋₃	2	60	13.69	5.00	A ₆ +B ₆₋₅	2	65	12.44	4.96
A ₅ +B ₅₋₄	2	60	14.03	5.20	A _{6b} +B ₆₋₃	2	65	17.97	4.71
A _{5b} +B ₅₋₂	2	60	19.99	4.85	A ₇	2	65	8.75	2.39
A _{5b} +B ₅₋₃	2	60	20.28	5.02	A ₇ +B ₇₋₁	2	70	10.41	4.29
A _{5b} +B ₅₋₄	2	60	20.62	5.21	A ₇ +B ₇₋₂	2	70	10.65	4.43
A ₆	2	65	9.90	2.52	A ₇ +B ₇₋₃	2	70	10.93	4.59
A ₆ +B ₆₋₁	2	65	11.71	4.54	A ₇ +B ₇₋₄	2	70	11.61	4.98
A ₆ +B ₆₋₂	2	65	11.84	4.62	A ₇ +B ₇₋₅	2	70	12.04	5.23
A ₆ +B ₆₋₃	2	65	11.97	4.69	A _{7b} +B ₇₋₃	2	70	16.40	4.60
A ₆ +B ₆₋₄	2	65	12.12	4.78					

TK: yansıtıcının tepe noktası ile lamba merkezi arasındaki uzaklık, θ : aygıttan çıkan ışığın yayılma açısı, x: yansıtıcının x eksenindeki izdüşümünün uzunluğu, y: yansıtıcının y eksenindeki izdüşümünün uzunluğu

Çizelge 9.55’de,

- aydınlatma aygıtının geriverimi (η),
- “ $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.90$ ” 1. derece olumlu koşulu (D_1),
- “ $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.80$ ” 2. derece olumlu koşulu (D_2),
- “ $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.70$ ” 3. derece olumlu koşulu (D_3),
- “ $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.60$ ” 4. derece olumlu koşulu (D_4),
- “ $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.50$ ” 5. derece olumlu koşulu (D_5)

başlıklı kolonlarda sunulmuştur.

Düzgünlüğün farklı dereceler ile gösterildiği her bir durum için, aygıt ekseninden 1 m uzaklıktaki düşey düzlem üzerinde aydınlığın düzgün yayıldığı alanın yüksekliği belirtilmiştir. Söz konusu alanın yüksekliğinin,

- 0,50 m- 1,00 m olduğu koşullar açık gri,
- 1,00 m- 1,50 m olduğu koşullar orta koyulukta gri,
- 1,50 m- 2,00 m olduğu koşullar koyu gri,
- $\geq 2,00$ m olduğu koşullar çok koyu gri

olarak gösterilmiştir.

Çizelge 9.55a Aydınlığın düzgün yayılmışlığının değerlendirilmesi

Tip	θ	η (%)	Aygıt ışık yeğnlik dağılımında, düzgün yayılmış aydınlık sağlayan ışık yeğnliklerinin doğrultuları				
			D ₁ $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.90$	D ₂ $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.80$	D ₃ $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.70$	D ₄ $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.60$	D ₅ $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.50$
A ₁	40	91.1	I _{32,5} - I _{37,5} (0,12m)	I ₃₀ - I ₄₀ (0,26m)	I _{27,5} - I _{41,5} (0,36m)	I _{22,5} - I _{42,5} (0,50m)	I ₁₅ - I _{43,5} (0,68m)
A ₂	45	90.2	I _{37,5} - I _{42,5} (0,15m)	I ₃₅ - I ₄₅ (0,30m)	I ₂₅ - I _{46,5} (0,59m)	I _{18,5} - I _{47,5} (0,76m)	I _{12,5} - I _{48,5} (0,91m)
A ₃	50	89.3	I ₄₀ - I _{47,5} (0,26m)	I _{27,5} - I ₅₀ (0,67m)	I ₂₀ - I ₅₁ (0,87m)	I _{12,5} - I _{52,5} (1,08m)	I ₆ - I _{53,5} (1,25m)
A ₄	55	88.3	I ₂₅ - I _{52,5} (0,84m)	I _{17,5} - I _{54,5} (1,09m)	I _{12,5} - I ₅₅ (1,20m)	I ₅ - I _{57,5} (1,48m)	I _{2,5} - I _{58,5} (1,59m)
A ₄ +B ₄₋₁	55	89.7	I ₁₅ - I ₂₅ ; I _{32,5} - I _{47,5} (0,20;0,46m)	I ₁₀ - I ₅₀ (1,02m)	I ₅ - I _{52,5} (1,22m)	I _{2,5} - I ₅₅ (1,38m)	I _{1,5} - I _{56,5} (1,49m)
A ₄ +B ₄₋₂	55	91.5	I ₂₀ - I ₃₅ (0,34m)	I ₁₅ - I _{37,5} (0,50m)	I ₁₀ - I ₅₀ (1,02m)	I ₅ - I _{52,5} (1,22m)	I _{2,5} - I ₅₅ (1,38m)
A ₄ +B ₄₋₃	55	93.1	I ₂₀ - I ₄₅ (0,64m)	I _{17,5} - I ₅₀ (0,88m)	I ₁₅ - I _{52,5} (1,04m)	I _{12,5} - I _{53,5} (1,13m)	I ₁₀ - I ₅₅ (1,25m)
A ₄ +B ₄₋₄	55	93.9	I _{27,5} - I ₄₅ (0,48m)	I ₂₅ - I _{51,5} (0,79m)	I _{22,5} - I _{53,5} (0,94m)	I ₂₀ - I ₅₅ (1,06m)	I ₁₀ - I _{57,5} (1,39m)
A ₄ +B ₄₋₅	55	94.4	I _{37,5} - I ₅₀ (0,43m)	I ₃₅ - I _{53,5} (0,65m)	I _{27,5} - I ₅₅ (0,90m)	I _{17,5} - I _{56,5} (1,20m)	I _{7,5} - I _{57,5} (1,43m)
A ₅	60	87.3	I _{22,5} - I ₅₀ (0,78m)	I ₁₀ - I ₅₅ (1,25m)	I ₅ - I _{57,5} (1,48m)	I _{3,5} - I _{58,5} (1,57m)	I _{2,5} - I _{60,5} (1,72m)
A ₅ +B ₅₋₁	60	94.2	I _{40,5} - I _{53,5} (0,50m)	I ₃₅ - I ₅₅ (0,72m)	I ₂₀ - I _{57,5} (1,20m)	I ₅ - I ₆₀ (1,65m)	I _{2,5} - I _{61,5} (1,80m)
A ₅ +B ₅₋₂	60	94.3	I _{22,5} - I _{56,5} (1,10m)	I ₁₀ - I _{58,5} (1,46m)	I ₅ - I ₆₀ (1,65m)	I _{2,5} - I _{61,5} (1,80m)	I ₀ - I _{62,5} (1,92m)
A ₅ +B ₅₋₃	60	94.3	I _{22,5} - I _{52,5} (0,89m)	I ₁₀ - I _{56,5} (1,34m)	I ₅ - I _{58,5} (1,55m)	I _{2,5} - I _{60,5} (1,72m)	I ₀ - I _{62,5} (1,92m)
A ₅ +B ₅₋₄	60	94.3	I _{22,5} - I ₅₀ (0,78m)	I ₁₀ - I ₅₅ (1,25m)	I ₅ - I _{57,5} (1,48m)	I _{2,5} - I ₆₀ (1,69m)	I ₀ - I _{61,5} (1,84m)

η : aydınlatma aygıtının geriverimi

Çizelge 9.55b Aydınlığın düzgün yayılmışlığının değerlendirilmesi

Tip	θ	η (%)	Aygıt ışık yeğinlik dağılımında, düzgün yayılmış aydınlık sağlayan ışık yeğinciklerinin doğrultuları				
			D_1 $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.90$	D_2 $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.80$	D_3 $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.70$	D_4 $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.60$	D_5 $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.50$
$A_{5b}+B_{5-2}$	60	93.7	$I_{52,5}-I_{57,5}$ (0,26m)	$I_{25}-I_{58,5}$ (1,17m)	$I_{20}-I_{60}$ (1,37m)	$I_{18,5}-I_{61,5}$ (1,51m)	$I_{17,5}-I_{62,5}$ (1,61m)
$A_{5b}+B_{5-3}$	60	93.7	$I_{30}-I_{56,5}$ (0,94m)	$I_{20}-I_{58,5}$ (1,27m)	$I_{19,5}-I_{60,5}$ (1,41m)	$I_{17,5}-I_{62,5}$ (1,61m)	$I_{16,5}-I_{63,5}$ (1,71m)
$A_{5b}+B_{5-4}$	60	93.7	$I_{25}-I_{56,5}$ (1,05m)	$I_{20}-I_{58,5}$ (1,27m)	$I_{18,5}-I_{60}$ (1,40m)	$I_{17,5}-I_{61,5}$ (1,53m)	$I_{16,5}-I_{62,5}$ (1,63m)
A_6	65	86	$I_5-I_{47,5}$ (1,01m)	$I_{3,5}-I_{55}$ (1,36m)	$I_{2,5}-I_{57,5}$ (1,52m)	I_0-I_{60} (1,73m)	$I_0-I_{62,5}$ (1,92m)
A_6+B_{6-1}	65	93.8	$I_{45}-I_{56,5}$ (0,51m)	$I_{10}-I_{58,5}$ (1,46m)	$I_{3,5}-I_{60}$ (1,67m)	$I_{2,5}-I_{62,5}$ (1,88m)	I_0-I_{65} (2,14m)
A_6+B_{6-2}	65	93.9	$I_{30}-I_{57,5}$ (0,99m)	I_5-I_{60} (1,65m)	$I_{2,5}-I_{62,5}$ (1,88m)	$I_{1,5}-I_{63,5}$ (1,98m)	I_0-I_{65} (2,14m)
A_6+B_{6-3}	65	93.9	$I_5-I_{57,5}$ (1,48m)	$I_{3,5}-I_{61,5}$ (1,78m)	$I_{2,5}-I_{62,5}$ (1,88m)	$I_0-I_{63,5}$ (2,00m)	I_0-I_{65} (2,14m)
A_6+B_{6-4}	65	93.9	I_5-I_{55} (1,34m)	$I_{3,5}-I_{60}$ (1,67m)	$I_{2,5}-I_{62,5}$ (1,88m)	$I_0-I_{63,5}$ (2,00m)	I_0-I_{65} (2,14m)
A_6+B_{6-5}	65	93.9	$I_5-I_{47,5}$ (1,01m)	$I_{3,5}-I_{55}$ (1,36m)	$I_{2,5}-I_{60}$ (1,69m)	$I_0-I_{62,5}$ (1,92m)	I_0-I_{65} (2,14m)
$A_{6b}+B_{6-3}$	65	93.3	$I_{25}-I_{61,5}$ (1,38m)	$I_{21,5}-I_{62,5}$ (1,53m)	$I_{20}-I_{64,5}$ (1,73m)	$I_{18,5}-I_{65}$ (1,81m)	$I_{17,5}-I_{67,5}$ (2,10m)
A_7	70	84.8	I_5-I_{25} (0,38m)	$I_{2,5}-I_{47,5}$ (1,03m)	$I_{15}-I_{52,5}$ (1,04m)	$I_0-I_{57,5}$ (1,56m)	I_0-I_{60} (1,73m)
A_7+B_{7-1}	70	93.2	$I_{42,5}-I_{52,5}$ (0,39m)	$I_{40}-I_{55}$ (0,59m)	$I_5-I_{57,5}$ (1,48m)	$I_{2,5}-I_{60}$ (1,69m)	$I_0-I_{62,5}$ (1,92m)
A_7+B_{7-2}	70	93.3	$I_{7,5}-I_{17,5};$ $I_{45}-I_{57,5}$ (0,18;0,56m)	I_5-I_{60} (1,65m)	$I_{2,5}-I_{62,5}$ (1,88m)	$I_0-I_{63,5}$ (2,00m)	I_0-I_{65} (2,14m)
A_7+B_{7-3}	70	93.4	I_5-I_{25} (0,38m)	$I_{2,5}-I_{60}$ (1,69m)	$I_{1,5}-I_{62,5}$ (1,90m)	I_0-I_{64} (2,05m)	$I_0-I_{65,5}$ (2,19m)

η : aydınlatma aygıtının geriverimi

Çizelge 9.55c Aydınlığın düzgün yayılmışlığının değerlendirilmesi

Tip	θ	η (%)	Aygıt ışık yeğinlik dağılımında, düzgün yayılmış aydınlık sağlayan ışık yeğinliklerinin doğrultuları				
			D_1 $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.90$	D_2 $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.80$	D_3 $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.70$	D_4 $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.60$	D_5 $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.50$
A_7+B_{7-4}	70	93.4	$I_5- I_{25}$ (0,38m)	$I_{2,5}- I_{47,5}$ (1,05m)	$I_{1,5}- I_{53,5}$ (1,33m)	$I_0- I_{60}$ (1,73m)	$I_0- I_{62,5}$ (1,92m)
A_7+B_{7-5}	70	93.4	$I_5- I_{25}$ (0,38m)	$I_{2,5}- I_{47,5}$ (1,05m)	$I_{1,5}- I_{52,5}$ (1,28m)	$I_0- I_{57,5}$ (1,56m)	$I_0- I_{62,5}$ (1,92m)
$A_{7b}+B_{7-3}$	70	92.2	$I_{25}- I_{60}$ (1,27m)	$I_{23,5}- I_{62,5}$ (1,49m)	$I_{22,5}- I_{65}$ (1,73m)	$I_{21}- I_{67,5}$ (2,03m)	$I_{20}- I_{68,5}$ (2,17m)

η : aydınlatma aygıtının geriverimi

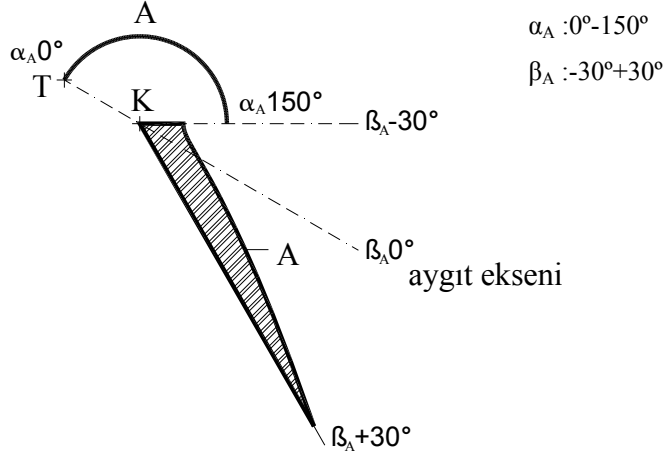
Farklı yaklaşımlar ile ulaşılan ve Çizelge 9.55a, 9.55b ve 9.55c’de sunulan sonuçların değerlendirilmesi aşağıdaki gibi yapılabilir:

- A_6+B_{6-3} (θ) 65° , A_6+B_{6-3} (θ) 65° , A_7+B_{7-2} (θ) 70° , A_7+B_{7-3} (θ) 70° , $A_{7b}+B_{7-3}$ (θ) 70° yansıtıcıları için, 4. ve 5. derece olumlu düzgünlük için; A_6+B_{6-1} (θ) 65° , A_6+B_{6-2} (θ) 65° , A_6+B_{6-5} (θ) 65° , $A_{6b}+B_{6-3}$ (θ) 65° aydınlanan alanın yüksekliği $\geq 2,00$ m olmaktadır.
- A_6+B_{6-2} (θ) 65° , A_6+B_{6-3} (θ) 65° için 2.,3. ve 4. derece olumlu düzgünlük için; A_5+B_{5-2} (θ) 60° , A_5+B_{5-3} (θ) 60° , A_6 (θ) 65° için 3.,4. ve 5. derece olumlu düzgünlük için; A_6+B_{6-3} (θ) 65° , A_6+B_{6-4} (θ) 65° , A_7+B_{7-2} (θ) 70° , A_7+B_{7-} (θ) 70° için 2. ve 3. derece olumlu düzgünlük için; A_5 (θ) 60° , A_5+B_{5-1} (θ) 60° , A_5+B_{5-4} (θ) 60° , $A_{5b}+B_{5-3}$ (θ) 60° , $A_{5b}+B_{5-4}$ (θ) 60° , A_7 (θ) 70° , A_7+B_{7-1} (θ) 70° , A_7+B_{7-4} (θ) 70° , A_7+B_{7-5} (θ) 70° için 4. ve 5. derece olumlu düzgünlük için; $A_{7b}+B_{7-3}$ (θ) 70° için 3. derece olumlu düzgünlük için; A_4 (θ) 55° için 5. derece olumlu düzgünlük için; aydınlanan alanın yüksekliği 1,50-2,00 m arasında olmaktadır.

Sonuçlar incelendiğinde (θ) 65° ve 70° koşulları için 9.3.2’de açıklanan “üst yansıtıcı parçası sınırlarının aydınlık dağılımını iyileştirmek amacıyla uzatılması” durumunda, (θ) 60° için 9.3.1.3’de tasarlanan yansıtıcılar ile en olumlu sonuçlara ulaşıldığı görülür. (θ) 55° koşulu için 9.3.1’de açıklanan “ışık kaynağının üst yansıtıcıyı görme açısı ile veri alınan θ açısı toplamının 180° olduğu durum” durumunda tasarlanan üst yansıtıcı ile en olumlu sonuca ulaşılmıştır. Ancak, üst yansıtıcı tek başına kullanılamayacağı için 9.3.1.4’te açıklanan “(θ) 55° için alt yansıtıcı tasarımı” durumu için tasarlanan yansıtıcılardan $(1)\beta_{+27,5}$ durumunda en olumlu sonuca ulaşılmıştır. (θ) 50° , (θ) 45° , (θ) 40° koşulları için 9.3.1’te açıklanan durumda tasarlanan yansıtıcılar ile sağlanan aydınlık dağılımları açılı küçüldükçe düzgünsüzleşmektedir.

9.4 ÜST YANSITICININ, IŞIK YEĞİNLİK DAĞILIMININ BÜTÜNÜNÜN VERİ ALINARAK TASARLANMASI

9.3. bölümde, veri oluşturan ışık yeğnlik dağılımının alt yarısı dikkate alınarak üst yansıtıcı biçimlendirilmiştir. Bu bölümde, veri oluşturan ışık yeğnlik ışık yeğnlik dağılımının bütünü göz önüne alınarak yansıtıcının üst parçası oluşturulmuştur. Yansıtıcı tasarımında izlenen yol θ : 60° örneği üzerinde aşağıda açıklanmıştır.



α : Işığın yansıtıcı yüzeye geliş doğrultusunun aygıt eksenini ile yaptığı açı

β : Işığın yansıtıcı yüzeyden yansıma doğrultusunun aygıt eksenini ile yaptığı açı

Şekil 9.57 Elde edilmek istenen aygıt ışık yeğnlik eğrisi

- 1) Elde edilmek istenen ışık yeğnlik eğrisi (θ) 60° örneği için Şekil 9.57'deki gibi tanımlanmıştır.
- 2) Işığın yansıtıcının başlangıç noktasından ve yansıtıcının etek noktasından yansıma doğrultusunun aygıt eksenini ile yaptığı açı (α_{mak}) 30° , ışığın bu noktaya geliş doğrultusunun aygıt eksenini ile yaptığı açı (β_{mak}) 150° olarak saptanmıştır.

$$\theta_A = 60^\circ$$

$$\beta_{\text{mak } A} = 60^\circ / 2 = 30^\circ$$

$$\alpha_{\text{mak } A} = 180^\circ - 30^\circ = 150^\circ$$

(9.4)

Çizelge 9.56 A yansıtıcısı için α açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri

α açıları	Kümülatif hacim açıları (str)	hacim açıları içindeki kümülatif ışık akısı (%)
0	0,0000	0,0000
5	0,0245	0,2090
10	0,0955	0,8146
15	0,2143	1,8274
20	0,3795	3,2369
25	0,5887	5,0214
30	0,8419	7,1811
35	1,1366	9,6945
40	1,4702	12,5402
45	1,8403	15,6967
50	2,2449	19,1479
55	2,6797	22,8564
60	3,1415	26,7953
65	3,6278	30,9432
70	4,1342	35,2626
75	4,6570	39,7213
80	5,1923	44,2872
85	5,7358	48,9228
90	6,2830	53,5906
95	6,8302	58,2583
100	7,3737	62,8939
105	7,9090	67,4598
110	8,4318	71,9185
115	8,9382	76,2379
120	9,4245	80,3859
125	9,8863	84,3248
130	10,3211	88,0332
135	10,7257	91,4845
140	11,0958	94,6409
145	11,4294	97,4866
150	11,7241	100,0000

- 3) A yansıtıcısı için α açısına karşılık gelen β açısını bulabilmek için, α açıları için 0° den başlayarak 150° ye kadar olan bölgeler içindeki kümülatif ışık akıları oranları (Çizelge 9.56) ve β açıları için -30° den başlayarak $+30^\circ$ ye kadar bölgeler içindeki kümülatif ışık akıları oranları (Çizelge 9.57) belirlenerek her α açısına karşılık gelen β açıları 9.2. bölümde “3.adımda” uygulanan işlemler uyarınca belirlenmiştir.

Çizelge 9.57 A yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri

β açısı bölgeleri (derece)	Ortalama Doğrultu (derece)	Hacim açısı (bölge çarpanı, str)	Bölgenin orta doğrultusundaki ışık yoğunluğu (cd)	Bölge ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (%)
-30- -25	-27,5	0,2532	1,0029	0,25	0,2539	5,6640
-25- -20	-22,5	0,2092	1,0261	0,21	0,4686	10,4526
-20- -15	-17,5	0,1652	1,0746	0,18	0,6462	14,4135
-15- -10	-12,5	0,1187	1,1528	0,14	0,7831	17,4669
-10- -5	-7,5	0,0710	1,2681	0,09	0,8731	19,4751
-5- 0	-2,5	0,0245	1,4329	0,04	0,9082	20,2582
0- 5	2,5	0,0245	1,6669	0,04	0,9491	21,1693
5- 10	7,5	0,0710	2,0026	0,14	1,0913	24,3407
10- 15	12,5	0,1187	2,4952	0,30	1,3876	30,9499
15- 20	17,5	0,1652	3,2430	0,54	1,9234	42,9030
20- 25	22,5	0,2092	4,4326	0,93	2,8508	63,5891
25- 30	27,5	0,2532	6,4469	1,63	4,4832	100,0000

- 4) Her bir α açısına karşılık gelen “r” doğru parçaları, 9.2. bölümde “4-9.adımlar arasında” uygulanan işlemler uyarınca belirlenmiştir.

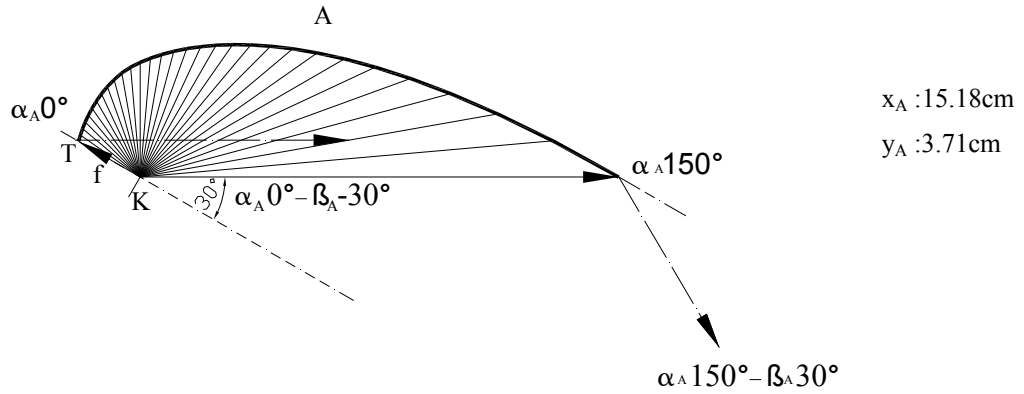
A yansıtıcısını belirleyebilmek için aygıt eksenini çizilmiş ve bu eksen üzerinde nokta kaynak varsayılan ışık kaynağının (K) yeri ile K noktasından 2 cm uzaklığındaki yansıtıcı tepe noktasının (T) yeri işaretlenmiş ve Çizelge 9.58, kolon 8’de verilmiş olan her bir α açısına karşılık gelen “r” doğru parçaları, başlangıç noktası ışık kaynağı merkezi (K) alınarak çizilmiş ve bunların uç noktaları birleştirilerek yansıtıcının kesiti çizilmiştir (Şekil 9.58).

Çizelge 9.58a A yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	-30,0000	0,2679	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
5,0	-29,8155	0,3135	0,0873	0,0254	0,0254	1,0257	2,0514
10,0	-29,2809	0,3569	0,1745	0,0293	0,0546	1,0561	2,1123
15,0	-28,3868	0,3978	0,2618	0,0329	0,0876	1,0915	2,1830
20,0	-27,1426	0,4363	0,3491	0,0364	0,1239	1,1320	2,2639
25,0	-25,5672	0,4723	0,4363	0,0396	0,1636	1,1777	2,3555
30,0	-23,4159	0,5031	0,5236	0,0426	0,2062	1,2289	2,4579
35,0	-20,7916	0,5294	0,6109	0,0451	0,2512	1,2856	2,5712
40,0	-17,3648	0,5471	0,6981	0,0470	0,2982	1,3474	2,6948
45,0	-12,8987	0,5532	0,7854	0,0480	0,3462	1,4137	2,8273
50,0	-5,8145	0,5296	0,8727	0,0472	0,3934	1,4821	2,9641
55,0	7,6598	0,4383	0,9599	0,0422	0,4357	1,5460	3,0920
60,0	11,8569	0,4467	1,0472	0,0386	0,4743	1,6069	3,2137
65,0	14,9950	0,4664	1,1345	0,0398	0,5141	1,6722	3,3444

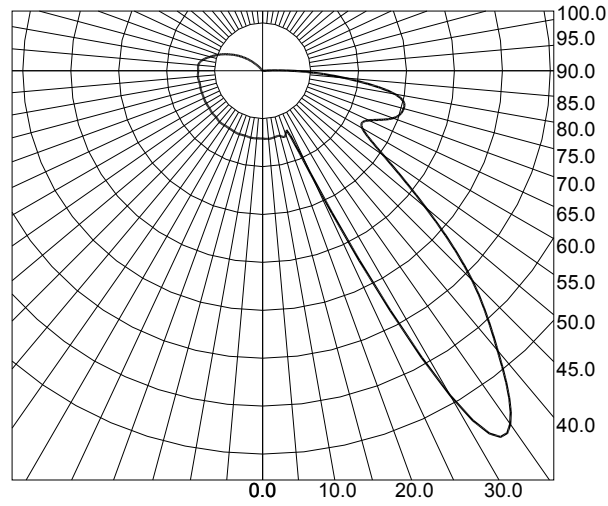
Çizelge 9.58b A yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
70,0	16,8040	0,5007	1,2217	0,0422	0,5563	1,7442	3,4885
75,0	18,6691	0,5354	1,3090	0,0452	0,6015	1,8249	3,6498
80,0	20,3346	0,5735	1,3963	0,0484	0,6499	1,9154	3,8308
85,0	21,4550	0,6194	1,4835	0,0520	0,7020	2,0177	4,0354
90,0	22,5833	0,6671	1,5708	0,0561	0,7581	2,1342	4,2684
95,0	23,7115	0,7171	1,6581	0,0604	0,8185	2,2671	4,5342
100,0	24,8320	0,7697	1,7453	0,0649	0,8834	2,4190	4,8381
105,0	25,5315	0,8312	1,8326	0,0699	0,9532	2,5941	5,1881
110,0	26,1438	0,8981	1,9199	0,0755	1,0287	2,7974	5,5947
115,0	26,7370	0,9701	2,0071	0,0815	1,1102	3,0350	6,0699
120,0	27,3066	1,0482	2,0944	0,0881	1,1983	3,3143	6,6287
125,0	27,8475	1,1333	2,1817	0,0952	1,2934	3,6453	7,2907
130,0	28,3567	1,2271	2,2689	0,1030	1,3964	4,0408	8,0816
135,0	28,8306	1,3311	2,3562	0,1116	1,5081	4,5180	9,0359
140,0	29,2641	1,4478	2,4435	0,1213	1,6293	5,1004	10,2008
145,0	29,6549	1,5802	2,5307	0,1321	1,7614	5,8208	11,6416
150,0	30,0000	1,7321	2,6180	0,1445	1,9060	6,7259	13,4517

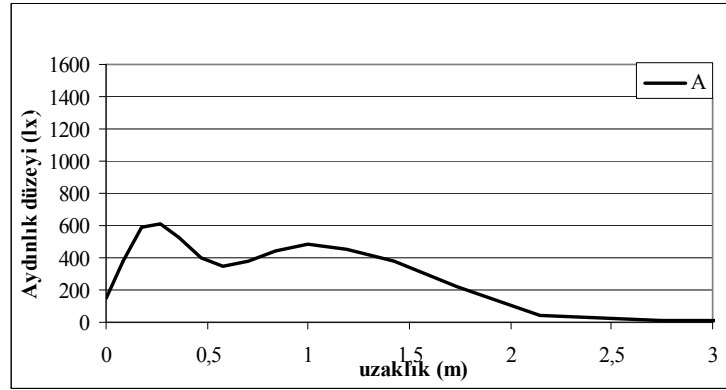


Şekil 9.58 A yansıtıcısının kesiti

A yansıtıcısının aygıt ışık yeğirliğı uzaysal dağılımının 0°-180° yatay açısında ortaya çıkan ışık yeğirlik dağılımları Şekil 9.59'da, oluşan yansıtıcının ışık yeğirlik dağılımı ise Şekil 9.60'da gösterilmiştir.



Şekil 9.59 A yansıtıcısının ışık yeğirlik dağılımı

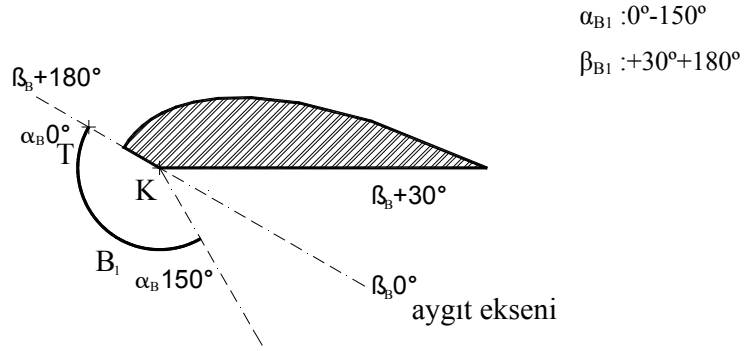


Şekil 9.60 A yansıtıcısının lamba merkezinden 1m uzaklıkta oluşturduğu aydınlık dağılımı

Aşağıdaki bölümlerde yansıtıcı alt parçasının biçimlendirilmesinde yararlanılan iki ayrı yol tanıtılmıştır.

9.4.1 Alt Yansıtıcıdan Yansıyan Işığın Üst Yansıtıcıya Farklı Niceliklerde Yönlendirildiği Durum

Tasarımında izlenen yol yukarıda verilmiş olan üst yansıtıcı ile birlikte kullanılacak alt yansıtıcı iki ayrı yol izlenerek oluşturulmuştur. Bu bölümde, yansıtıcı alt parçası, bu parçaya düşen ışığı farklı niceliklerde üst yansıtıcıya yönlendirecek biçimde oluşturulmuştur. Alt yansıtıcıdan yansıyan ışığın hangi doğrultuda ne nicelikte olması gerektiği çok yönlü araştırılmış ve en olumlu sonuca $\beta_B + 180^\circ$ doğrultusuna yansıyan ışığın sekiz katının $\beta_B + 30^\circ$ doğrultusuna yansıtıldığı durumda ulaşıldığı görülmüştür. Buna göre, alt yansıtıcının biçimlendirilmesinde veri alınan ışık yeğirlik dağılımının Şekil 9.61'de verildiği gibi olması gerekmiştir. Yansıtıcının biçimlendirilmesinde sırası ile aşağıdaki işlemler yapılmıştır.



Şekil 9.61 Alt yansıtıcının (B_1) biçimlendirilmesinde hedeflenen ışık yeğinlik dağılımı

- 1) B_1 yansıtıcısı (alt yansıtıcı) için α açısına karşılık gelen β açısını bulabilmek için, α açıları için 0° den başlayarak 150° ye kadar olan bölgeler içindeki kümülatif ışık akısı oranları (Çizelge 9.56) ve β açıları için $+30^\circ$ den başlayarak $+180^\circ$ ye kadar bölgeler içindeki kümülatif ışık akıları oranları (Çizelge 9.59) belirlenerek her α açısına karşılık gelen β açıları 9.2 bölümde “3.adımda” uygulanan işlemler uyarınca belirlenmiştir.

Çizelge 9.59 B_1 yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri

β açısı bölgeleri (derece)	Ortalama Doğrultu (derece)	Hacim açısı (bölge çarpanı, str)	Bölgenin orta doğrultusundaki ışık yeğnliği (cd)	Bölge ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (%)
30,0- 42,5	36,25	0,8093	6,4469	5,22	5,2172	18,8669
42,5- 55,0	48,75	1,0285	4,4326	4,56	9,7762	35,3539
55,0- 67,5	61,25	1,1994	3,2430	3,89	13,6660	49,4205
67,5- 80,0	73,75	1,3131	2,4952	3,28	16,9425	61,2696
80,0- 92,5	86,25	1,3647	2,0026	2,73	19,6755	71,1527
92,5- 105,0	98,75	1,3521	1,6669	2,25	21,9293	79,3033
105,0- 117,5	111,25	1,2748	1,4329	1,83	23,7560	85,9092
117,5- 130,0	123,75	1,1372	1,2681	1,44	25,1981	91,1243
130,0- 142,5	136,25	0,9462	1,1528	1,09	26,2889	95,0689
142,5- 155,0	148,75	0,7100	1,0746	0,76	27,0518	97,8280
155,0- 167,5	161,25	0,4392	1,0261	0,45	27,5025	99,4577
167,5- 180,0	173,75	0,1495	1,0029	0,15	27,6524	100,0000

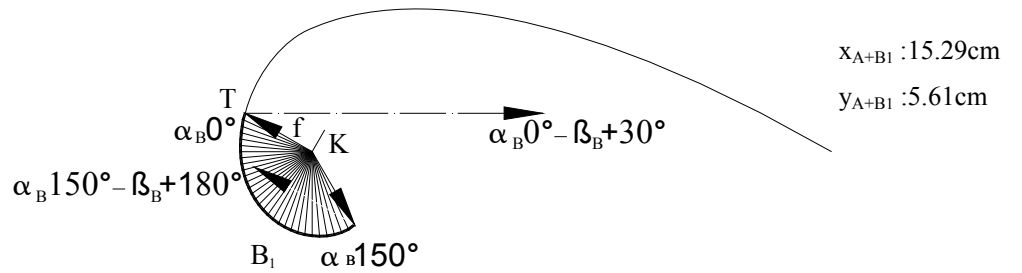
- 2) Her bir α açısına karşılık gelen “r” doğru parçaları, 9.2 bölümde “4-9.adımlar arasında” uygulanan işlemler uyarınca belirlenmiştir.

B_1 yansıtıcısını belirleyebilmek için aygıt eksenini çizilmiş ve bu eksen üzerinde nokta kaynak varsayılan ışık kaynağının (K) yeri ile K noktasından 2 cm uzaklığındaki yansıtıcı tepe noktasının (T) yeri işaretlenmiş ve Çizelge 9.60, kolon 8’de verilmiş olan her bir α açısına

karşılık gelen “r” doğru parçaları, başlangıç noktası ışık kaynağı merkezi (K) alınarak çizilmiş ve bunların uç noktaları birleştirilerek yansıtıcının kesiti çizilmiştir (Şekil 9.62).

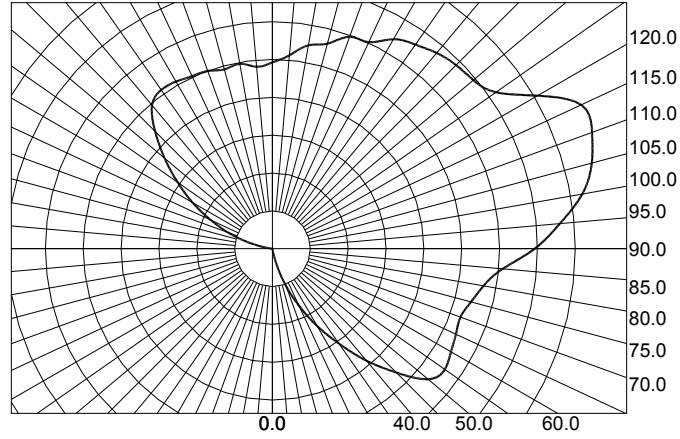
Çizelge 9.60 B₁ yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	30,0000	-0,2679	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
5,0	30,1385	-0,2230	0,0873	-0,0214	-0,0214	0,9788	1,9576
10,0	30,5397	-0,1812	0,1745	-0,0176	-0,0391	0,9617	1,9234
15,0	31,2107	-0,1424	0,2618	-0,0141	-0,0532	0,9482	1,8964
20,0	32,1445	-0,1064	0,3491	-0,0109	-0,0640	0,9380	1,8760
25,0	33,3269	-0,0728	0,4363	-0,0078	-0,0718	0,9307	1,8613
30,0	34,7578	-0,0415	0,5236	-0,0050	-0,0768	0,9260	1,8521
35,0	36,4230	-0,0124	0,6109	-0,0024	-0,0792	0,9239	1,8477
40,0	38,3083	0,0148	0,6981	0,0001	-0,0791	0,9240	1,8479
45,0	40,3996	0,0402	0,7854	0,0024	-0,0767	0,9262	1,8523
50,0	42,7131	0,0637	0,8727	0,0045	-0,0722	0,9304	1,8608
55,0	45,5247	0,0829	0,9599	0,0064	-0,0658	0,9363	1,8727
60,0	48,5111	0,1006	1,0472	0,0080	-0,0578	0,9439	1,8878
65,0	51,6559	0,1170	1,1345	0,0095	-0,0483	0,9529	1,9058
70,0	54,9308	0,1323	1,2217	0,0109	-0,0374	0,9633	1,9266
75,0	58,8811	0,1416	1,3090	0,0119	-0,0254	0,9749	1,9498
80,0	62,9385	0,1500	1,3963	0,0127	-0,0127	0,9874	1,9747
85,0	67,0578	0,1579	1,4835	0,0134	0,0007	1,0007	2,0014
90,0	71,8991	0,1593	1,5708	0,0138	0,0146	1,0147	2,0293
95,0	76,8233	0,1600	1,6581	0,0139	0,0285	1,0289	2,0578
100,0	82,0543	0,1579	1,7453	0,0139	0,0424	1,0433	2,0865
105,0	87,8292	0,1510	1,8326	0,0135	0,0558	1,0574	2,1148
110,0	93,6745	0,1434	1,9199	0,0128	0,0687	1,0711	2,1422
115,0	100,2988	0,1290	2,0071	0,0119	0,0806	1,0839	2,1678
120,0	107,0484	0,1135	2,0944	0,0106	0,0911	1,0954	2,1909
125,0	114,5019	0,0919	2,1817	0,0090	0,1001	1,1053	2,2106
130,0	122,5911	0,0647	2,2689	0,0068	0,1069	1,1129	2,2257
135,0	131,1413	0,0337	2,3562	0,0043	0,1112	1,1177	2,2353
140,0	141,1439	-0,0100	2,4435	0,0010	0,1123	1,1188	2,2376
145,0	153,4533	-0,0739	2,5307	-0,0037	0,1086	1,1147	2,2295
150,0	180,0000	-0,2679	2,6180	-0,0149	0,0937	1,0982	2,1964

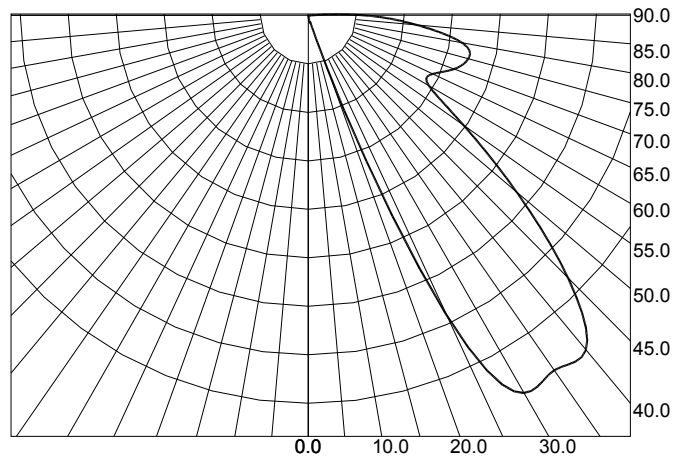


Şekil 9.62 Alt yansıtıcının (B₁) kesiti

Şekil 9.62’de verilen B_1 yansıtıcısının kesiti ve yansıtıcının Şekil 9.58’de kesiti verilen A yansıtıcısıyla birleştirilmesiyle oluşan yansıtıcının kesiti 3 boyuta dönüştürülmüş ve bilgisayar simülasyon programı ile analiz edilmiştir. B_1 yansıtıcısının aygıt ışık yeğirliği uzaysal dağılımının 0° - 180° yatay açısında ortaya çıkan ışık yeğirlik dağılımı Şekil 9.63’te, oluşan yansıtıcının ışık yeğirlik dağılımı ise Şekil 9.64’de gösterilmiştir.

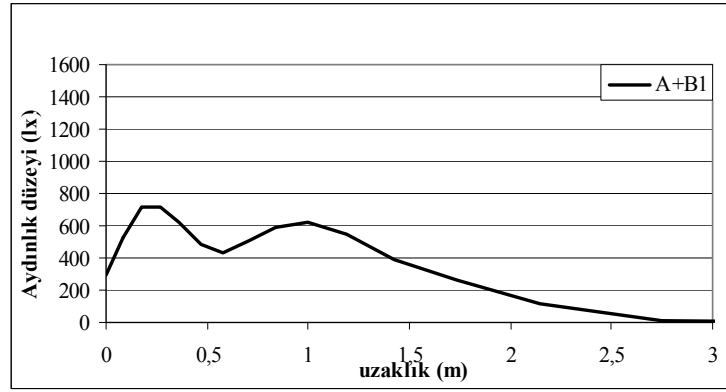


Şekil 9.63 B_1 yansıtıcısının ışık yeğirlik dağılımı



Şekil 9.64 A ve B_1 yansıtıcısının birleştirilmesiyle oluşan yansıtıcının ışık yeğirlik dağılımı

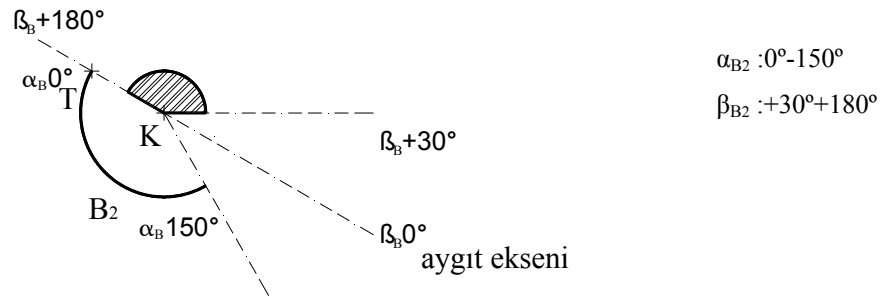
A ve B_1 yansıtıcılarının birleştirilmesiyle oluşan yansıtıcının lamba merkezinden 1m uzaklıktaki dūřey dūzlem üzerinde oluşturduğu aydınlık dağılımı Şekil 9.65’de verilmiştir.



Şekil 9.65 A ve B₁ yansıtıcılarının birleştirilmesiyle oluşan yansıtıcının lamba merkezinden 1m uzaklıkta oluşturduğu aydınlık dağılımı

9.4.2 Alt Yansıtıcıdan Yansıyan Işığın Üst Yansıtıcıya Eşit Niceliklerde Yönlendirildiği Durum

Bu bölümde, alt yansıtıcının biçimlendirilmesinde izlenen bir ikinci yol açıklanmıştır. Burada, alt yansıtıcı parçası, bu parçaya düşen ışığı eşit niceliklerde üst yansıtıcıya yönlendirecek biçimde oluşturulmuştur. Buna göre, alt yansıtıcının biçimlendirilmesinde veri alınan ışık yeğirlik dağılımı Şekil 9.66'daki gibi tanımlanmış, aşağıda verilen yol izlenerek söz konusu yansıtıcının tasarımı yapılmıştır.



Şekil 9.66 Alt yansıtıcının (B₂) biçimlendirilmesinde hedeflenen ışık yeğirlik dağılımı

- 1) B₂ yansıtıcısı için α açısına karşılık gelen β açısını bulabilmek için, α açıları için 0° den başlayarak 150° ye kadar olan bölgeler içindeki kümülatif ışık akıları oranları (Çizelge 9.56) ve β açıları için +30° den başlayarak +180° ye kadar bölgeler içindeki kümülatif ışık akıları oranları (Çizelge 9.61) belirlenerek her α açısına karşılık gelen β açıları 9.2. bölümde “3.adımda” uygulanan işlemler uyarınca belirlenmiştir .

Çizelge 9.61 B₂ yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri

β açısı bölgeleri (derece)	Ortalama Doğrultu (derece)	Hacim açısı (bölge çarpanı, str)	Bölgenin orta doğrultusundaki ışık yeğinliği (cd)	Bölge ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (%)
30- 45	37,5	0,9984	1,0000	1,00	0,9984	8,5155
45- 60	52,5	1,3012	1,0000	1,30	2,2996	19,6141
60- 75	67,5	1,5155	1,0000	1,52	3,8150	32,5402
75- 90	82,5	1,6260	1,0000	1,63	5,4411	46,4094
90- 105	97,5	1,6260	1,0000	1,63	7,0671	60,2787
105- 120	112,5	1,5155	1,0000	1,52	8,5826	73,2047
120- 135	127,5	1,3012	1,0000	1,30	9,8838	84,3033
135- 150	142,5	0,9984	1,0000	1,00	10,8822	92,8189
150- 165	157,5	0,6277	1,0000	0,63	11,5098	98,1726
165- 180	172,5	0,2143	1,0000	0,21	11,7241	100,0000

- 2) Her bir α açısına karşılık gelen “r” doğru parçaları, 9.2. bölümde “4-9.adımlar arasında” uygulanan işlemler uyarınca belirlenmiştir.

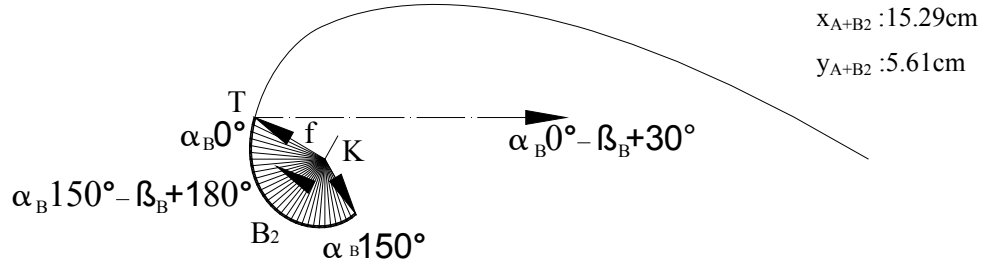
Çizelge 9.62a B2 yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	30,0000	-0,2679	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
5,0	30,3682	-0,2251	0,0873	-0,0215	-0,0215	0,9787	1,9574
10,0	31,4349	-0,1893	0,1745	-0,0181	-0,0396	0,9612	1,9224
15,0	33,2190	-0,1603	0,2618	-0,0153	-0,0548	0,9466	1,8933
20,0	35,7017	-0,1379	0,3491	-0,0130	-0,0679	0,9344	1,8688
25,0	38,8452	-0,1214	0,4363	-0,0113	-0,0792	0,9239	1,8478
30,0	42,6495	-0,1108	0,5236	-0,0101	-0,0893	0,9146	1,8291
35,0	46,5934	-0,1015	0,6109	-0,0093	-0,0986	0,9061	1,8123
40,0	50,4394	-0,0914	0,6981	-0,0084	-0,1070	0,8985	1,7971
45,0	54,7055	-0,0849	0,7854	-0,0077	-0,1147	0,8917	1,7833
50,0	59,3699	-0,0820	0,8727	-0,0073	-0,1220	0,8852	1,7704
55,0	63,7624	-0,0766	0,9599	-0,0069	-0,1289	0,8791	1,7582
60,0	68,3333	-0,0729	1,0472	-0,0065	-0,1354	0,8734	1,7467
65,0	73,1468	-0,0712	1,1345	-0,0063	-0,1417	0,8679	1,7358
70,0	77,9444	-0,0694	1,2217	-0,0061	-0,1478	0,8626	1,7252
75,0	82,7666	-0,0679	1,3090	-0,0060	-0,1538	0,8574	1,7149
80,0	87,7048	-0,0673	1,3963	-0,0059	-0,1597	0,8524	1,7048
85,0	92,7183	-0,0675	1,4835	-0,0059	-0,1656	0,8474	1,6948
90,0	97,7666	-0,0679	1,5708	-0,0059	-0,1715	0,8424	1,6848
95,0	102,8149	-0,0683	1,6581	-0,0059	-0,1774	0,8374	1,6748
100,0	108,0348	-0,0702	1,7453	-0,0060	-0,1835	0,8324	1,6647
105,0	113,3333	-0,0729	1,8326	-0,0062	-0,1897	0,8272	1,6544
110,0	118,5075	-0,0744	1,9199	-0,0064	-0,1962	0,8219	1,6438

Çizelge 9.62b B₂ yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

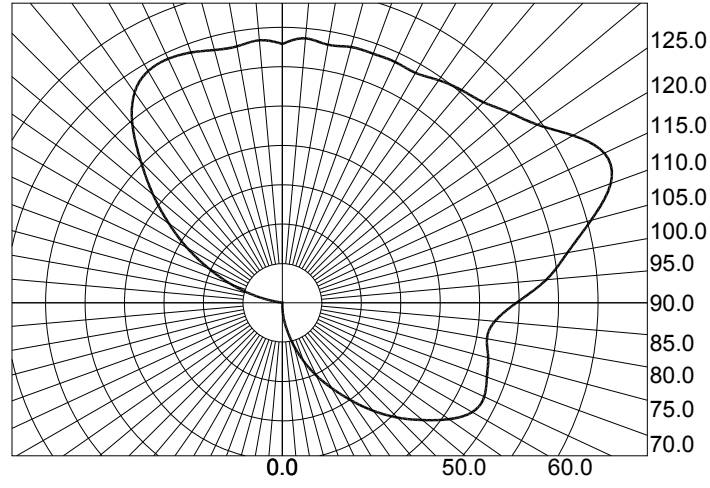
α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
115,0	124,0995	-0,0796	2,0071	-0,0067	-0,2029	0,8164	1,6328
120,0	129,7055	-0,0849	2,0944	-0,0072	-0,2100	0,8105	1,6211
125,0	135,0378	-0,0878	2,1817	-0,0075	-0,2176	0,8045	1,6089
130,0	141,5702	-0,1013	2,2689	-0,0083	-0,2258	0,7978	1,5957
135,0	147,6495	-0,1108	2,3562	-0,0093	-0,2351	0,7905	1,5810
140,0	155,1051	-0,1326	2,4435	-0,0106	-0,2457	0,7821	1,5643
145,0	163,0781	-0,1591	2,5307	-0,0127	-0,2584	0,7723	1,5445
150,0	180,0000	-0,2679	2,6180	-0,0186	-0,2771	0,7580	1,5160

B₂ yansıtıcısını belirleyebilmek için aygıt eksenini çizilmiş ve bu eksen üzerinde nokta kaynak varsayılan ışık kaynağının (K) yeri ile K noktasından 2 cm uzaklığındaki yansıtıcı tepe noktasının (T) yeri işaretlenmiş ve Çizelge 9.62, kolon 8’de verilmiş olan her bir α açısına karşılık gelen “r” doğru parçaları, başlangıç noktası ışık kaynağı merkezi (K) alınarak çizilmiş ve bunların uç noktaları birleştirilerek yansıtıcının kesiti çizilmiştir (Şekil 9.67).

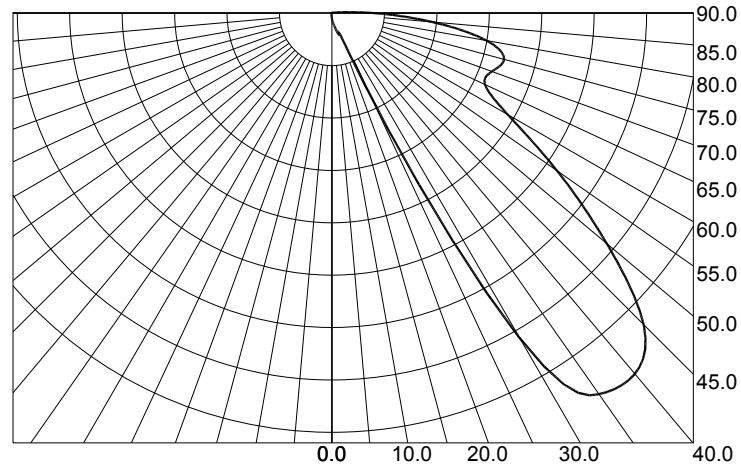


Şekil 9.67 Alt Yansıtıcının (B₂) kesiti

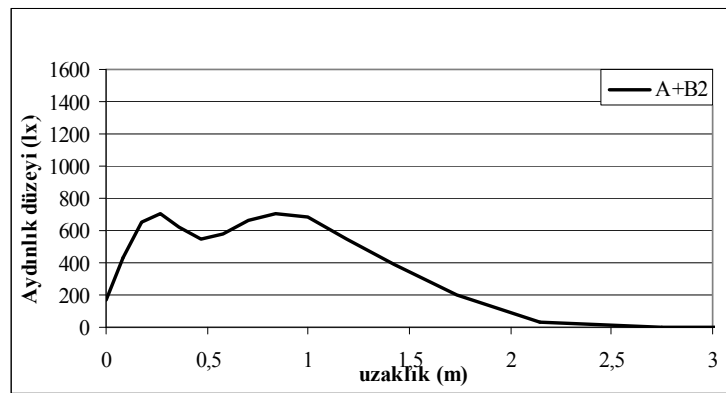
Şekil 9.67’de verilen B₂ yansıtıcısının kesiti ve yansıtıcının Şekil 9.58’de kesiti verilen A yansıtıcısıyla birleştirilmesiyle oluşan yansıtıcının kesiti 3 boyuta dönüştürülmüş ve bilgisayar simülasyon programı ile analiz edilmiştir. B yansıtıcısının aygıt ışık yeğirliği uzaysal dağılımının 0°-180° yatay açısında ortaya çıkan ışık yeğirlik dağılımı Şekil 9.68’de, oluşan yansıtıcının ışık yeğirlik dağılımı ise Şekil 9.69’da gösterilmiştir. A ve B₂ yansıtıcılarının birleştirilmesiyle oluşan yansıtıcının lamba merkezinden 1m uzaklıktaki düşey düzlem üzerinde oluşturduğu aydınlık dağılımı ise Şekil 9.70’de verilmiştir.



Şekil 9.68 B₂ yansıtıcısının ışık yeğirlik dağılımı



Şekil 9.69 A ve B₂ yansıtıcısının birleştirilmesiyle oluşan yansıtıcının ışık yeğirlik dağılımı



Şekil 9.70 A ve B₂ yansıtıcılarının birleştirilmesiyle oluşan yansıtıcının lamba merkezinden 1m uzaklıkta oluşturduğu aydınlık dağılımı

9.4.3 Sonuçların Karşılaştırılması ve Değerlendirilmesi

Sonuçların birbiri ile karşılaştırılması açısından ele alınan her bir durum için yansıtıcı özellikleri Çizelge 9.63'te, düşey düzlem üzerindeki aydınlığın düzgünlüğünün değerlendirilmesi Çizelge 9.64'de belirtilmiştir.

Çizelge 9.63 Tasarlanan yansıtıcıların özellikleri

Tip	Yansıtıcı özellikleri				Tip	Yansıtıcı özellikleri			
	TK (cm)	θ	x (cm)	y (cm)		TK (cm)	θ	x (cm)	y (cm)
A	2	60	15.18	3.71	A+B ₁	2	60	15.29	5.61
					A+B ₂	2	60	15.29	5.33

TK: yansıtıcının tepe noktası ile lamba merkezi arasındaki uzaklık, θ : aygıttan çıkan ışığın yayılma açısı, x: yansıtıcının x eksenindeki izdüşümünün uzunluğu, y: yansıtıcının y eksenindeki izdüşümünün uzunluğu

Çizelge 9.64'de,

- aydınlatma aygıtının geriverimi (η),
- " $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.90$ " 1. derece olumlu koşulu (D_1),
- " $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.80$ " 2. derece olumlu koşulu (D_2),
- " $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.70$ " 3. derece olumlu koşulu (D_3),
- " $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.60$ " 4. derece olumlu koşulu (D_4),
- " $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.50$ " 5. derece olumlu koşulu (D_5)

başlıklı kolonlarda sunulmuştur.

Düzgünlüğün farklı dereceler ile gösterildiği her bir durum için, aygıt ekseninden 1 m uzaklıktaki düşey düzlem üzerinde aydınlığın düzgün yayıldığı alanın yüksekliği belirtilmiştir. Söz konusu alanın yüksekliğinin,

- 0,50 m- 1,00 m olduğu koşullar açık gri,
- 1,00 m- 1,50 m olduğu koşullar orta koyulukta gri,
- 1,50 m- 2,00 m olduğu koşullar koyu gri,
- $\geq 2,00$ m olduğu koşullar çok koyu gri

olarak gösterilmiştir.

Çizelge 9.64 Aydınlığın düzgün yayılmışlığının değerlendirilmesi

Tip	θ	η (%)	Aygıt ışık yeğirlik dağılımında, düzgün yayılmış aydınlık sağlayan ışık yeğirliklerinin doğrultuları				
			D ₁ $E_{\max}-E_{\max}\cdot0.90$	D ₂ $E_{\max}-E_{\max}\cdot0.80$	D ₃ $E_{\max}-E_{\max}\cdot0.70$	D ₄ $E_{\max}-E_{\max}\cdot0.60$	D ₅ $E_{\max}-E_{\max}\cdot0.50$
A	60	97.0	I _{8,5} - I ₂₀ (0,22m)	I _{7,5} - I _{21,5} (0,26m)	I _{5,5} - I _{24,5} ; I _{39,5} - I _{50,5} (0,36m;0,39m)	I ₅ - I _{27,5} ; I _{32,5} - I ₅₅ (0,44m;0,79m)	I _{3,5} - I _{55,5} (1,39m)
A+B ₁	60	77.4	I _{7,5} - I _{17,5} (0,18m)	I _{5,5} - I _{20,5} ; I ₄₀ - I _{48,5} (0,28m;0,30m)	I ₅ - I ₂₅ ; I ₃₅ - I _{51,5} (0,38m;0,55m)	I _{3,5} - I _{53,5} (1,29m)	I _{1,5} - I _{55,5} (1,43m)
A+B ₂	60	72.3	I ₁₀ - I ₂₀ ; I _{32,5} - I _{46,5} (0,19m;0,42m)	I _{7,5} - I _{22,5} ; I _{27,5} - I _{49,5} (0,28m;0,65m)	I _{6,5} - I _{51,5} (1,14m)	I ₅ - I _{53,5} (1,27m)	I _{3,5} - I _{55,5} (1,39m)

Çizelge 9.64'te de görüldüğü gibi,

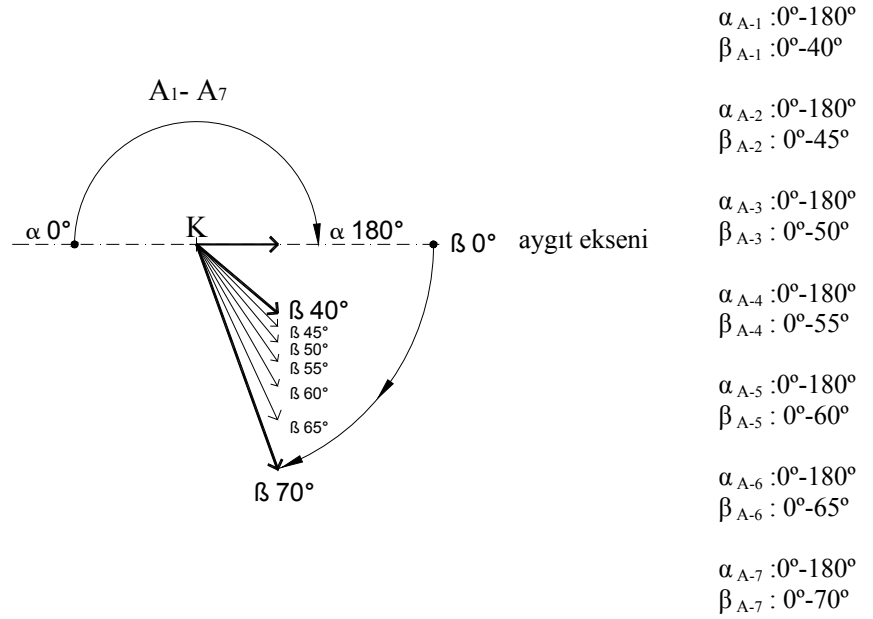
- Hiçbir incelemede aydınlanan alanın yüksekliği $\geq 2,00$ m olmamaktadır.
- Hiçbir incelemede aydınlanan alanın yüksekliği 1,50 m- 2,00 m aranda olmamaktadır.
- A+B₂ yaklaşımında 3., 4. ve 5. derece olumlu düzgünlük için; A+B₁ yaklaşımında 4. ve 5. derece olumlu düzgünlük için; A yaklaşımında 5. derece olumlu düzgünlük için aydınlanan alanın yüksekliği 1,00 m- 1,50 m arasındadır.
- A+B₂ yaklaşımında 2. derece olumlu düzgünlük için; A+B₁ yaklaşımında 3. derece olumlu düzgünlük için; A yaklaşımında 4. derece olumlu düzgünlük için aydınlanan alanın yüksekliği 0,50 m-1,00 m arasındadır.

Bu yaklaşım ile erişilen sonuçlar yeterince olumlu bulunmadığından, (θ) 40°, (θ) 45°, (θ) 50°, (θ) 55°, (θ) 65°, (θ) 70° koşulları için yansıtıcı tasarımı yapılmamıştır.

9.5 AYGIT EKSENİNİN YATAY OLDUĞU DURUM İÇİN ÜST YANSITICI TASARIMI

9.4. bölümde verilen yaklaşım uyarınca tasarlanan üst yansıtıcıların kimi noktalarından yansıyan ışık ışınları yeniden bu yansıtıcı parçasına düşüp ikinci kez yansıdıktan sonra aygıt dışına çıkmaktadır. Bu durumdan kaçınmak ve ışık yeğinlik aydınlık dağılımı açılarından daha olumlu sonuçlara ulaşabilmek için aygıt eksenini yatay tutularak işlem yapılmıştır. Üst yansıtıcı parçasının sınırları ise $\alpha 0^\circ$ - $\alpha 180^\circ$ olarak tanımlanmıştır. Bu koşula uygun yansıtıcıların biçimlendirilmesinde sırası ile aşağıdaki işlemler yapılmıştır.

1) Şekil 9.1’de yer alan aygıt ışık yeğinlik dağılımları veri olarak kabul edilmiştir.



Şekil 9.71 Elde edilmek istenen yansıtıcılara ilişkin α ve β açılarının sınırladığı alanlar

2) Her bir yansıtıcı için α açısına karşılık gelen β açısını bulabilmek için, α açıları için 0° den başlayarak 180° ye kadar olan bölgeler içindeki kümülatif ışık akısı oranları (Çizelge 9.65) ve her bir yansıtıcı için β açıları için 0° den başlayarak $0^\circ-40^\circ$ (A_1), $0^\circ-45^\circ$ (A_2), $0^\circ-50^\circ$ (A_3), $0^\circ-55^\circ$ (A_4), $0^\circ-60^\circ$ (A_5), $0^\circ-65^\circ$ (A_6), $0^\circ-70^\circ$ (A_7) kadar bölgeler içindeki kümülatif ışık akıları oranları (Çizelge 9.66- Çizelge 9.67, Çizelge 9.68, Çizelge 9.69, Çizelge 9.70, Çizelge 9.71, Çizelge 9.72) belirlenerek her α açısına karşılık gelen β açıları 9.2. bölümde “3.adımda” uygulanan işlemler uyarınca belirlenmiştir (Şekil 9.71).

Çizelge 9.65 A₁-A₇ yansıtıcıları için α açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri

α açıları	Kümülatif hacim açıları (str)	hacim açıları içindeki kümülatif ışık akısı (%)
0	0,0000	0,0000
5	0,0245	0,1950
10	0,0955	0,7600
15	0,2143	1,7050
20	0,3795	3,0200
25	0,5887	4,6850
30	0,8419	6,7000
35	1,1366	9,0450
40	1,4702	11,7000
45	1,8403	14,6450
50	2,2449	17,8650
55	2,6797	21,3250
60	3,1415	25,0000
65	3,6278	28,8700
70	4,1342	32,9000
75	4,6570	37,0600
80	5,1923	41,3200
85	5,7358	45,6450
90	6,2830	50,0000
95	6,8302	54,3550
100	7,3737	58,6800
105	7,9090	62,9400
110	8,4318	67,1000
115	8,9382	71,1300
120	9,4245	75,0000
125	9,8863	78,6750
130	10,3211	82,1350
135	10,7257	85,3550
140	11,0958	88,3000
145	11,4294	90,9550
150	11,7241	93,3000
155	11,9773	95,3150
160	12,1865	96,9800
165	12,3517	98,2950
170	12,4705	99,2400
175	12,5415	99,8050
180	12,5660	100,0000

Çizelge 9.66 A₁ (θ 40°) yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri

β açısı bölgeleri (derece)	Ortalama Doğrultu (derece)	Hacim açısı (bölge çarpanı, str)	Bölgenin orta doğrultusundaki ışık yeğinliği (cd)	Bölge ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (%)
0- 5	2,5	0,0245	1,0029	0,02	0,0246	1,1155
5- 10	7,5	0,0710	1,0261	0,07	0,0974	4,4224
10- 15	12,5	0,1187	1,0746	0,13	0,2250	10,2151
15- 20	17,5	0,1652	1,1528	0,19	0,4155	18,8618
20- 25	22,5	0,2092	1,2681	0,27	0,6808	30,9054
25- 30	27,5	0,2532	1,4329	0,36	1,0437	47,3747
30- 35	32,5	0,2947	1,6669	0,49	1,5348	69,6715
35- 40	37,5	0,3336	2,0026	0,67	2,2030	100,0000

Çizelge 9.67 A₂ (θ 45°) yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri

β açısı bölgeleri (derece)	Ortalama Doğrultu (derece)	Hacim açısı (bölge çarpanı, str)	Bölgenin orta doğrultusundaki ışık yeğinliği (cd)	Bölge ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (%)
0- 5	2,5	0,0245	1,0029	0,02	0,0246	0,7860
5- 10	7,5	0,0710	1,0261	0,07	0,0974	3,1162
10- 15	12,5	0,1187	1,0746	0,13	0,2250	7,1980
15- 20	17,5	0,1652	1,1528	0,19	0,4155	13,2908
20- 25	22,5	0,2092	1,2681	0,27	0,6808	21,7772
25- 30	27,5	0,2532	1,4329	0,36	1,0437	33,3822
30- 35	32,5	0,2947	1,6669	0,49	1,5348	49,0935
35- 40	37,5	0,3336	2,0026	0,67	2,2030	70,4642
40- 45	42,5	0,3701	2,4952	0,92	3,1264	100,0000

Çizelge 9.68 A₃ (θ 50°) yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri

β açısı bölgeleri (derece)	Ortalama Doğrultu (derece)	Hacim açısı (bölge çarpanı, str)	Bölgenin orta doğrultusundaki ışık yeğinliği (cd)	Bölge ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (%)
0- 5	2,5	0,0245	1,0029	0,02	0,0246	0,5536
5- 10	7,5	0,0710	1,0261	0,07	0,0974	2,1950
10- 15	12,5	0,1187	1,0746	0,13	0,2250	5,0700
15- 20	17,5	0,1652	1,1528	0,19	0,4155	9,3616
20- 25	22,5	0,2092	1,2681	0,27	0,6808	15,3391
25- 30	27,5	0,2532	1,4329	0,36	1,0437	23,5132
30- 35	32,5	0,2947	1,6669	0,49	1,5348	34,5796
35- 40	37,5	0,3336	2,0026	0,67	2,2030	49,6324
40- 45	42,5	0,3701	2,4952	0,92	3,1264	70,4363
45- 50	47,5	0,4046	3,2430	1,31	4,4386	100,0000

Çizelge 9.69 A₄ (θ 55°) yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri

β açısı bölgeleri (derece)	Ortalama Doğrultu (derece)	Hacim açısı (bölge çarpanı, str)	Bölgenin orta doğrultusundaki ışık yeğinliği (cd)	Bölge ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (%)
0- 5	2,5	0,0245	1,0029	0,02	0,0246	0,3860
5- 10	7,5	0,0710	1,0261	0,07	0,0974	1,5304
10- 15	12,5	0,1187	1,0746	0,13	0,2250	3,5351
15- 20	17,5	0,1652	1,1528	0,19	0,4155	6,5274
20- 25	22,5	0,2092	1,2681	0,27	0,6808	10,6952
25- 30	27,5	0,2532	1,4329	0,36	1,0437	16,3947
30- 35	32,5	0,2947	1,6669	0,49	1,5348	24,1108
35- 40	37,5	0,3336	2,0026	0,67	2,2030	34,6064
40- 45	42,5	0,3701	2,4952	0,92	3,1264	49,1120
45- 50	47,5	0,4046	3,2430	1,31	4,4386	69,7254
50- 55	52,5	0,4348	4,4326	1,93	6,3658	100,0000

Çizelge 9.70 A₅ (θ 60°) yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri

β açısı bölgeleri (derece)	Ortalama Doğrultu (derece)	Hacim açısı (bölge çarpanı, str)	Bölgenin orta doğrultusundaki ışık yeğinliği (cd)	Bölge ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (%)
0- 5	2,5	0,0245	1,0029	0,02	0,0246	0,2630
5- 10	7,5	0,0710	1,0261	0,07	0,0974	1,0428
10- 15	12,5	0,1187	1,0746	0,13	0,2250	2,4086
15- 20	17,5	0,1652	1,1528	0,19	0,4155	4,4474
20- 25	22,5	0,2092	1,2681	0,27	0,6808	7,2872
25- 30	27,5	0,2532	1,4329	0,36	1,0437	11,1705
30- 35	32,5	0,2947	1,6669	0,49	1,5348	16,4278
35- 40	37,5	0,3336	2,0026	0,67	2,2030	23,5790
40- 45	42,5	0,3701	2,4952	0,92	3,1264	33,4623
45- 50	47,5	0,4046	3,2430	1,31	4,4386	47,5071
50- 55	52,5	0,4348	4,4326	1,93	6,3658	68,1346
55- 60	57,5	0,4618	6,4469	2,98	9,3430	100,0000

Çizelge 9.71a A₆ (θ 65°) yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri

β açısı bölgeleri (derece)	Ortalama Doğrultu (derece)	Hacim açısı (bölge çarpanı, str)	Bölgenin orta doğrultusundaki ışık yeğinliği (cd)	Bölge ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (%)
0 5	2,5	0,0245	1,0029	0,02	0,0246	0,1721
5 10	7,5	0,0710	1,0261	0,07	0,0974	0,6821
10 15	12,5	0,1187	1,0746	0,13	0,2250	1,5756
15 20	17,5	0,1652	1,1528	0,19	0,4155	2,9093
20 25	22,5	0,2092	1,2681	0,27	0,6808	4,7669
25 30	27,5	0,2532	1,4329	0,36	1,0437	7,3072
30 35	32,5	0,2947	1,6669	0,49	1,5348	10,7463
35 40	37,5	0,3336	2,0026	0,67	2,2030	15,4242

Çizelge 9.71a A₆ (θ 65°) yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri

β açısı bölgeleri (derece)	Ortalama Doğrultu (derece)	Hacim açısı (bölge çarpanı, str)	Bölgenin orta doğrultusundaki ışık yeğinliği (cd)	Bölge ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (%)
40 45	42,5	0,3701	2,4952	0,92	3,1264	21,8894
45 50	47,5	0,4046	3,2430	1,31	4,4386	31,0769
50 55	52,5	0,4348	4,4326	1,93	6,3658	44,5704
55 60	57,5	0,4618	6,4469	2,98	9,3430	65,4153
60 65	62,5	0,4863	10,1574	4,94	14,2826	100,0000

Çizelge 9.72 A₇ (θ 70°) yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri

β açısı bölgeleri (derece)	Ortalama Doğrultu (derece)	Hacim açısı (bölge çarpanı, str)	Bölgenin orta doğrultusundaki ışık yeğinliği (cd)	Bölge ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (%)
0 5	2,5	0,0245	1,0029	0,02	0,0246	0,1054
5 10	7,5	0,0710	1,0261	0,07	0,0974	0,4178
10 15	12,5	0,1187	1,0746	0,13	0,2250	0,9650
15 20	17,5	0,1652	1,1528	0,19	0,4155	1,7819
20 25	22,5	0,2092	1,2681	0,27	0,6808	2,9197
25 30	27,5	0,2532	1,4329	0,36	1,0437	4,4756
30 35	32,5	0,2947	1,6669	0,49	1,5348	6,5820
35 40	37,5	0,3336	2,0026	0,67	2,2030	9,4473
40 45	42,5	0,3701	2,4952	0,92	3,1264	13,4072
45 50	47,5	0,4046	3,2430	1,31	4,4386	19,0344
50 55	52,5	0,4348	4,4326	1,93	6,3658	27,2991
55 60	57,5	0,4618	6,4469	2,98	9,3430	40,0665
60 65	62,5	0,4863	10,1574	4,94	14,2826	61,2494
65 70	67,5	0,5064	17,8435	9,04	23,3187	100,0000

- 3) Bütün A yansıtıcıları için her bir α açısına karşılık gelen “r” doğru parçaları, 9.2. bölümde “4-9.adımlar arasında” uygulanan işlemler uyarınca belirlenmiştir (Çizelge 9.73 - Çizelge 9.79).

Çizelge 9.73 A₁ (θ 40°) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
5,0	0,8741	0,0360	0,0873	0,0016	0,0016	1,0016	2,0031
10,0	3,4066	0,0576	0,1745	0,0041	0,0057	1,0057	2,0113
15,0	5,8913	0,0797	0,2618	0,0060	0,0116	1,0117	2,0234
20,0	7,8796	0,1062	0,3491	0,0081	0,0198	1,0200	2,0399
25,0	10,2266	0,1296	0,4363	0,0103	0,0300	1,0305	2,0610
30,0	11,9659	0,1587	0,5236	0,0126	0,0426	1,0435	2,0871
35,0	13,9900	0,1854	0,6109	0,0150	0,0576	1,0593	2,1187
40,0	15,8587	0,2138	0,6981	0,0174	0,0751	1,0779	2,1559
45,0	17,5616	0,2441	0,7854	0,0200	0,0950	1,0997	2,1994
50,0	19,4236	0,2733	0,8727	0,0226	0,1176	1,1248	2,2496
55,0	21,0226	0,3055	0,9599	0,0253	0,1429	1,1536	2,3072
60,0	22,5483	0,3390	1,0472	0,0281	0,1710	1,1865	2,3730
65,0	24,1550	0,3723	1,1345	0,0310	0,2020	1,2239	2,4478
70,0	25,6056	0,4080	1,2217	0,0341	0,2361	1,2663	2,5326
75,0	26,8685	0,4466	1,3090	0,0373	0,2734	1,3144	2,6288
80,0	28,1618	0,4860	1,3963	0,0407	0,3141	1,3690	2,7380
85,0	29,4749	0,5264	1,4835	0,0442	0,3582	1,4308	2,8616
90,0	30,5887	0,5705	1,5708	0,0479	0,4061	1,5010	3,0019
95,0	31,5653	0,6180	1,6581	0,0519	0,4580	1,5809	3,1617
100,0	32,5352	0,6677	1,7453	0,0561	0,5141	1,6721	3,3442
105,0	33,4905	0,7200	1,8326	0,0606	0,5746	1,7765	3,5529
110,0	34,4234	0,7754	1,9199	0,0652	0,6399	1,8962	3,7925
115,0	35,2405	0,8355	2,0071	0,0703	0,7102	2,0343	4,0686
120,0	35,8785	0,9023	2,0944	0,0758	0,7860	2,1946	4,3891
125,0	36,4843	0,9744	2,1817	0,0819	0,8679	2,3818	4,7637
130,0	37,0548	1,0528	2,2689	0,0885	0,9563	2,6021	5,2043
135,0	37,5856	1,1386	2,3562	0,0956	1,0519	2,8632	5,7264
140,0	38,0711	1,2333	2,4435	0,1035	1,1554	3,1754	6,3508
145,0	38,5088	1,3389	2,5307	0,1122	1,2677	3,5526	7,1052
150,0	38,8954	1,4579	2,6180	0,1220	1,3897	4,0137	8,0274
155,0	39,2276	1,5933	2,7053	0,1331	1,5228	4,5852	9,1705
160,0	39,5021	1,7496	2,7925	0,1459	1,6687	5,3053	10,6105
165,0	39,7189	1,9325	2,8798	0,1607	1,8294	6,2299	12,4598
170,0	39,8747	2,1506	2,9671	0,1782	2,0075	7,4449	14,8897
175,0	39,9679	2,4161	3,0543	0,1993	2,2068	9,0865	18,1729
180,0	40,0000	2,7475	3,1416	0,2253	2,4321	11,3827	22,7653

Çizelge 9.74 A_2 (θ 45°) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
5,0	1,2404	0,0328	0,0873	0,0014	0,0014	1,0014	2,0029
10,0	4,8345	0,0451	0,1745	0,0034	0,0048	1,0048	2,0097
15,0	6,9719	0,0702	0,2618	0,0050	0,0099	1,0099	2,0198
20,0	9,7935	0,0893	0,3491	0,0070	0,0168	1,0170	2,0339
25,0	11,9217	0,1146	0,4363	0,0089	0,0257	1,0261	2,0521
30,0	14,3900	0,1371	0,5236	0,0110	0,0367	1,0374	2,0748
35,0	16,5157	0,1627	0,6109	0,0131	0,0498	1,0510	2,1021
40,0	18,6945	0,1881	0,6981	0,0153	0,0651	1,0673	2,1345
45,0	20,7978	0,2144	0,7854	0,0176	0,0827	1,0862	2,1723
50,0	22,6950	0,2429	0,8727	0,0200	0,1026	1,1081	2,2161
55,0	24,7335	0,2704	0,9599	0,0224	0,1250	1,1332	2,2663
60,0	26,3885	0,3020	1,0472	0,0250	0,1500	1,1618	2,3236
65,0	28,0559	0,3341	1,1345	0,0278	0,1777	1,1945	2,3890
70,0	29,7922	0,3660	1,2217	0,0305	0,2083	1,2316	2,4631
75,0	31,1704	0,4023	1,3090	0,0335	0,2418	1,2735	2,5471
80,0	32,5261	0,4397	1,3963	0,0367	0,2785	1,3212	2,6424
85,0	33,9025	0,4780	1,4835	0,0400	0,3186	1,3752	2,7504
90,0	35,2121	0,5182	1,5708	0,0435	0,3621	1,4363	2,8726
95,0	36,2310	0,5631	1,6581	0,0472	0,4092	1,5057	3,0114
100,0	37,2429	0,6099	1,7453	0,0512	0,4604	1,5847	3,1695
105,0	38,2396	0,6589	1,8326	0,0554	0,5158	1,6750	3,3499
110,0	39,2129	0,7105	1,9199	0,0598	0,5755	1,7781	3,5562
115,0	40,1127	0,7658	2,0071	0,0644	0,6400	1,8964	3,7928
120,0	40,7678	0,8277	2,0944	0,0695	0,7095	2,0329	4,0659
125,0	41,3900	0,8943	2,1817	0,0751	0,7846	2,1916	4,3831
130,0	41,9757	0,9661	2,2689	0,0812	0,8658	2,3769	4,7538
135,0	42,5208	1,0442	2,3562	0,0877	0,9535	2,5948	5,1896
140,0	43,0194	1,1299	2,4435	0,0949	1,0484	2,8530	5,7060
145,0	43,4688	1,2246	2,5307	0,1027	1,1511	3,1617	6,3234
150,0	43,8658	1,3303	2,6180	0,1115	1,2626	3,5346	7,0691
155,0	44,2069	1,4494	2,7053	0,1213	1,3839	3,9903	7,9807
160,0	44,4888	1,5852	2,7925	0,1324	1,5163	4,5553	9,1106
165,0	44,7114	1,7422	2,8798	0,1452	1,6615	5,2671	10,5341
170,0	44,8713	1,9263	2,9671	0,1601	1,8215	6,1814	12,3627
175,0	44,9670	2,1461	3,0543	0,1777	1,9992	7,3834	14,7667
180,0	45,0000	2,4142	3,1416	0,1990	2,1982	9,0089	18,0178

Çizelge 9.75 A_3 (θ 50°) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
5,0	1,7611	0,0283	0,0873	0,0012	0,0012	1,0012	2,0025
10,0	5,6286	0,0382	0,1745	0,0029	0,0041	1,0041	2,0083
15,0	8,5074	0,0567	0,2618	0,0041	0,0083	1,0083	2,0166
20,0	11,4348	0,0749	0,3491	0,0057	0,0140	1,0141	2,0282
25,0	14,3305	0,0934	0,4363	0,0073	0,0214	1,0216	2,0432
30,0	16,8991	0,1148	0,5236	0,0091	0,0304	1,0309	2,0618
35,0	19,6312	0,1349	0,6109	0,0109	0,0413	1,0422	2,0844
40,0	21,9560	0,1588	0,6981	0,0128	0,0542	1,0556	2,1113
45,0	24,4194	0,1816	0,7854	0,0148	0,0690	1,0714	2,1429
50,0	26,5451	0,2076	0,8727	0,0170	0,0860	1,0898	2,1796
55,0	28,6615	0,2340	0,9599	0,0193	0,1053	1,1110	2,2220
60,0	30,6718	0,2617	1,0472	0,0216	0,1269	1,1353	2,2706
65,0	32,4203	0,2922	1,1345	0,0242	0,1510	1,1631	2,3261
70,0	34,2411	0,3226	1,2217	0,0268	0,1779	1,1947	2,3893
75,0	35,8239	0,3558	1,3090	0,0296	0,2075	1,2306	2,4611
80,0	37,2389	0,3915	1,3963	0,0326	0,2401	1,2714	2,5427
85,0	38,6755	0,4278	1,4835	0,0357	0,2758	1,3176	2,6353
90,0	40,0883	0,4654	1,5708	0,0390	0,3148	1,3700	2,7400
95,0	41,1350	0,5080	1,6581	0,0425	0,3573	1,4294	2,8589
100,0	42,1745	0,5523	1,7453	0,0463	0,4035	1,4971	2,9943
105,0	43,1983	0,5985	1,8326	0,0502	0,4538	1,5742	3,1484
110,0	44,1981	0,6470	1,9199	0,0543	0,5081	1,6621	3,3243
115,0	45,1173	0,6987	2,0071	0,0587	0,5668	1,7627	3,5253
120,0	45,7718	0,7567	2,0944	0,0635	0,6303	1,8782	3,7564
125,0	46,3934	0,8186	2,1817	0,0687	0,6991	2,0119	4,0237
130,0	46,9786	0,8851	2,2689	0,0743	0,7734	2,1671	4,3342
135,0	47,5231	0,9569	2,3562	0,0804	0,8538	2,3485	4,6969
140,0	48,0212	1,0351	2,4435	0,0869	0,9407	2,5617	5,1235
145,0	48,4703	1,1210	2,5307	0,0941	1,0348	2,8144	5,6289
150,0	48,8669	1,2160	2,6180	0,1020	1,1367	3,1166	6,2331
155,0	49,2076	1,3221	2,7053	0,1107	1,2475	3,4815	6,9631
160,0	49,4892	1,4418	2,7925	0,1206	1,3681	3,9278	7,8555
165,0	49,7116	1,5784	2,8798	0,1318	1,4999	4,4810	8,9620
170,0	49,8715	1,7365	2,9671	0,1446	1,6445	5,1784	10,3568
175,0	49,9670	1,9223	3,0543	0,1596	1,8041	6,0748	12,1495
180,0	50,0000	2,1445	3,1416	0,1774	1,9816	7,2543	14,5086

Çizelge 9.76 A₄ (θ 55°) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
5,0	2,5257	0,0216	0,0873	0,0009	0,0009	1,0009	2,0019
10,0	6,6339	0,0294	0,1745	0,0022	0,0032	1,0032	2,0063
15,0	10,4354	0,0399	0,2618	0,0030	0,0062	1,0062	2,0124
20,0	13,7153	0,0549	0,3491	0,0041	0,0103	1,0104	2,0208
25,0	16,9215	0,0706	0,4363	0,0055	0,0158	1,0159	2,0318
30,0	20,2071	0,0857	0,5236	0,0068	0,0226	1,0229	2,0458
35,0	23,0203	0,1049	0,6109	0,0083	0,0309	1,0314	2,0628
40,0	25,8814	0,1238	0,6981	0,0100	0,0409	1,0418	2,0835
45,0	28,4650	0,1453	0,7854	0,0117	0,0527	1,0541	2,1081
50,0	30,9528	0,1678	0,8727	0,0137	0,0663	1,0686	2,1371
55,0	33,1948	0,1926	0,9599	0,0157	0,0820	1,0855	2,1710
60,0	35,4236	0,2178	1,0472	0,0179	0,1000	1,1051	2,2102
65,0	37,2672	0,2469	1,1345	0,0203	0,1202	1,1278	2,2555
70,0	39,1871	0,2756	1,2217	0,0228	0,1430	1,1538	2,3075
75,0	40,8457	0,3072	1,3090	0,0254	0,1685	1,1835	2,3669
80,0	42,3141	0,3413	1,3963	0,0283	0,1967	1,2174	2,4349
85,0	43,8049	0,3758	1,4835	0,0313	0,2280	1,2561	2,5123
90,0	45,2154	0,4120	1,5708	0,0344	0,2624	1,3001	2,6001
95,0	46,2717	0,4529	1,6581	0,0377	0,3001	1,3501	2,7001
100,0	47,3208	0,4951	1,7453	0,0414	0,3415	1,4071	2,8141
105,0	48,3541	0,5390	1,8326	0,0451	0,3866	1,4720	2,9440
110,0	49,3632	0,5848	1,9199	0,0490	0,4357	1,5460	3,0920
115,0	50,2320	0,6342	2,0071	0,0532	0,4889	1,6304	3,2609
120,0	50,8711	0,6889	2,0944	0,0577	0,5466	1,7273	3,4547
125,0	51,4781	0,7470	2,1817	0,0627	0,6092	1,8390	3,6781
130,0	52,0495	0,8091	2,2689	0,0679	0,6771	1,9682	3,9365
135,0	52,5813	0,8757	2,3562	0,0735	0,7507	2,1184	4,2368
140,0	53,0677	0,9478	2,4435	0,0796	0,8302	2,2938	4,5876
145,0	53,5062	1,0264	2,5307	0,0861	0,9164	2,5002	5,0004
150,0	53,8935	1,1127	2,6180	0,0933	1,0097	2,7448	5,4896
155,0	54,2262	1,2082	2,7053	0,1013	1,1110	3,0373	6,0746
160,0	54,5012	1,3150	2,7925	0,1101	1,2211	3,3908	6,7816
165,0	54,7184	1,4356	2,8798	0,1200	1,3411	3,8232	7,6464
170,0	54,8745	1,5735	2,9671	0,1313	1,4724	4,3596	8,7193
175,0	54,9678	1,7332	3,0543	0,1443	1,6167	5,0363	10,0726
180,0	55,0000	1,9210	3,1416	0,1594	1,7761	5,9068	11,8137

Çizelge 9.77 A₅ (θ 60°) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
5,0	3,7070	0,0113	0,0873	0,0005	0,0005	1,0005	2,0010
10,0	8,1868	0,0158	0,1745	0,0012	0,0017	1,0017	2,0034
15,0	12,4243	0,0225	0,2618	0,0017	0,0033	1,0034	2,0067
20,0	16,4994	0,0306	0,3491	0,0023	0,0057	1,0057	2,0114
25,0	20,4183	0,0400	0,4363	0,0031	0,0087	1,0088	2,0176
30,0	23,9662	0,0527	0,5236	0,0040	0,0128	1,0129	2,0257
35,0	27,2633	0,0676	0,6109	0,0053	0,0180	1,0182	2,0364
40,0	30,5036	0,0831	0,6981	0,0066	0,0246	1,0249	2,0498
45,0	33,3045	0,1024	0,7854	0,0081	0,0327	1,0332	2,0665
50,0	36,0049	0,1227	0,8727	0,0098	0,0425	1,0434	2,0869
55,0	38,4241	0,1457	0,9599	0,0117	0,0542	1,0557	2,1115
60,0	40,7189	0,1699	1,0472	0,0138	0,0680	1,0704	2,1407
65,0	42,6768	0,1973	1,1345	0,0160	0,0840	1,0877	2,1753
70,0	44,7155	0,2243	1,2217	0,0184	0,1024	1,1079	2,2157
75,0	46,2808	0,2560	1,3090	0,0210	0,1234	1,1313	2,2626
80,0	47,7974	0,2887	1,3963	0,0238	0,1471	1,1585	2,3170
85,0	49,3371	0,3217	1,4835	0,0266	0,1738	1,1898	2,3796
90,0	50,6043	0,3580	1,5708	0,0297	0,2034	1,2256	2,4512
95,0	51,6599	0,3973	1,6581	0,0330	0,2364	1,2667	2,5333
100,0	52,7082	0,4378	1,7453	0,0364	0,2728	1,3137	2,6274
105,0	53,7408	0,4798	1,8326	0,0400	0,3129	1,3673	2,7347
110,0	54,7492	0,5234	1,9199	0,0438	0,3566	1,4285	2,8570
115,0	55,4700	0,5719	2,0071	0,0478	0,4044	1,4984	2,9969
120,0	56,0772	0,6239	2,0944	0,0522	0,4566	1,5787	3,1574
125,0	56,6539	0,6789	2,1817	0,0568	0,5135	1,6711	3,3421
130,0	57,1968	0,7373	2,2689	0,0618	0,5752	1,7776	3,5551
135,0	57,7021	0,7997	2,3562	0,0671	0,6423	1,9009	3,8017
140,0	58,1642	0,8668	2,4435	0,0727	0,7150	2,0442	4,0885
145,0	58,5807	0,9394	2,5307	0,0788	0,7938	2,2119	4,4237
150,0	58,9487	1,0185	2,6180	0,0854	0,8793	2,4091	4,8183
155,0	59,2649	1,1055	2,7053	0,0927	0,9719	2,6431	5,2861
160,0	59,5261	1,2018	2,7925	0,1007	1,0726	2,9230	5,8460
165,0	59,7325	1,3095	2,8798	0,1096	1,1822	3,2615	6,5230
170,0	59,8807	1,4313	2,9671	0,1196	1,3018	3,6759	7,3517
175,0	59,9694	1,5706	3,0543	0,1310	1,4328	4,1903	8,3806
180,0	60,0000	1,7321	3,1416	0,1441	1,5769	4,8398	9,6796

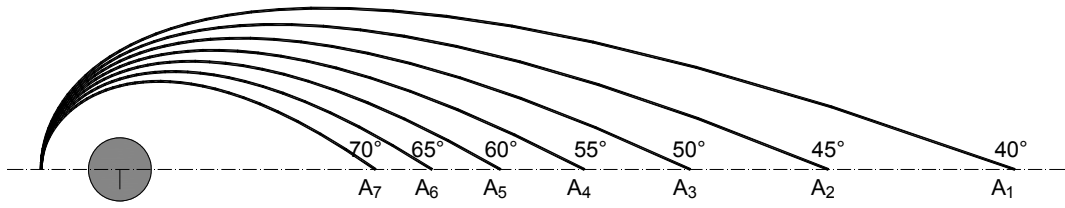
Çizelge 9.78 A₆ (θ 65°) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
5,0	5,2249	-0,0020	0,0873	-0,0001	-0,0001	0,9999	1,9998
10,0	10,4358	-0,0038	0,1745	-0,0003	-0,0003	0,9997	1,9993
15,0	15,4851	-0,0042	0,2618	-0,0004	-0,0007	0,9993	1,9986
20,0	20,2980	-0,0026	0,3491	-0,0003	-0,0010	0,9990	1,9980
25,0	24,7795	0,0019	0,4363	0,0000	-0,0010	0,9990	1,9980
30,0	28,8049	0,0104	0,5236	0,0005	-0,0005	0,9995	1,9990
35,0	32,5266	0,0216	0,6109	0,0014	0,0009	1,0009	2,0018
40,0	36,0194	0,0348	0,6981	0,0025	0,0034	1,0034	2,0068
45,0	39,1671	0,0509	0,7854	0,0037	0,0071	1,0071	2,0143
50,0	41,8876	0,0709	0,8727	0,0053	0,0124	1,0125	2,0250
55,0	44,5635	0,0913	0,9599	0,0071	0,0195	1,0197	2,0394
60,0	46,6928	0,1167	1,0472	0,0091	0,0286	1,0290	2,0580
65,0	48,7990	0,1423	1,1345	0,0113	0,0399	1,0407	2,0814
70,0	50,6755	0,1703	1,2217	0,0136	0,0535	1,0550	2,1100
75,0	52,2170	0,2015	1,3090	0,0162	0,0697	1,0722	2,1445
80,0	53,7956	0,2327	1,3963	0,0189	0,0887	1,0927	2,1855
85,0	55,2578	0,2655	1,4835	0,0217	0,1104	1,1168	2,2335
90,0	56,3024	0,3028	1,5708	0,0248	0,1352	1,1448	2,2896
95,0	57,3470	0,3409	1,6581	0,0281	0,1633	1,1774	2,3548
100,0	58,3844	0,3800	1,7453	0,0315	0,1948	1,2151	2,4301
105,0	59,4063	0,4203	1,8326	0,0349	0,2297	1,2582	2,5165
110,0	60,2436	0,4637	1,9199	0,0386	0,2683	1,3077	2,6154
115,0	60,8262	0,5114	2,0071	0,0425	0,3108	1,3646	2,7291
120,0	61,3857	0,5613	2,0944	0,0468	0,3576	1,4299	2,8599
125,0	61,9170	0,6138	2,1817	0,0513	0,4089	1,5052	3,0104
130,0	62,4172	0,6692	2,2689	0,0560	0,4649	1,5918	3,1837
135,0	62,8827	0,7281	2,3562	0,0610	0,5259	1,6919	3,3838
140,0	63,3085	0,7910	2,4435	0,0663	0,5922	1,8079	3,6157
145,0	63,6923	0,8587	2,5307	0,0720	0,6641	1,9428	3,8856
150,0	64,0314	0,9320	2,6180	0,0781	0,7423	2,1007	4,2014
155,0	64,3227	1,0119	2,7053	0,0848	0,8271	2,2867	4,5733
160,0	64,5634	1,0997	2,7925	0,0921	0,9192	2,5073	5,0147
165,0	64,7535	1,1970	2,8798	0,1002	1,0194	2,7716	5,5433
170,0	64,8901	1,3058	2,9671	0,1092	1,1286	3,0915	6,1829
175,0	64,9718	1,4289	3,0543	0,1193	1,2480	3,4832	6,9665
180,0	65,0000	1,5697	3,1416	0,1308	1,3788	3,9701	7,9403

Çizelge 9.79 A₇ (θ 70°) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
5,0	6,4343	-0,0125	0,0873	-0,0005	-0,0005	0,9995	1,9989
10,0	13,1266	-0,0273	0,1745	-0,0017	-0,0023	0,9977	1,9954
15,0	19,5292	-0,0395	0,2618	-0,0029	-0,0052	0,9948	1,9896
20,0	25,3223	-0,0465	0,3491	-0,0038	-0,0090	0,9911	1,9822
25,0	30,4970	-0,0480	0,4363	-0,0041	-0,0131	0,9870	1,9740
30,0	35,2059	-0,0455	0,5236	-0,0041	-0,0172	0,9830	1,9660
35,0	39,2980	-0,0375	0,6109	-0,0036	-0,0208	0,9794	1,9589
40,0	42,8444	-0,0248	0,6981	-0,0027	-0,0235	0,9768	1,9536
45,0	46,0999	-0,0096	0,7854	-0,0015	-0,0250	0,9753	1,9506
50,0	48,9609	0,0091	0,8727	0,0000	-0,0250	0,9753	1,9506
55,0	51,3858	0,0316	0,9599	0,0018	-0,0232	0,9770	1,9540
60,0	53,6091	0,0558	1,0472	0,0038	-0,0194	0,9808	1,9615
65,0	55,6152	0,0821	1,1345	0,0060	-0,0134	0,9867	1,9733
70,0	57,1934	0,1122	1,2217	0,0085	-0,0049	0,9951	1,9901
75,0	58,8226	0,1421	1,3090	0,0111	0,0062	1,0062	2,0124
80,0	60,2959	0,1737	1,3963	0,0138	0,0199	1,0201	2,0403
85,0	61,3168	0,2097	1,4835	0,0167	0,0367	1,0373	2,0747
90,0	62,3447	0,2461	1,5708	0,0199	0,0566	1,0582	2,1164
95,0	63,3727	0,2832	1,6581	0,0231	0,0796	1,0829	2,1658
100,0	64,3935	0,3211	1,7453	0,0264	0,1060	1,1118	2,2237
105,0	65,2181	0,3618	1,8326	0,0298	0,1358	1,1455	2,2909
110,0	65,7549	0,4065	1,9199	0,0335	0,1693	1,1845	2,3691
115,0	66,2749	0,4528	2,0071	0,0375	0,2068	1,2298	2,4596
120,0	66,7742	0,5010	2,0944	0,0416	0,2485	1,2820	2,5641
125,0	67,2484	0,5515	2,1817	0,0459	0,2944	1,3423	2,6846
130,0	67,6949	0,6045	2,2689	0,0504	0,3448	1,4117	2,8235
135,0	68,1104	0,6605	2,3562	0,0552	0,4000	1,4919	2,9837
140,0	68,4903	0,7200	2,4435	0,0602	0,4603	1,5845	3,1690
145,0	68,8329	0,7836	2,5307	0,0656	0,5259	1,6919	3,3838
150,0	69,1355	0,8520	2,6180	0,0714	0,5972	1,8171	3,6342
155,0	69,3955	0,9261	2,7053	0,0776	0,6748	1,9637	3,9274
160,0	69,6103	1,0068	2,7925	0,0843	0,7592	2,1365	4,2730
165,0	69,7800	1,0955	2,8798	0,0917	0,8509	2,3417	4,6835
170,0	69,9019	1,1938	2,9671	0,0999	0,9508	2,5877	5,1755
175,0	69,9748	1,3038	3,0543	0,1090	1,0598	2,8857	5,7714
180,0	70,0000	1,4281	3,1416	0,1192	1,1790	3,2510	6,5020

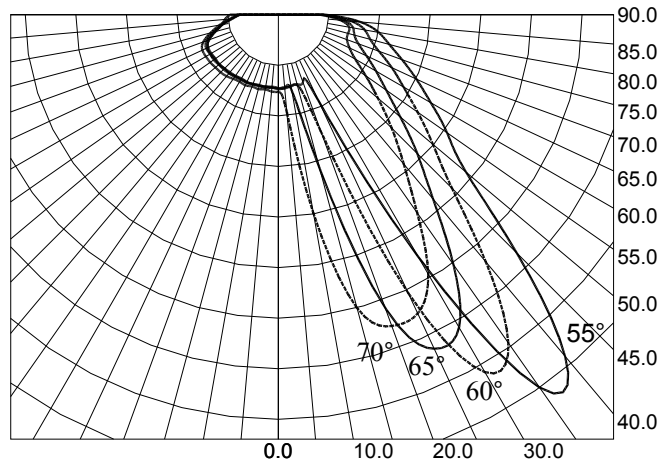
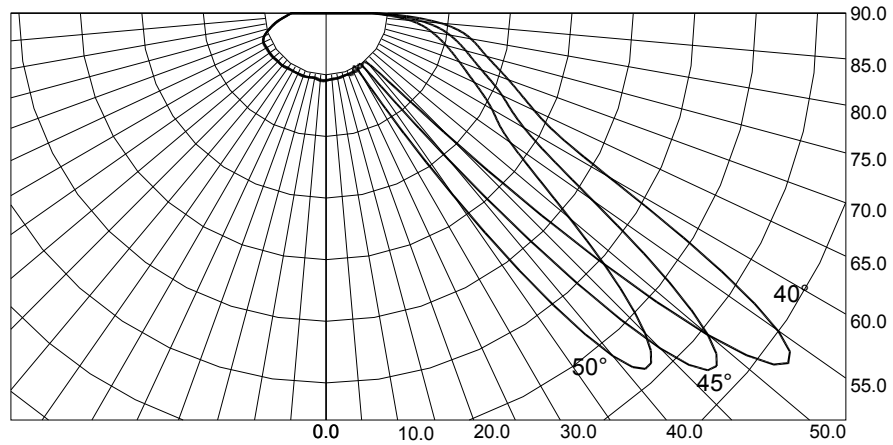
A₁- A₇ yansıtıcılarını belirleyebilmek için aygıt eksenini çizilmiş ve bu eksen üzerinde nokta kaynak varsayılan ışık kaynağının (K) yeri ile K noktasından 2 cm uzaklığındaki yansıtıcı tepe noktasının (T) yeri işaretlenmiş ve Çizelge 9.73- 9-79, kolon 8’de verilmiş olan her bir α açısına karşılık gelen “r” doğru parçaları, başlangıç noktası ışık kaynağı merkezi (K) alınarak çizilmiş ve bunların uç noktaları birleştirilerek yansıtıcıların kesiti çizilmiştir (Şekil 9.72).



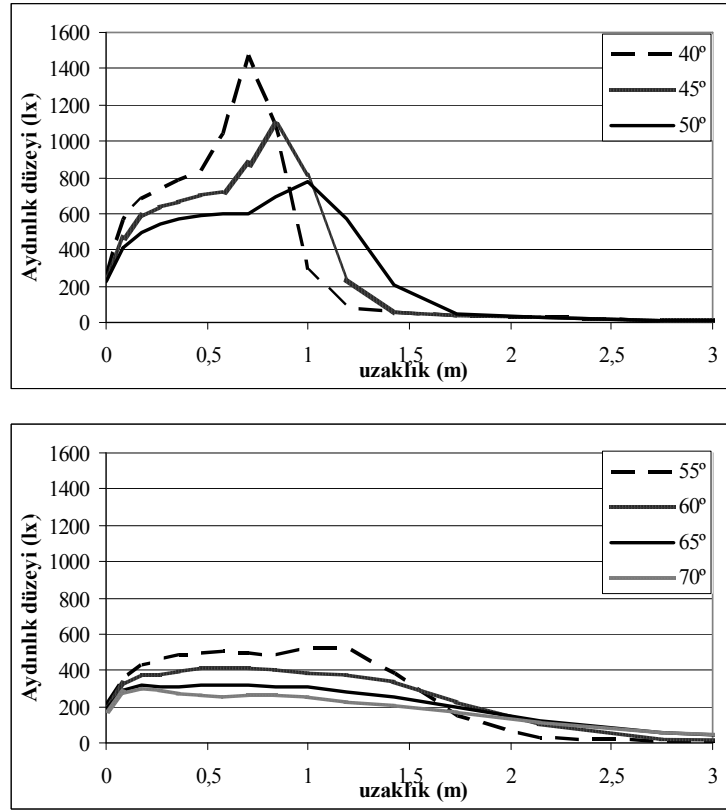
x_{A1} :24.77cm y_{A1} :4.08cm	x_{A3} :16.51cm y_{A3} :3.32cm	x_{A5} :11.68cm y_{A5} :2.74cm	x_{A7} :8.50cm y_{A7} :2.23cm
x_{A2} :20.02cm y_{A2} :3.67cm	x_{A4} :13.81cm y_{A4} :3.00cm	x_{A6} :9.94cm y_{A6} :2.48cm	

Şekil 9.72 Üst A₁-A₇ yansıtıcılarının kesitleri

A₁- A₇ yansıtıcılarının kesitleri 3 boyuta dönüştürülmüş ve bilgisayar simülasyon programı ile analiz edilmiştir. Yansıtıcılara ait aygıt ışık yeğirliği uzaysal dağılımının 0°-180° yatay açısında ortaya çıkan ışık yeğirlik dağılımı Şekil 9.73'te, oluşan yansıtıcıların aydınlık dağılımı Şekil 9.74'de gösterilmiştir.



Şekil 9.73 A₁- A₇ yansıtıcılarına ait ışık yeğirlik eğrileri

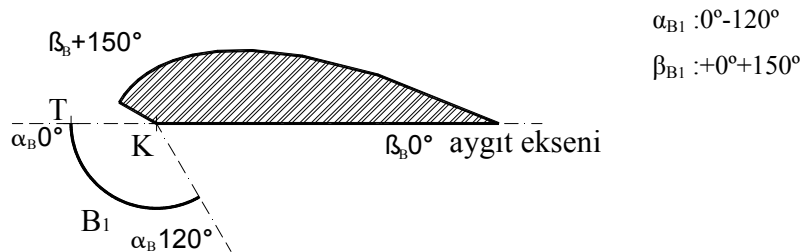


Şekil 9.74 A1- A7 yansıtıcılarının lamba merkezden 1m uzakta oluşturduğu aydınlık dağılımı

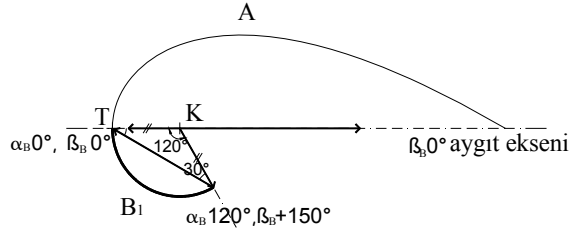
9.5.1 Alt Yansıtıcıdan Yansıyan Işığın Üst Yansıtıcıya Farklı Niceliklerde Yönlendirildiği Durum

Örnek olarak, 60° için tasarlanan yansıtıcı üzerinde alt yansıtıcı parçasının biçimlendirilmesinde yapılan işlemler aşağıda sırası ile anlatılmıştır.

9.4.1. bölümde açıklanan yaklaşıma benzer biçimde, alt yansıtıcıdan yansıyan ışığın çeşitli doğrultularda değişik niceliklerde olması sağlanmıştır. En iyi sonuca alt yansıtıcıdan yansıyan ışık ışınlarının $\beta_B + 150^\circ$ doğrultusunda sekiz birim $\beta_B + 0^\circ$ doğrultusunda ise bir birim olduğu koşulda ulaşılmıştır. Belirtilen koşul için hedeflenen ışık yeğirlik dağılımı Şekil 9.75’de gösterildiği gibi tanımlanmıştır.



Şekil 9.75 Alt yansıtıcının (B_1) biçimlendirilmesinde hedeflenen ışık yeğirlik dağılımı



Şekil 9.76 B₁ yansıtıcısına ilişkin α ve β açılarının tanımlanması

- 1) B₁ yansıtıcısına ilişkin tanımlanan α ve β açıları Şekil 9.76’da gösterilmiştir. Her α açısına karşılık gelen β açısını bulabilmek için, α açıları için 0° den başlayarak 120° ye kadar olan bölgeler içindeki kümülatif ışık akısı oranları (Çizelge 9.80) ve β açıları için 0° den başlayarak $+150^\circ$ ye kadar bölgeler içindeki kümülatif ışık akıları oranları (Çizelge 9.81) belirlenerek her bir α açısına karşılık gelen β açıları 9.2. bölümde “3.adımda” uygulanan işlemler uyarınca belirlenmiştir.

Çizelge 9.80 B₁ yansıtıcısı için α açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri

α açıları	Kümülatif hacim açıları (str)	hacim açıları içindeki kümülatif ışık akısı (%)
0	0,0000	0,0000
5	0,0245	0,2600
10	0,0955	1,0133
15	0,2143	2,2733
20	0,3795	4,0267
25	0,5887	6,2467
30	0,8419	8,9333
35	1,1366	12,0600
40	1,4702	15,6000
45	1,8403	19,5267
50	2,2449	23,8200
55	2,6797	28,4333
60	3,1415	33,3333
65	3,6278	38,4933
70	4,1342	43,8667
75	4,6570	49,4133
80	5,1923	55,0933
85	5,7358	60,8600
90	6,2830	66,6667
95	6,8302	72,4733
100	7,3737	78,2400
105	7,9090	83,9200
110	8,4318	89,4667
115	8,9382	94,8400
120	9,4245	100,0000

Çizelge 9.81 B1 yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri

β açısı bölgeleri (derece)	Ortalama Doğrultu (derece)	Hacim açısı (bölge çarpanı, str)	Bölgenin orta doğrultusundaki ışık yeğinliği (cd)	Bölge ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (%)
0,0- 12,5	6,25	0,1495	6,4469	0,96	0,9640	4,7456
12,5- 25,0	18,75	0,4392	4,4326	1,95	2,9108	14,3286
25,0- 37,5	31,25	0,7100	3,2430	2,30	5,2132	25,6629
37,5- 50,0	43,75	0,9462	2,4952	2,36	7,5743	37,2854
50,0- 62,5	56,25	1,1372	2,0026	2,28	9,8517	48,4964
62,5- 75,0	68,75	1,2748	1,6669	2,13	11,9767	58,9570
75,0- 87,5	81,25	1,3521	1,4329	1,94	13,9141	68,4943
87,5- 100,0	93,75	1,3647	1,2681	1,73	15,6446	77,0131
100,0- 112,5	106,25	1,3131	1,1528	1,51	17,1584	84,4647
112,5- 125,0	118,75	1,1994	1,0746	1,29	18,4473	90,8097
125,0- 137,5	131,25	1,0285	1,0261	1,06	19,5027	96,0050
137,5- 150,0	143,75	0,8093	1,0029	0,81	20,3143	100,0000

2) Her bir α açısına karşılık gelen “r” doğru parçaları, 9.2 bölümde “4-9.adımlar arasında” uygulanan işlemler uyarınca belirlenmiştir.

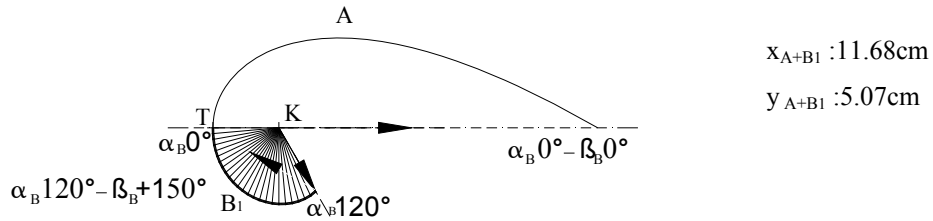
B₁ yansıtıcısını belirleyebilmek için aygıt eksenini çizilmiş ve bu eksen üzerinde nokta kaynak varsayılan ışık kaynağının (K) yeri ile K noktasından 2 cm uzaklığındaki yansıtıcı tepe noktasının (T) yeri işaretlenmiş ve Çizelge 9.82, kolon 8’de verilmiş olan her bir α açısına karşılık gelen “r” doğru parçaları, başlangıç noktası ışık kaynağı merkezi (K) alınarak çizilmiş ve bunların uç noktaları birleştirilerek yansıtıcının kesiti çizilmiştir (Şekil 9.77).

Çizelge 9.82a B₁ yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
5,0	0,6848	0,0377	0,0873	0,0016	0,0016	1,0016	2,0033
10,0	2,6691	0,0641	0,1745	0,0044	0,0061	1,0061	2,0122
15,0	5,9880	0,0788	0,2618	0,0062	0,0123	1,0124	2,0248
20,0	10,6063	0,0822	0,3491	0,0070	0,0193	1,0195	2,0391
25,0	14,4580	0,0923	0,4363	0,0076	0,0270	1,0273	2,0546
30,0	17,9624	0,1054	0,5236	0,0086	0,0356	1,0362	2,0724
35,0	22,0408	0,1136	0,6109	0,0096	0,0451	1,0462	2,0923
40,0	26,4021	0,1192	0,6981	0,0102	0,0553	1,0568	2,1137
45,0	30,7327	0,1252	0,7854	0,0107	0,0660	1,0682	2,1364
50,0	35,4676	0,1275	0,8727	0,0110	0,0770	1,0800	2,1600
55,0	40,4796	0,1274	0,9599	0,0111	0,0881	1,0921	2,1842
60,0	45,7496	0,1250	1,0472	0,0110	0,0991	1,1042	2,2084

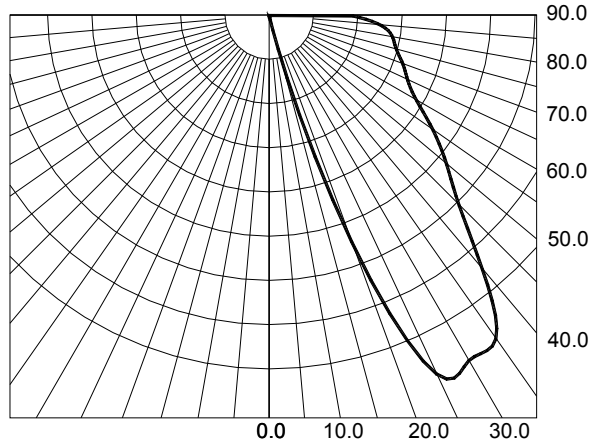
Çizelge 9.82b B₁ yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
65,0	51,3469	0,1197	1,1345	0,0107	0,1098	1,1160	2,2321
70,0	57,3380	0,1109	1,2217	0,0101	0,1199	1,1273	2,2547
75,0	63,5957	0,0999	1,3090	0,0092	0,1291	1,1378	2,2755
80,0	70,3831	0,0841	1,3963	0,0080	0,1371	1,1469	2,2938
85,0	77,4941	0,0656	1,4835	0,0065	0,1436	1,1544	2,3089
90,0	85,1047	0,0427	1,5708	0,0047	0,1483	1,1599	2,3198
95,0	93,3387	0,0145	1,6581	0,0025	0,1508	1,1628	2,3256
100,0	102,0581	-0,0180	1,7453	-0,0002	0,1507	1,1626	2,3253
105,0	111,5862	-0,0575	1,8326	-0,0033	0,1474	1,1588	2,3176
110,0	122,3542	-0,1082	1,9199	-0,0072	0,1402	1,1505	2,3009
115,0	134,6971	-0,1736	2,0071	-0,0123	0,1279	1,1364	2,2728
120,0	150,0000	-0,2679	2,0944	-0,0193	0,1086	1,1147	2,2294

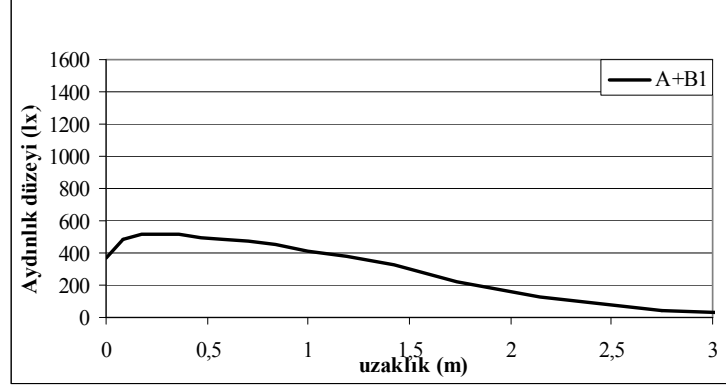


Şekil 9.77 B₁ yansıtıcısının kesiti

Şekil 9.77’de verilen B₁ yansıtıcısının kesiti ve yansıtıcının Şekil 9.72’de kesiti verilen A (60°) yansıtıcısıyla birleştirilmesiyle oluşan yansıtıcının kesiti 3 boyuta dönüştürülmüş ve bilgisayar simülasyon programı ile analiz edilmiştir. A+B₁ yansıtıcısının aygıt ışık yeğirliği uzaysal dağılımının 0°-180° yatay açısında ortaya çıkan ışık yeğirlik dağılımı Şekil 9.78’de, oluşan yansıtıcının ışık yeğirlik dağılımı ise Şekil 9.79’da gösterilmiştir.



Şekil 9.78 A+B₁ yansıtıcısına ait ışık yeğirlik dağılımı

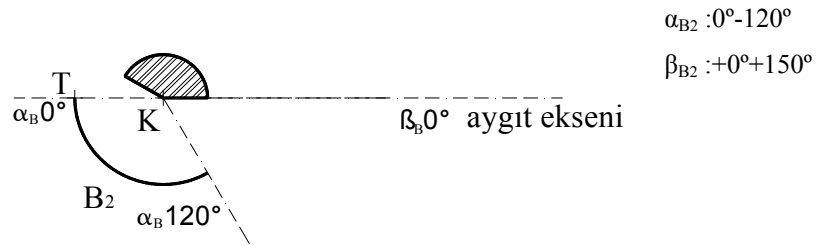


Şekil 9.79 A+B1 yansıtıcılarının birleştirilmesiyle oluşan yansıtıcının lamba merkezinden 1m uzaklıkta oluşturduğu aydınlık dağılımı

9.5.2 Alt Yansıtıcıdan Yansıyan Işığın Üst Yansıtıcıya Eşit Niceliklerde Yönlendirildiği Durum

Örnek olarak, 60° için tasarlanan yansıtıcı üzerinde alt yansıtıcı parçasının biçimlendirilmesinde yapılan işlemler aşağıda sırası ile anlatılmıştır.

9.4.2. bölümde açıklanan yaklaşıma benzer biçimde, bu yaklaşımda da alt yansıtıcı parçası bu parçaya düşen ışığı eşit niceliklerde üst yansıtıcıya yönlendirecek biçimde oluşturulmuştur. Buna göre, alt yansıtıcının biçimlendirilmesinde veri alınan ışık yeğnlik dağılımı Şekil 9.80'deki gibi tanımlanmıştır.



Şekil 9.80 Alt yansıtıcının (B_2) biçimlendirilmesinde hedeflenen ışık yeğnlik dağılımı

- 1) α açılara karşılık gelen β açılarını bulabilmek için, α açıları için 0° den başlayarak 120° ye kadar olan bölgeler içindeki kümülatif açıları oranları (Çizelge 9.80) ve β açıları için 0° den başlayarak $+150^\circ$ ye kadar bölgeler içindeki kümülatif ışık akıları oranları (Çizelge 9.83) belirlenerek her bir α açısına karşılık gelen β açıları 9.2. bölümde “3.adımda” uygulanan işlemler uyarınca belirlenmiştir.

Çizelge 9.83 B₂ yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri

β açısı bölgeleri (derece)	Ortalama Doğrultu (derece)	Hacim açısı (bölge çarpanı, str)	Bölgenin orta doğrultusundaki ışık yeğinliği (cd)	Bölge ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (%)
0,0- 12,5	6,25	0,1495	1,0000	0,15	0,1495	1,2755
12,5- 25,0	18,75	0,4392	1,0000	0,44	0,5887	5,0214
25,0- 37,5	31,25	0,7100	1,0000	0,71	1,2987	11,0772
37,5- 50,0	43,75	0,9462	1,0000	0,95	2,2449	19,1479
50,0- 62,5	56,25	1,1372	1,0000	1,14	3,3821	28,8478
62,5- 75,0	68,75	1,2748	1,0000	1,27	4,6570	39,7213
75,0- 87,5	81,25	1,3521	1,0000	1,35	6,0091	51,2540
87,5- 100,0	93,75	1,3647	1,0000	1,36	7,3737	62,8939
100,0- 112,5	106,25	1,3131	1,0000	1,31	8,6869	74,0943
112,5- 125,0	118,75	1,1994	1,0000	1,20	9,8863	84,3248
125,0- 137,5	131,25	1,0285	1,0000	1,03	10,9148	93,0975
137,5- 150,0	143,75	0,8093	1,0000	0,81	11,7241	100,0000

- 2) Her bir α açısına karşılık gelen “r” doğru parçaları, 9.2 bölümde “4-9.adımlar arasında” uygulanan işlemler uyarınca belirlenmiştir.

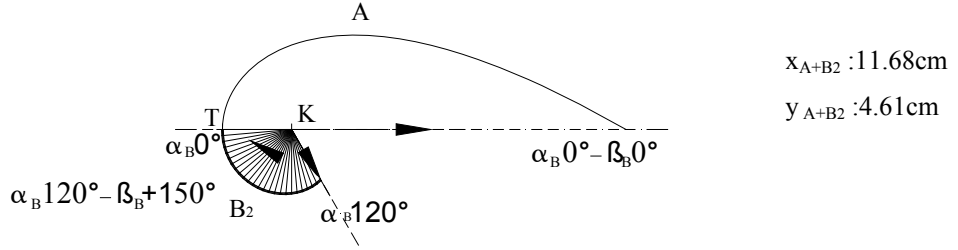
B₂ yansıtıcısını belirleyebilmek için aygıt eksenini çizilmiş ve bu eksen üzerinde nokta kaynak varsayılan ışık kaynağının (K) yeri ile K noktasından 2 cm uzaklığındaki yansıtıcı tepe noktasının (T) yeri işaretlenmiş ve Çizelge 9.84, kolon 8’de verilmiş olan her bir α açısına karşılık gelen “r” doğru parçaları, başlangıç noktası ışık kaynağı merkezi (K) alınarak çizilmiş ve bunların uç noktaları birleştirilerek yansıtıcının kesiti oluşturulmuştur (Şekil 9.81).

Çizelge 9.84a B₂ yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000
5,0	2,5481	0,0214	0,0873	0,0009	0,0009	1,0009	2,0019
10,0	9,9311	0,0006	0,1745	0,0010	0,0019	1,0019	2,0038
15,0	15,8298	-0,0072	0,2618	-0,0003	0,0016	1,0016	2,0032
20,0	21,6805	-0,0147	0,3491	-0,0010	0,0006	1,0006	2,0013
25,0	27,5291	-0,0221	0,4363	-0,0016	-0,0010	0,9990	1,9981
30,0	33,0748	-0,0268	0,5236	-0,0021	-0,0031	0,9969	1,9938
35,0	39,0222	-0,0351	0,6109	-0,0027	-0,0058	0,9942	1,9884
40,0	44,5050	-0,0393	0,6981	-0,0032	-0,0090	0,9910	1,9820
45,0	50,4881	-0,0479	0,7854	-0,0038	-0,0128	0,9872	1,9745
50,0	56,0208	-0,0526	0,8727	-0,0044	-0,0172	0,9829	1,9658
55,0	61,9659	-0,0609	0,9599	-0,0050	-0,0222	0,9781	1,9561
60,0	67,6565	-0,0669	1,0472	-0,0056	-0,0278	0,9726	1,9452

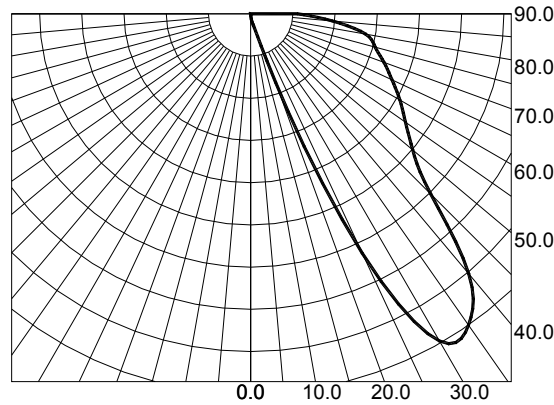
Çizelge 9.84b B₂ yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
65,0	73,5883	-0,0751	1,1345	-0,0062	-0,0340	0,9666	1,9332
70,0	79,4930	-0,0830	1,2217	-0,0069	-0,0409	0,9600	1,9199
75,0	85,5049	-0,0919	1,3090	-0,0076	-0,0485	0,9527	1,9053
80,0	91,6230	-0,1018	1,3963	-0,0085	-0,0569	0,9446	1,8893
85,0	97,8158	-0,1123	1,4835	-0,0093	-0,0663	0,9359	1,8717
90,0	104,2105	-0,1246	1,5708	-0,0103	-0,0766	0,9262	1,8525
95,0	110,6909	-0,1378	1,6581	-0,0115	-0,0881	0,9157	1,8314
100,0	117,5654	-0,1545	1,7453	-0,0128	-0,1008	0,9041	1,8082
105,0	124,5054	-0,1719	1,8326	-0,0142	-0,1151	0,8913	1,7826
110,0	132,3265	-0,1973	1,9199	-0,0161	-0,1312	0,8771	1,7541
115,0	140,6555	-0,2277	2,0071	-0,0185	-0,1497	0,8609	1,7219
120,0	150,0000	-0,2679	2,0944	-0,0216	-0,1714	0,8425	1,6851

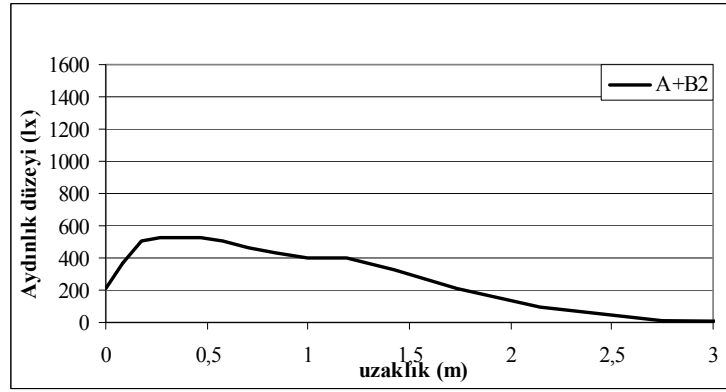


Şekil 9.81 B₂ yansıtıcısının kesiti

Şekil 9.81’de verilen B₂ yansıtıcısının kesiti ve yansıtıcının Şekil 9.72’de kesiti verilen A (60°) yansıtıcısıyla birleştirilmesiyle oluşan yansıtıcının kesiti 3 boyuta dönüştürülmüş ve bilgisayar simülasyon programı ile analiz edilmiştir. A+B₂ yansıtıcısının aygıt ışık yeğirliği uzaysal dağılımının 0°-180° yatay açısında ortaya çıkan ışık yeğirlik dağılımı Şekil 9.82’de, lamba merkezinde 1m uzaktaki düşey düzlem üzerinde oluşan yansıtıcının ışık yeğirlik dağılımı ise Şekil 9.83’te gösterilmiştir.



Şekil 9.82 A+B₂ yansıtıcısına ait ışık yeğirlik dağılımı

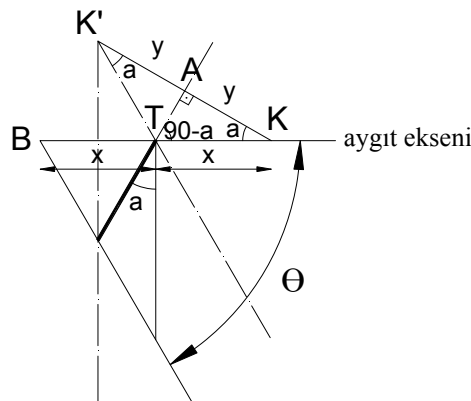


Şekil 9.83 A+B₂ yansıtıcılarının birleştirilmesiyle oluşan yansıtıcının lamba merkezinden 1m uzaklıkta oluşturduğu aydınlık dağılımı

9.5.3 Alt Yansıtıcı Parçanın Düzlem Parçalardan Oluşturulması

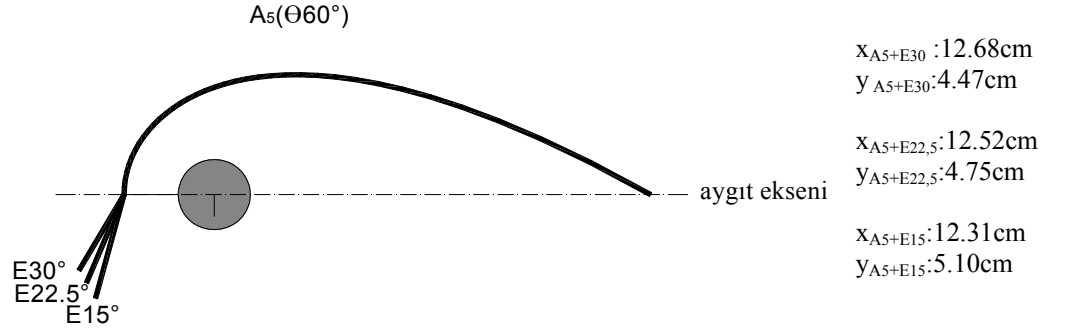
Üst yansıtıcı parçası sınırları $\alpha 0- \alpha 180$ arasında tutularak tasarlanan yansıtıcılarda, lambayı gözden gizlemek amacıyla çeşitli yaklaşımlar uygulanmıştır. Bunlardan biri, alt yansıtıcı parçanın eğimli düzlem parçalardan oluşturulmasıdır. Söz konusu parçaların biçimlendirilmesinde izlenen adımlar aşağıdaki gibidir.

- 1) K noktasından, aygıt eksenini ile a açısı yapan bir doğru çizilir. a açısının büyüklüğü, her bir durum için ayrı ayrı deneme yanılma yolu ile belirlenir. Çizilen bu doğruya T noktasından dik inilerek düzlem parçanın eğimi saptanır. K noktasının görüntüsü olan K' noktasının yeri bulunur.
- 2) Düzlem parçasının boyutunu belirlemek için aygıt eksenini üzerindeki TK doğru parçası uzunluğuna (x) eşit uzaklık kadar eksen üzerinde gidilerek B noktası belirlenir. B noktasından, BT doğru parçası ile veri oluşturan θ açısı kadar açı yapan doğru çizilir. Bu doğrunun düzlem parçasını kestiği yere bağlı olarak düzlem parçanın uzunluğu saptanır (Şekil 9.84).

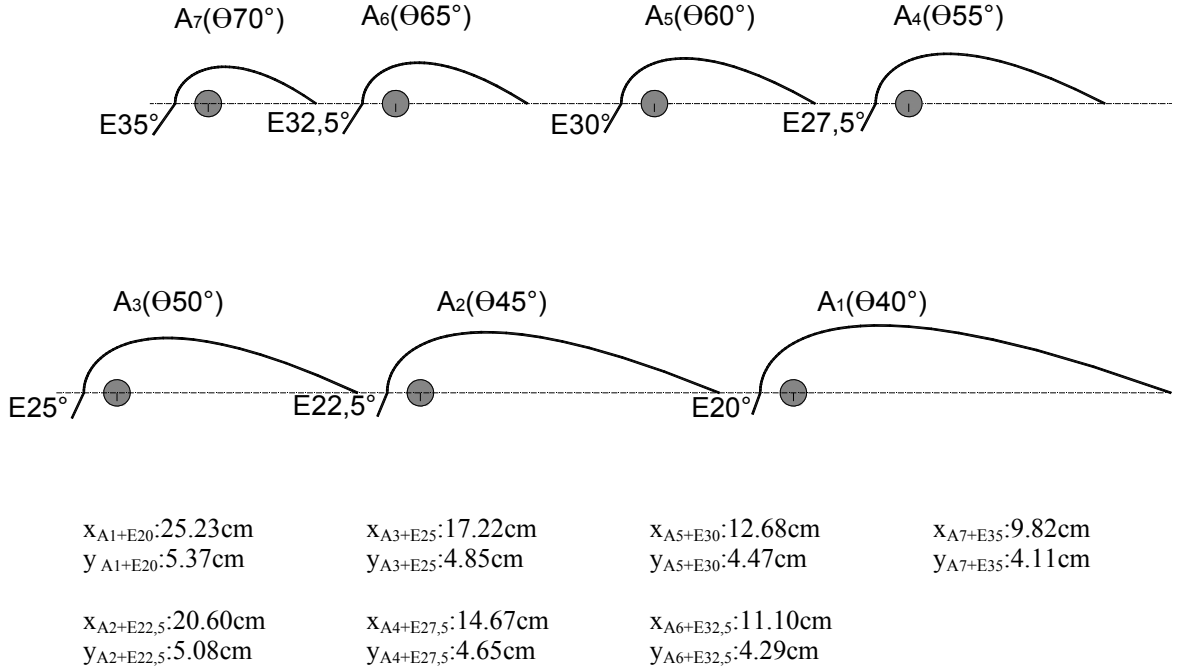


Şekil 9.84 Düzlem parçanın boyutunun ve eğiminin belirlenmesi

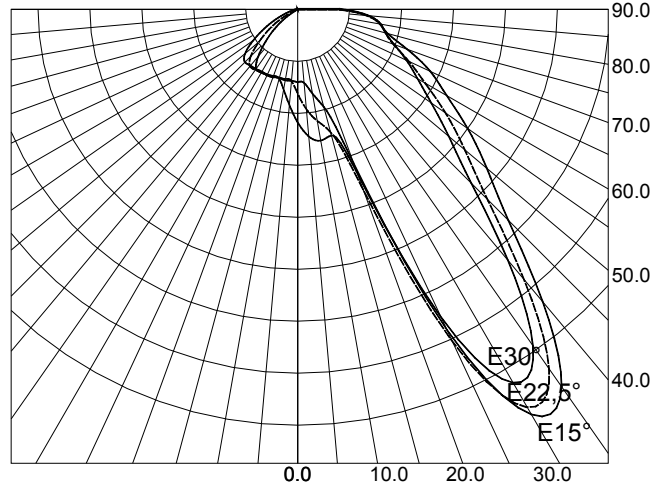
Yukarıdaki işlemler θ açısının kapsadığı alanın 40° , 45° , 50° , 55° , 60° , 65° , 70° olması koşulları için ayrı ayrı yapılmıştır. Düzlem parçanın eğimini belirtmeye yönelik çalışmalara θ : 60° durumu ele alınarak başlanmıştır. θ : 60° için düzlem parçanın eğimi açısından üç ayrı durum ($E15^\circ$, $E22.5^\circ$ ve $E30^\circ$) denenmiş, en olumlu sonuç $E30^\circ$ eğiminde elde edilmiştir (Şekil 9.85). Buradan yola çıkılarak öteki veri oluşturan θ açıları için de düzlem parçanın eğimi $\theta/2$ olacak biçimde belirlenmiştir (Şekil 9.86). Elde edilen yeğinlik dağılımı (θ) 60° için Şekil 9.87’de diğer yansıtıcılar için Şekil 9.88’de, oluşan yansıtıcıların aydınlık dağılımı (θ) 60° için Şekil 9.89’da diğer yansıtıcılar için Şekil 9.90’da gösterilmiştir.



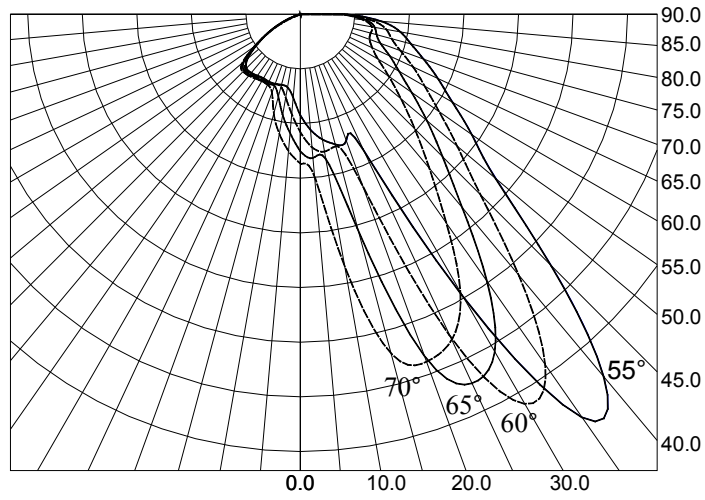
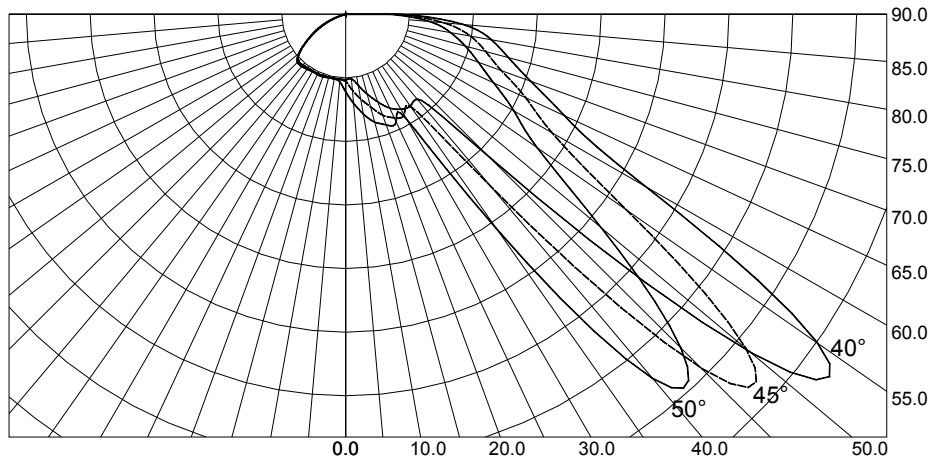
Şekil 9.85 (θ) 60° için tasarlanan yansıtıcıların kesitleri



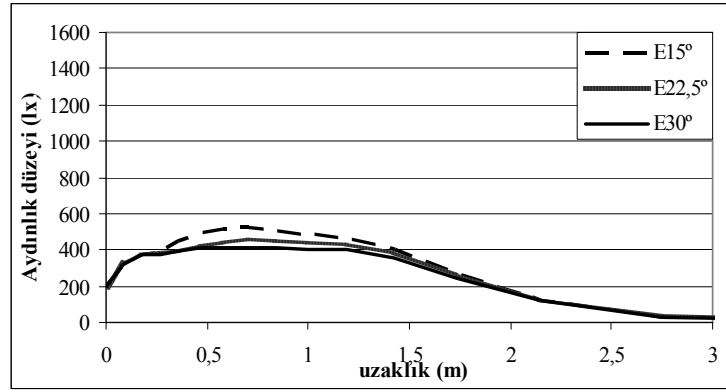
Şekil 9.86 (θ) $40^\circ, 45^\circ, 50^\circ, 55^\circ, 60^\circ, 65^\circ, 70^\circ$ için tasarlanan yansıtıcıların eğimli parçalar ile birleştirilmesi ile oluşan yansıtıcı kesitleri



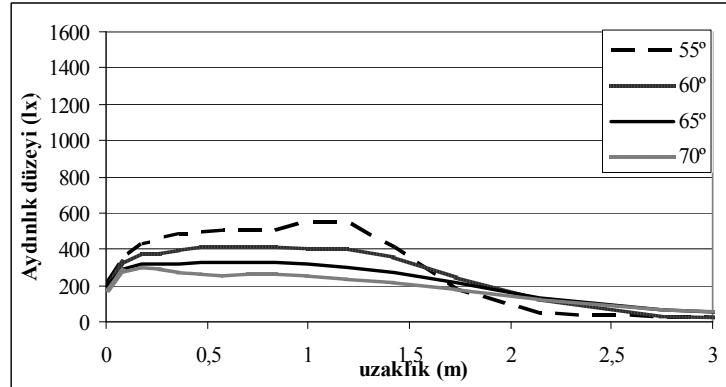
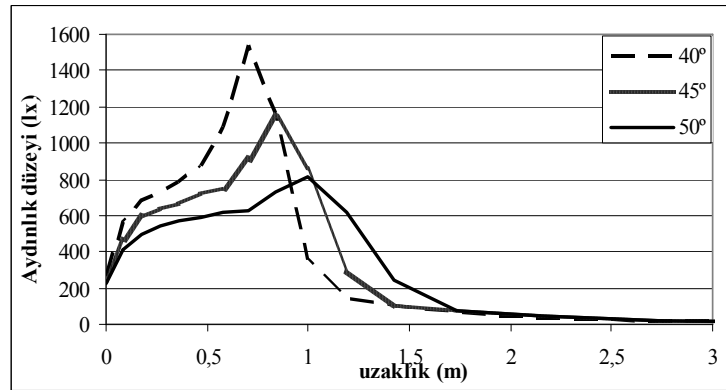
Şekil 9.87 (θ) 60° için tasarlanan yansıtıcılara ait ışık yeğnlik eğrileri



Şekil 9.88 A_1 - A_7 yansıtıcılarının eğimli doğru parçalarıyla birleştirilmesiyle oluşan ışık yeğnlik eğrileri



Şekil 9.89 (θ) 60° için tasarlanan yansıtıcıların lamba merkezden 1m uzakta oluşturduğu aydınlık dağılımları

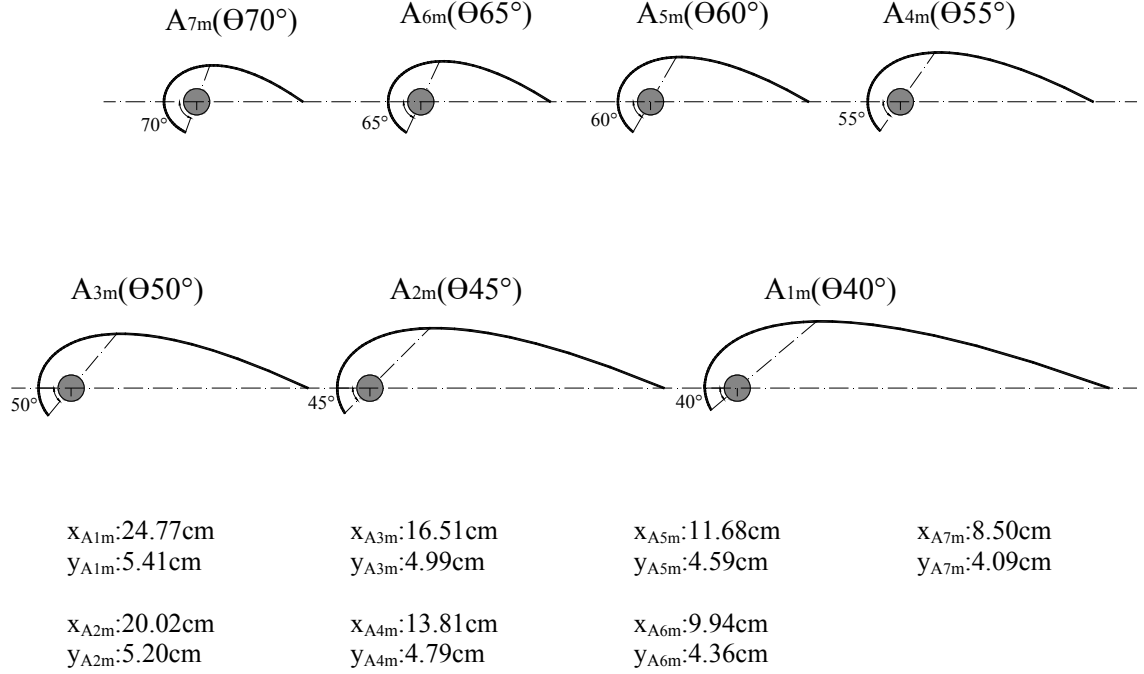


Şekil 9.90 (θ) $40^\circ, 45^\circ, 50^\circ, 55^\circ, 60^\circ, 65^\circ, 70^\circ$ için tasarlanan yansıtıcıların için tasarlanan yansıtıcıların lamba merkezden 1m uzakta oluşturduğu aydınlık dağılımları

9.5.4 Üst Yansıtıcının Bir Bölümünün Alt Yansıtıcı Olarak Kullanıldığı Durum- θ Açısına Bağlı Belirleme

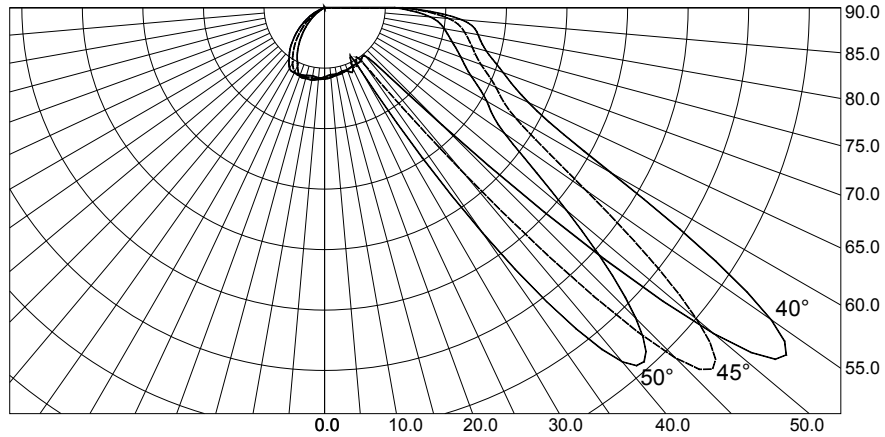
9.5. bölümde tasarlanan A_1 - A_7 üst yansıtıcılar içindeki lambaları gözden gizlemek için alt yansıtıcılar tasarlanmıştır. Alt, yansıtıcı olarak, üst yansıtıcının aygıt eksenine göre simetriğinin bir bölümü kullanılmıştır. Alt yansıtıcının boyutunu belirleyebilmek için, K

(lamba merkezi) noktasından aygıt eksenini ile θ açısı yapan doğru çizilmiştir. Bu doğrunun alt yansıtıcıyı kesim noktası alt yansıtıcı parçasının etek noktasını vermektedir. Oluşan yansıtıcılar A_{1m} - A_{7m} olarak adlandırılmıştır. Yansıtıcıların kesitleri Şekil 9.91’de üst üste gösterilmiştir.

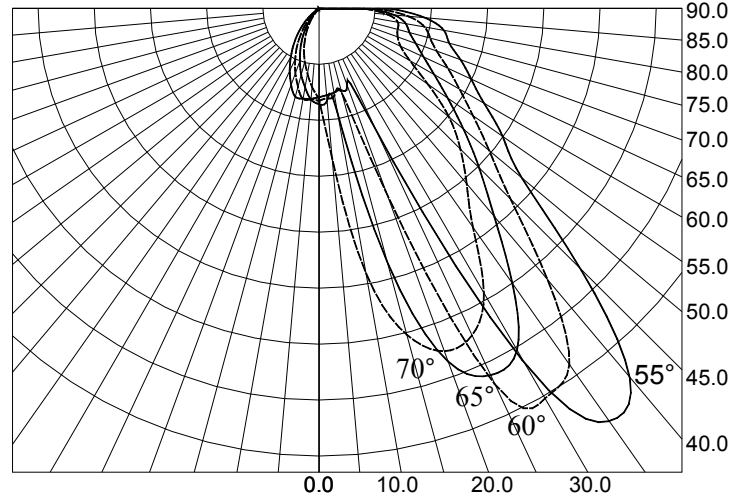


Şekil 9.91 A_{1m} - A_{7m} yansıtıcılarının kesitleri

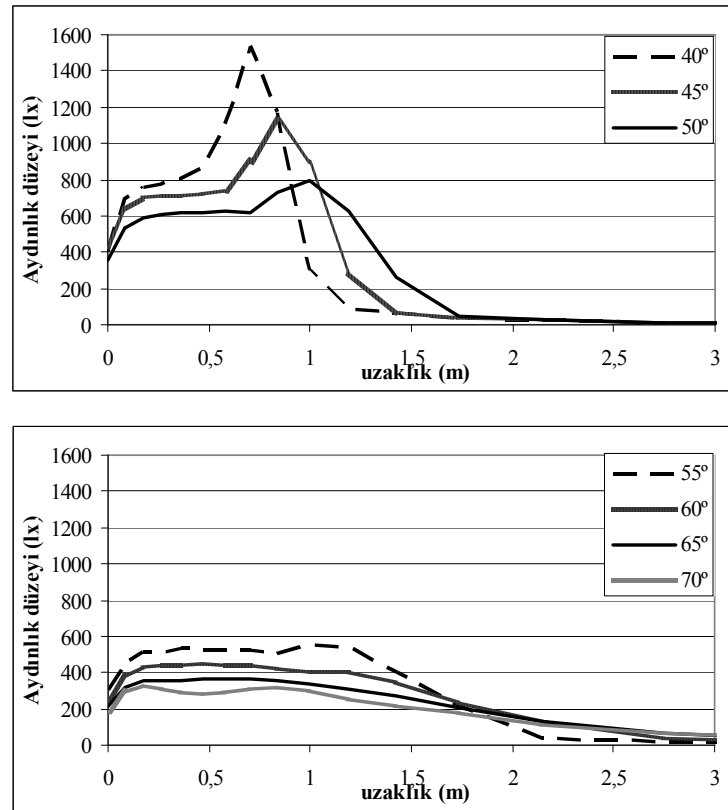
Oluşturulan A_{1m} - A_{7m} yansıtıcılarının kesitleri üç boyuta dönüştürülmüş ve analiz edilmiştir. Bu yansıtıcılara ait aygıt ışık yeğirliği uzaysal dağılımının 0° - 180° yatay açısında ortaya çıkan ışık yeğirlik dağılımına Şekil 9.92’de, yansıtıcıların aydınlık dağılımına Şekil 9.93’te yer verilmiştir.



Şekil 9.92a A_{1m} - A_{7m} yansıtıcılarına ait ışık yeğirlik eğrileri



Şekil 9.92b A_{1m}- A_{7m} yansıtıcılarına ait ışık yeğinlik eğrileri



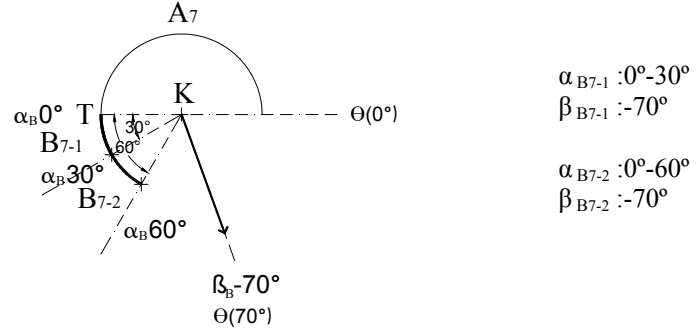
Şekil 9.93 A_{1m}- A_{7m} yansıtıcılarının lamba merkezden 1m uzakta oluşturduğu aydınlık dağılımları

9.5.5 Alt Yansıtıcı Parçasının Üst Yansıtıcının Oluşturduğu Aydınlık Dağılımını İyileştirmek Amacıyla Tasarlanması

9.5. bölümde yapılan A_1 - A_7 yansıtıcılarının oluşturduğu aydınlık dağılımları incelenerek, aydınlık dağılımlarının daha düzgün olduğu (θ) 70° , 65° , 60° ve 55° koşulları için alt yansıtıcı tasarımları yapılmıştır. Aygıttan çıkan ışığın yayılma açısının farklı olduğu belirtilen her dört durum kendi içinde değerlendirilerek aydınlık dağılımlarını iyileştirmek amaçlanmıştır.

9.5.5.1 $(\theta) 70^\circ$ için Alt Yansıtıcı Tasarımı

A_7 üst yansıtıcısı ile ilgili yapılan çalışmada $(\theta) 70^\circ$ için alt yansıtıcının kapladığı alan, $\alpha_B 0^\circ$ - $\alpha_B 30^\circ$ ve $\alpha_B 0^\circ$ - $\alpha_B 60^\circ$ arasında olmak üzere iki ayrı biçimde tanımlanmıştır. Her iki biçimin kullanıldığı durumda, alt yansıtıcının tüm noktalarından yansıyan ışık ışınlarının aydınlık dağılımını iyileştirmek adına β_{-70} doğrultusuna yönelmesi sağlanmıştır (Şekil 9.94).



Şekil 9.94 $(\theta) 70^\circ$ için yapılan alt yansıtıcılar için α ve β açı sınırlarının belirlenmesi

B_{7-1} , B_{7-2} yansıtıcıları için her bir α açısına karşılık gelen “r” doğru parçaları, 9.2. bölümde “4-9.adımlar arasında” uygulanan işlemler uyarınca belirlenmiştir (Çizelge 9.85, Çizelge 9.86).

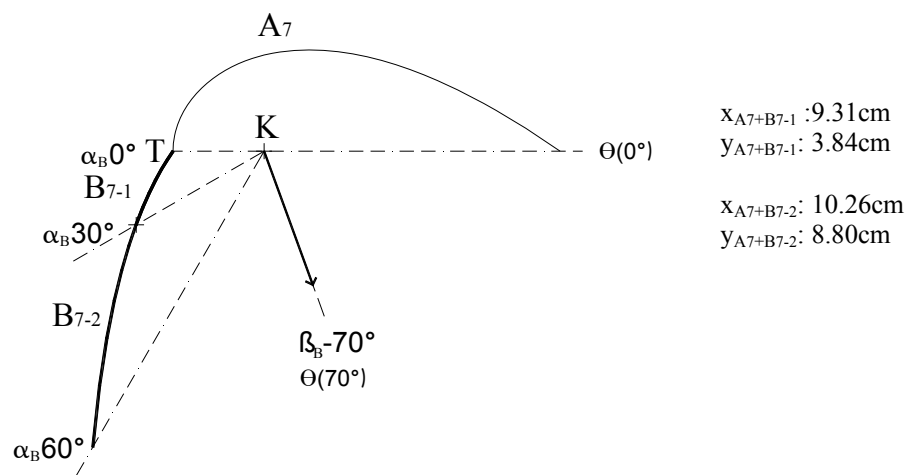
Çizelge 9.85 B_{7-1} yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	-70,0000	0,7002	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
5,0	-70,0000	0,7673	0,0873	0,0640	0,0640	1,0661	2,1323
10,0	-70,0000	0,8391	0,1745	0,0701	0,1341	1,1435	2,2871
15,0	-70,0000	0,9163	0,2618	0,0766	0,2107	1,2346	2,4691
20,0	-70,0000	1,0000	0,3491	0,0836	0,2943	1,3422	2,6845
25,0	-70,0000	1,0913	0,4363	0,0913	0,3856	1,4705	2,9410
30,0	-70,0000	1,1918	0,5236	0,0996	0,4852	1,6245	3,2490

Çizelge 9.86 B₇₋₂ yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	-70,0000	0,7002	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
5,0	-70,0000	0,7673	0,0873	0,0640	0,0640	1,0661	2,1323
10,0	-70,0000	0,8391	0,1745	0,0701	0,1341	1,1435	2,2871
15,0	-70,0000	0,9163	0,2618	0,0766	0,2107	1,2346	2,4691
20,0	-70,0000	1,0000	0,3491	0,0836	0,2943	1,3422	2,6845
25,0	-70,0000	1,0913	0,4363	0,0913	0,3856	1,4705	2,9410
30,0	-70,0000	1,1918	0,5236	0,0996	0,4852	1,6245	3,2490
35,0	-70,0000	1,3032	0,6109	0,1089	0,5941	1,8113	3,6227
40,0	-70,0000	1,4281	0,6981	0,1192	0,7132	2,0406	4,0812
45,0	-70,0000	1,5697	0,7854	0,1308	0,8441	2,3258	4,6516
50,0	-70,0000	1,7321	0,8727	0,1441	0,9881	2,6862	5,3724
55,0	-70,0000	1,9210	0,9599	0,1594	1,1475	3,1503	6,3007
60,0	-70,0000	2,1445	1,0472	0,1774	1,3249	3,7618	7,5236

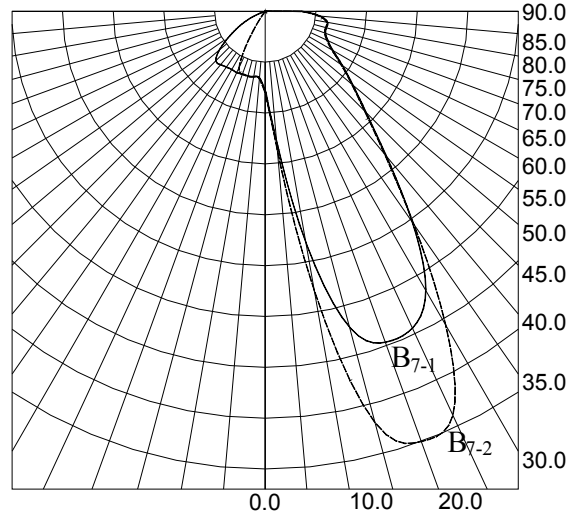
B₇₋₁ ve B₇₋₂ yansıtıcılarını belirleyebilmek için aygıt eksenini çizilmiş ve bu eksen üzerinde nokta kaynak varsayılan ışık kaynağının (K) yeri ile K noktasından 2 cm uzaklığındaki yansıtıcı tepe noktasının (T) yeri işaretlenmiş ve Çizelge 9.85- Çizelge 9.86, kolon 8’de verilmiş olan her bir α açısına karşılık gelen “r” doğru parçaları, başlangıç noktası ışık kaynağı merkezi (K) alınarak çizilmiş ve bunların uç noktaları birleştirilerek yansıtıcıların kesiti çizilmiştir. B₇₋₁ ve B₇₋₂ yansıtıcılarının kesiti Şekil 9.95’de üst üste gösterilmiştir.



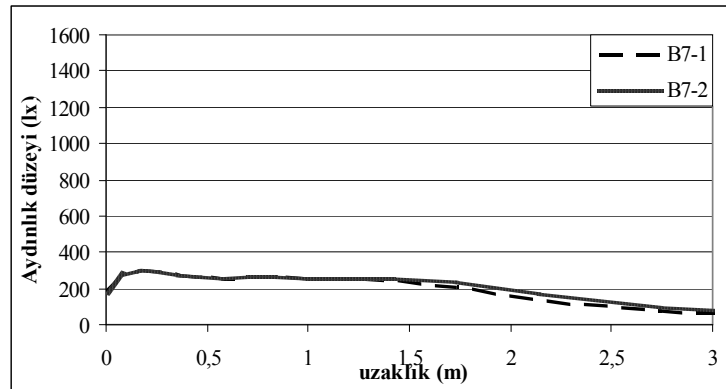
Şekil 9.95 B₇₋₁ ve B₇₋₂ yansıtıcılarının kesiti

A₇ yansıtıcısının B₇₋₁ ve B₇₋₂ yansıtıcıları ile birleştirilmesiyle oluşan yansıtıcıların aygıt ışık yeğirliğı uzaysal dağılımının 0°-180° yatay açısında ortaya çıkan ışık yeğirlik dağılımları

Şekil 9.96’da, oluşan yansıtıcıların ışık yeğirlik dağılımları ise Şekil 9.97’de üst üste gösterilmiştir.



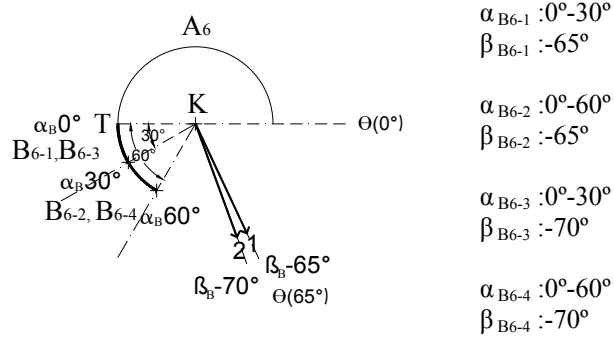
Şekil 9.96 A₇ yansıtıcısının B₇₋₁ ve B₇₋₂ yansıtıcıları ile birleştirilmesi ile oluşan yansıtıcılara ait ışık yeğirlik eğrileri



Şekil 9.97 A₇ yansıtıcısının B₇₋₁ ve B₇₋₂ yansıtıcıları ile birleştirilmesi ile oluşan yansıtıcıların lamba merkezden 1m uzakta oluşturduğu aydınlık dağılımları

9.5.5.2 (θ) 65° için Alt Yansıtıcı Tasarımı

A₆ üst yansıtıcısı ile ilgili yapılan çalışmada (θ) 65° için alt yansıtıcının kapladığı alan, $\alpha_B 0^\circ$ - $\alpha_B 30^\circ$ ve $\alpha_B 0^\circ$ - $\alpha_B 60^\circ$ arasında olmak üzere iki ayrı biçimde tanımlanmıştır. Her iki biçimin kullanıldığı durumda, alt yansıtıcının bütün noktalarından yansıyan ışınların, üst yansıtıcının tek başına oluşturduğu aydınlık dağılımını iyileştirmek adına tek bir doğrultuya yönelmesi sağlanmıştır. Yansıyan ışınların yöneleceği bu tek doğrultuya ilişkin iki ayrı etüt yapılmıştır. Yani, yansıyan ışınların (1) β_{-65} ve (2) β_{-70} olmak üzere iki ayrı doğrultuya yöneldiği dört ayrı koşul için alt yansıtıcılar oluşturulmuştur (Şekil 9.98).



Şekil 9.98 (θ) 65° için yapılan alt yansıtıcılar için α ve β açı sınırlarının belirlenmesi

B_6 yansıtıcıları için her bir α açısına karşılık gelen “r” doğru parçaları, 9.2. bölümde “4-9.adımlar arasında” uygulanan işlemler uyarınca belirlenmiştir. Bu değerler, B_{6-1} yansıtıcısı için Çizelge 9.87’de, B_{6-2} yansıtıcısı için Çizelge 9.88’de verilmiştir. B_{6-3} (Çizelge 9.85) ve B_{6-4} (Çizelge 9.86) yansıtıcıları için bu değerler, 9.5.5.1. bölümde açıklanan Çizelge 9.85 ve Çizelge 9.86’da verilmiştir.

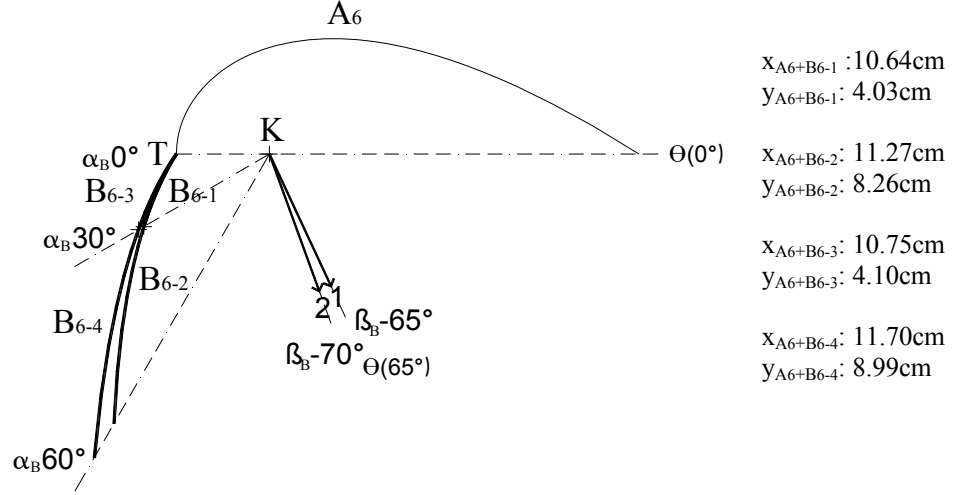
Çizelge 9.87 B_{6-1} yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	-65,0000	0,6371	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
5,0	-65,0000	0,7002	0,0873	0,0583	0,0583	1,0601	2,1202
10,0	-65,0000	0,7673	0,1745	0,0640	0,1224	1,1302	2,2604
15,0	-65,0000	0,8391	0,2618	0,0701	0,1925	1,2122	2,4245
20,0	-65,0000	0,9163	0,3491	0,0766	0,2691	1,3087	2,6175
25,0	-65,0000	1,0000	0,4363	0,0836	0,3527	1,4229	2,8458
30,0	-65,0000	1,0913	0,5236	0,0913	0,4439	1,5588	3,1177

Çizelge 9.88 B_{6-2} yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

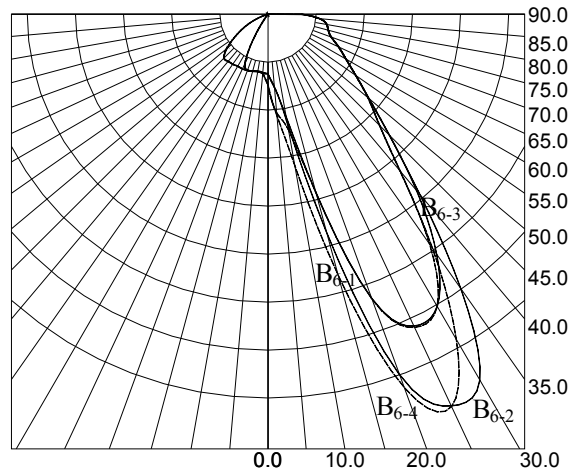
α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	-65,0000	0,6371	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
5,0	-65,0000	0,7002	0,0873	0,0583	0,0583	1,0601	2,1202
10,0	-65,0000	0,7673	0,1745	0,0640	0,1224	1,1302	2,2604
15,0	-65,0000	0,8391	0,2618	0,0701	0,1925	1,2122	2,4245
20,0	-65,0000	0,9163	0,3491	0,0766	0,2691	1,3087	2,6175
25,0	-65,0000	1,0000	0,4363	0,0836	0,3527	1,4229	2,8458
30,0	-65,0000	1,0913	0,5236	0,0913	0,4439	1,5588	3,1177
35,0	-65,0000	1,1918	0,6109	0,0996	0,5436	1,7221	3,4442
40,0	-65,0000	1,3032	0,6981	0,1089	0,6524	1,9202	3,8404
45,0	-65,0000	1,4281	0,7854	0,1192	0,7716	2,1632	4,3264
50,0	-65,0000	1,5697	0,8727	0,1308	0,9024	2,4655	4,9310
55,0	-65,0000	1,7321	0,9599	0,1441	1,0465	2,8476	5,6952
60,0	-65,0000	1,9210	1,0472	0,1594	1,2059	3,3396	6,6793

B₆ yansıtıcılarını belirleyebilmek için aygıt eksenini çizilmiş ve bu eksen üzerinde nokta kaynak varsayılan ışık kaynağının (K) yeri ile K noktasından 2 cm uzaklığındaki yansıtıcı tepe noktasının (T) yeri işaretlenmiş ve Çizelge 9.85- Çizelge 9.88, kolon 8’de verilmiş olan her bir α açısına karşılık gelen “r” doğru parçaları, başlangıç noktası ışık kaynağı merkezi (K) alınarak çizilmiş ve bunların uç noktaları birleştirilerek yansıtıcıların kesiti çizilmiştir. B₆₋₁, B₆₋₂, B₆₋₃, B₆₋₄ yansıtıcılarının kesiti Şekil 9.99’de üst üste gösterilmiştir.

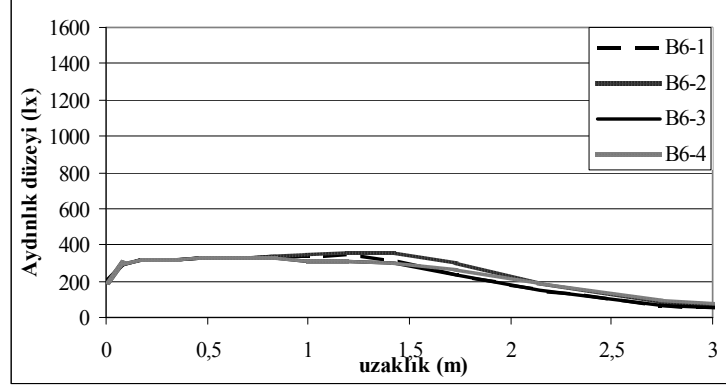


Şekil 9.99 B₆₋₁, B₆₋₂, B₆₋₃, B₆₋₄ yansıtıcılarının kesiti

A₆ yansıtıcısının B₆ yansıtıcıları ile birleştirilmesiyle oluşan yansıtıcıların aygıt ışık yeğirliği uzaysal dağılımının 0°-180° yatay açısında ortaya çıkan ışık yeğirlik dağılımları Şekil 9.100’de, oluşan yansıtıcıların ışık yeğirlik dağılımları ise Şekil 9.101’de üst üste gösterilmiştir.



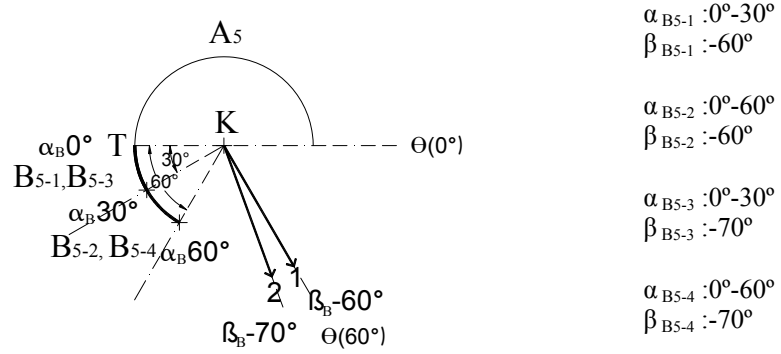
Şekil 9.100 A₆ yansıtıcısının B₆₋₁, B₆₋₂, B₆₋₃, B₆₋₄ yansıtıcıları ile birleştirilmesi ile oluşan yansıtıcılara ait ışık yeğirlik eğrileri



Şekil 9.101 A₆ yansıtıcısının B₆₋₁, B₆₋₂, B₆₋₃, B₆₋₄ yansıtıcıları ile birleştirilmesi ile oluşan yansıtıcıların lamba merkezden 1m uzakta oluşturduğu aydınlık dağılımları

9.5.5.3 (θ) 60° için Alt Yansıtıcı Tasarımı

A₅ üst yansıtıcısı ile ilgili yapılan çalışmada (θ) 60° için alt yansıtıcının kapladığı alan, $\alpha_B 0^\circ$ - $\alpha_B 30^\circ$ ve $\alpha_B 0^\circ$ - $\alpha_B 60^\circ$ arasında olmak üzere iki ayrı biçimde tanımlanmıştır. Her iki biçimin kullanıldığı durumda, alt yansıtıcının bütün noktalarından yansıyan ışınların, üst yansıtıcının tek başına oluşturduğu aydınlık dağılımını iyileştirmek adına tek bir doğrultuya yönelmesi sağlanmıştır. Yansıyan ışınların yöneleceği bu tek doğrultuya ilişkin iki ayrı etüt yapılmıştır. Yani, yansıyan ışınların (1) β_{-60} ve (2) β_{-70} olmak üzere iki ayrı doğrultuya yöneldiği dört ayrı koşul için alt yansıtıcılar oluşturulmuştur (Şekil 9.102).



Şekil 9.102 (θ) 60° için yapılan alt yansıtıcılar için α ve β açı sınırlarının belirlenmesi

B₅ yansıtıcıları için her bir α açısına karşılık gelen “r” doğru parçaları, 9.2. bölümde “4-9.adımlar arasında” uygulanan işlemler uyarınca belirlenmiştir. Bu değerler, B₅₋₁ yansıtıcısı için Çizelge 9.89’da, B₅₋₂ yansıtıcısı için Çizelge 9.90’da verilmiştir. B₅₋₃ (Çizelge 9.85) ve B₅₋₄ (Çizelge 9.86) yansıtıcıları için bu değerler, 9.5.5.1. bölümde açıklanan Çizelge 9.85 ve Çizelge 9.86’da verilmiştir.

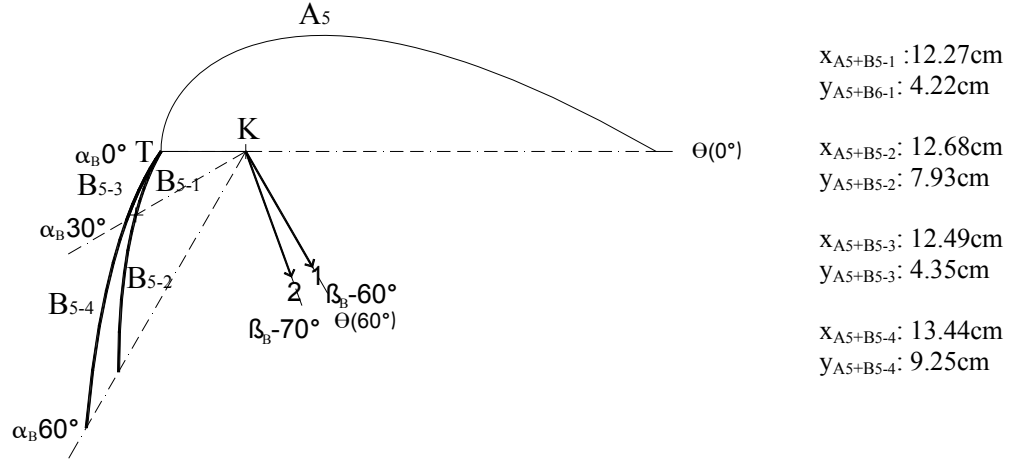
Çizelge 9.89 B₅₋₁ yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	-60,0000	0,5774	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
5,0	-60,0000	0,6371	0,0873	0,0530	0,0530	1,0544	2,1088
10,0	-60,0000	0,7002	0,1745	0,0583	0,1113	1,1178	2,2355
15,0	-60,0000	0,7673	0,2618	0,0640	0,1754	1,1917	2,3834
20,0	-60,0000	0,8391	0,3491	0,0701	0,2455	1,2782	2,5564
25,0	-60,0000	0,9163	0,4363	0,0766	0,3221	1,3800	2,7599
30,0	-60,0000	1,0000	0,5236	0,0836	0,4057	1,5003	3,0006

Çizelge 9.90 B₅₋₂ yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

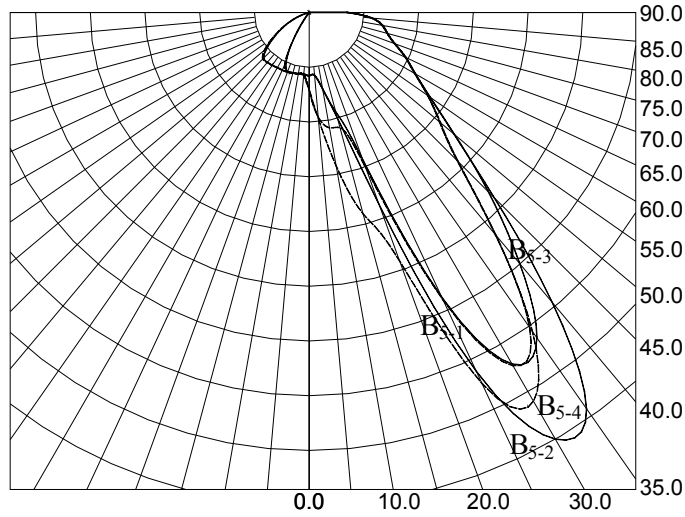
α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	-60,0000	0,5774	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
5,0	-60,0000	0,6371	0,0873	0,0530	0,0530	1,0544	2,1088
10,0	-60,0000	0,7002	0,1745	0,0583	0,1113	1,1178	2,2355
15,0	-60,0000	0,7673	0,2618	0,0640	0,1754	1,1917	2,3834
20,0	-60,0000	0,8391	0,3491	0,0701	0,2455	1,2782	2,5564
25,0	-60,0000	0,9163	0,4363	0,0766	0,3221	1,3800	2,7599
30,0	-60,0000	1,0000	0,5236	0,0836	0,4057	1,5003	3,0006
35,0	-60,0000	1,0913	0,6109	0,0913	0,4969	1,6437	3,2873
40,0	-60,0000	1,1918	0,6981	0,0996	0,5965	1,8158	3,6317
45,0	-60,0000	1,3032	0,7854	0,1089	0,7054	2,0247	4,0493
50,0	-60,0000	1,4281	0,8727	0,1192	0,8246	2,2809	4,5619
55,0	-60,0000	1,5697	0,9599	0,1308	0,9554	2,5997	5,1994
60,0	-60,0000	1,7321	1,0472	0,1441	1,0995	3,0025	6,0051

B₅ yansıtıcılarını belirleyebilmek için aygıt eksenini çizilmiş ve bu eksen üzerinde nokta kaynak varsayılan ışık kaynağının (K) yeri ile K noktasından 2 cm uzaklığındaki yansıtıcı tepe noktasının (T) yeri işaretlenmiş ve Çizelge 9.85, Çizelge 9.86, Çizelge 9.89, Çizelge 9.90, kolon 8’de verilmiş olan her bir α açısına karşılık gelen “r” doğru parçaları, başlangıç noktası ışık kaynağı merkezi (K) alınarak çizilmiş ve bunların uç noktaları birleştirilerek yansıtıcıların kesiti çizilmiştir. B₅₋₁, B₅₋₂, B₅₋₃, B₅₋₄ yansıtıcılarının kesiti Şekil 9.103’te üst üste gösterilmiştir.

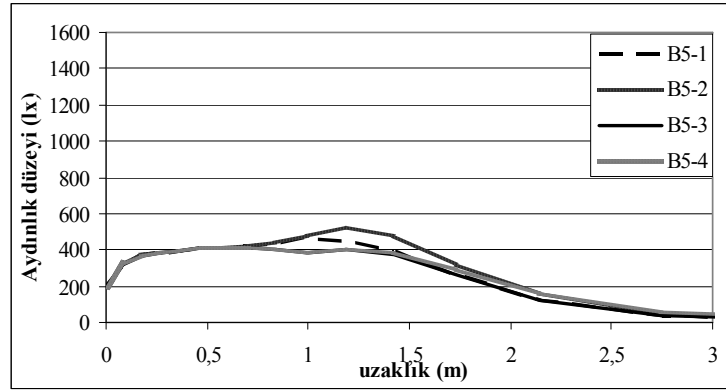


Şekil 9.103 B₅₋₁, B₅₋₂, B₅₋₃, B₅₋₄ yansıtıcılarının kesiti

A₅ yansıtıcısının B₅ yansıtıcıları ile birleştirilmesiyle oluşan yansıtıcıların aygıt ışık yeğirliği uzaysal dağılımının 0°-180° yatay açısında ortaya çıkan ışık yeğirlik dağılımları Şekil 9.104'de, oluşan yansıtıcıların ışık yeğirlik dağılımları ise Şekil 9.105'de üst üste gösterilmiştir.



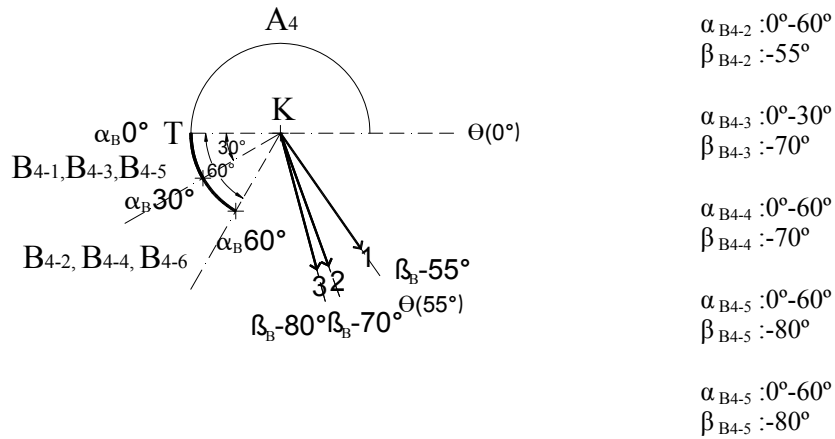
Şekil 9.104 A₅ yansıtıcısının B₅₋₁, B₅₋₂, B₅₋₃, B₅₋₄ yansıtıcıları ile birleştirilmesi ile oluşan yansıtıcılara ait ışık yeğirlik eğrileri



Şekil 9.105 A₅ yansıtıcısının B₅₋₁, B₅₋₂, B₅₋₃, B₅₋₄ yansıtıcıları ile birleştirilmesi ile oluşan yansıtıcıların lamba merkezden 1m uzakta oluşturduğu aydınlık dağılımları

9.5.5.4 (θ) 55° için Alt Yansıtıcı Tasarımı

A₄ üst yansıtıcısı ile ilgili yapılan çalışmada (θ) 55° için alt yansıtıcının kapladığı alan, α_{B0° - α_{B30° ve α_{B0° - α_{B60° arasında olmak üzere iki ayrı biçimde tanımlanmıştır. Her iki biçimin kullanıldığı durumda, alt yansıtıcının bütün noktalarından yansıyan ışınların, üst yansıtıcının tek başına oluşturduğu aydınlık dağılımını iyileştirmek adına tek bir doğrultuya yönelmesi sağlanmıştır. Yansıyan ışınların yöneleceği bu tek doğrultuya ilişkin üç ayrı etüt yapılmıştır. Yani, yansıyan ışınların (1) β_{-55° , (2) β_{-70° ve (3) β_{-80° olmak üzere üç ayrı doğrultuya yöneldiği altı ayrı koşul için alt yansıtıcılar oluşturulmuştur (Şekil 9.106).



Şekil 9.106 (θ) 55° için yapılan alt yansıtıcılar için α ve β açı sınırlarının belirlenmesi

B₄ yansıtıcıları için her bir α açısına karşılık gelen “r” doğru parçaları, 9.2. bölümde “4-9.adımlar arasında” uygulanan işlemler uyarınca belirlenmiştir. Bu değerler, B₄₋₁ yansıtıcısı için Çizelge 9.91’de, B₄₋₂ yansıtıcısı için Çizelge 9.92’de, B₄₋₃ yansıtıcısı için Çizelge 9.85’de, B₄₋₄ yansıtıcısı için Çizelge 9.86’da, B₄₋₅ yansıtıcısı için Çizelge 9.93’te, B₄₋₆ yansıtıcısı için Çizelge 9.94de verilmiştir.

Çizelge 9.91 B₄₋₁ yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	-55,0000	0,5206	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
5,0	-55,0000	0,5774	0,0873	0,0479	0,0479	1,0491	2,0981
10,0	-55,0000	0,6371	0,1745	0,0530	0,1009	1,1062	2,2123
15,0	-55,0000	0,7002	0,2618	0,0583	0,1592	1,1726	2,3452
20,0	-55,0000	0,7673	0,3491	0,0640	0,2233	1,2502	2,5003
25,0	-55,0000	0,8391	0,4363	0,0701	0,2934	1,3409	2,6819
30,0	-55,0000	0,9163	0,5236	0,0766	0,3700	1,4477	2,8954

Çizelge 9.92 B₄₋₂ yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	-55,0000	0,5206	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
5,0	-55,0000	0,5774	0,0873	0,0479	0,0479	1,0491	2,0981
10,0	-55,0000	0,6371	0,1745	0,0530	0,1009	1,1062	2,2123
15,0	-55,0000	0,7002	0,2618	0,0583	0,1592	1,1726	2,3452
20,0	-55,0000	0,7673	0,3491	0,0640	0,2233	1,2502	2,5003
25,0	-55,0000	0,8391	0,4363	0,0701	0,2934	1,3409	2,6819
30,0	-55,0000	0,9163	0,5236	0,0766	0,3700	1,4477	2,8954
35,0	-55,0000	1,0000	0,6109	0,0836	0,4536	1,5739	3,1479
40,0	-55,0000	1,0913	0,6981	0,0913	0,5448	1,7243	3,4486
45,0	-55,0000	1,1918	0,7854	0,0996	0,6445	1,9049	3,8099
50,0	-55,0000	1,3032	0,8727	0,1089	0,7533	2,1240	4,2481
55,0	-55,0000	1,4281	0,9599	0,1192	0,8725	2,3929	4,7857
60,0	-55,0000	1,5697	1,0472	0,1308	1,0033	2,7273	5,4545

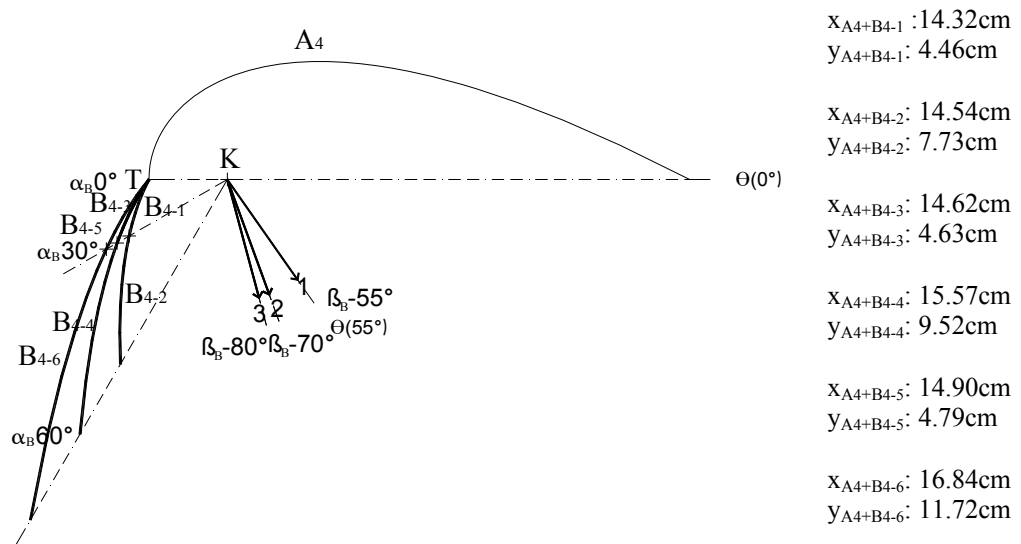
Çizelge 9.93 B₄₋₅ yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	-80,0000	0,8391	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
5,0	-80,0000	0,9163	0,0873	0,0766	0,0766	1,0796	2,1592
10,0	-80,0000	1,0000	0,1745	0,0836	0,1602	1,1738	2,3475
15,0	-80,0000	1,0913	0,2618	0,0913	0,2515	1,2859	2,5718
20,0	-80,0000	1,1918	0,3491	0,0996	0,3511	1,4206	2,8412
25,0	-80,0000	1,3032	0,4363	0,1089	0,4599	1,5840	3,1680
30,0	-80,0000	1,4281	0,5236	0,1192	0,5791	1,7845	3,5689

Çizelge 9.94 B₄₋₆ yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

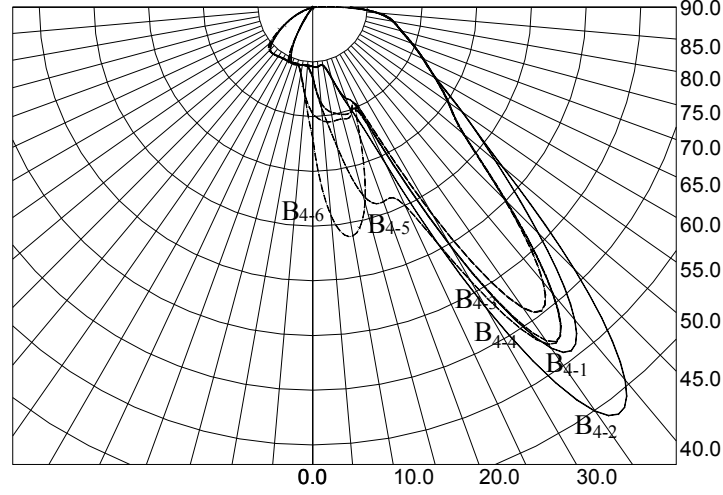
α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	-80,0000	0,8391	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
5,0	-80,0000	0,9163	0,0873	0,0766	0,0766	1,0796	2,1592
10,0	-80,0000	1,0000	0,1745	0,0836	0,1602	1,1738	2,3475
15,0	-80,0000	1,0913	0,2618	0,0913	0,2515	1,2859	2,5718
20,0	-80,0000	1,1918	0,3491	0,0996	0,3511	1,4206	2,8412
25,0	-80,0000	1,3032	0,4363	0,1089	0,4599	1,5840	3,1680
30,0	-80,0000	1,4281	0,5236	0,1192	0,5791	1,7845	3,5689
35,0	-80,0000	1,5697	0,6109	0,1308	0,7099	2,0338	4,0677
40,0	-80,0000	1,7321	0,6981	0,1441	0,8540	2,3490	4,6980
45,0	-80,0000	1,9210	0,7854	0,1594	1,0134	2,7549	5,5098
50,0	-80,0000	2,1445	0,8727	0,1774	1,1908	3,2896	6,5793
55,0	-80,0000	2,4142	0,9599	0,1989	1,3897	4,0136	8,0272
60,0	-80,0000	2,7475	1,0472	0,2252	1,6149	5,0274	10,0549

Grafik bütünleşme yaklaşımı uyarınca biçimlenen B₄ yansıtıcıları oluşturulurken, ışık kaynağının (K) yeri ile K noktasından 2 cm uzaklığındaki yansıtıcı tepe noktasının (T) yeri işaretlenmiş ve Çizelge 9.85, Çizelge 9.86, Çizelge 9.91-Çizelge 9.94, kolon 8’de verilmiş olan her bir α açısına karşılık gelen “r” doğru parçaları, başlangıç noktası ışık kaynağı merkezi (K) alınarak çizilmiş ve bunların uç noktaları birleştirilerek yansıtıcıların kesiti çizilmiştir. B₄₋₁, B₄₋₂, B₄₋₃, B₄₋₄, B₄₋₅, B₄₋₆ yansıtıcılarının kesiti Şekil 9.107’de üst üste gösterilmiştir.

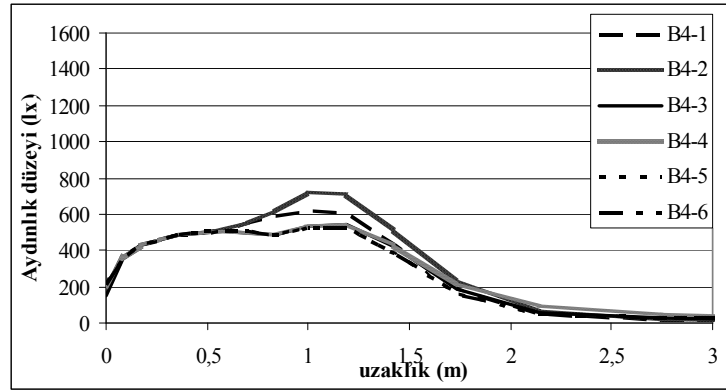


Şekil 9.107 B₄₋₁, B₄₋₂, B₄₋₃, B₄₋₄, B₄₋₅, B₄₋₆ yansıtıcılarının kesiti

A₄ yansıtıcısının B₄ yansıtıcıları ile birleştirilmesiyle oluşan yansıtıcıların aygıt ışık yeğirliği uzaysal dağılımlarının 0°-180° yatay açısında ortaya çıkan ışık yeğirlik dağılımları Şekil 9.108’de, oluşan yansıtıcıların ışık yeğirlik dağılımları ise Şekil 9.109’da üst üste gösterilmiştir.



Şekil 9.108 A₄ yansıtıcısının B₄₋₁, B₄₋₂, B₄₋₃, B₄₋₄, B₄₋₅, B₄₋₆ yansıtıcıları ile birleştirilmesi ile oluşan yansıtıcılara ait ışık yeğirlik eğrileri



Şekil 9.109 A₄ yansıtıcısının B₄₋₁, B₄₋₂, B₄₋₃, B₄₋₄, B₄₋₅, B₄₋₆ yansıtıcıları ile birleştirilmesi ile oluşan yansıtıcıların lamba merkezden 1m uzakta oluşturduğu aydınlık dağılımları

(θ) 55° için yapılan çalışmada, oluşan aydınlık dağılımları incelendiğinde aydınlık dağılımlarının bozulduğu görülür. Bu sebepten dolayı, alt yansıtıcı tasarımları (θ) 55° de sonlandırılmıştır.

9.5.6 Sonuçların Karşılaştırılması ve Değerlendirilmesi

Uygulamalarda ulaşılan sonuçların karşılaştırılması açısından ele alınan her bir duruma ilişkin “yansıtıcının özellikleri” izelge 9.95’de belirtilmiş ve her bir durum için bilgisayar programı ile yapılan analizlerin sonuçları izelge 9.96’da gösterilmiştir.

Çizelge 9.95 Tasarlanan yansıtıcıların özellikleri

Tip	Yansıtıcı özellikleri				Tip	Yansıtıcı özellikleri			
	TK (cm)	θ	x (cm)	y (cm)		TK (cm)	θ	x (cm)	y (cm)
A ₁	2	40	24.77	4.08	A _{4m}	2	55	13.81	4.79
A ₂	2	45	20.02	3.67	A _{5m}	2	60	11.68	4.59
A ₃	2	50	16.51	3.32	A _{6m}	2	65	9.94	4.36
A ₄	2	55	13.81	3.00	A _{7m}	2	70	8.50	4.09
A ₅	2	60	11.68	2.74	A ₇ +B ₇₋₁	2	70	9.31	3.84
A ₆	2	65	9.94	2.48	A ₇ +B ₇₋₂	2	70	10.26	8.80
A ₇	2	70	8.50	2.23	A ₆ +B ₆₋₁	2	65	10.64	4.03
A+B ₁	2	60	11.68	5.07	A ₆ +B ₆₋₂	2	65	11.27	8.26
A+B ₂	2	60	11.68	4.61	A ₆ +B ₆₋₃	2	65	10.75	4.10
A ₁ +E ₂₀	2	40	25.23	5.37	A ₆ +B ₆₋₄	2	65	11.70	8.99
A ₂ +E _{22,5}	2	45	20.60	5.08	A ₅ +B ₅₋₁	2	60	12.27	4.22
A ₃ +E ₂₅	2	50	17.22	4.85	A ₅ +B ₅₋₂	2	60	12.68	7.93
A ₄ +E _{27,5}	2	55	14.67	4.65	A ₅ +B ₅₋₃	2	60	12.49	4.35
A ₅ +E ₃₀	2	60	12.68	4.47	A ₅ +B ₅₋₄	2	60	13.44	9.25
A ₅ +E _{22,5}	2	60	12.52	4.75	A ₄ +B ₄₋₁	2	55	14.32	4.46
A ₅ +E ₁₅	2	60	12.31	5.10	A ₄ +B ₄₋₂	2	55	14.54	7.73
A ₆ +E _{32,5}	2	65	11.10	4.29	A ₄ +B ₄₋₃	2	55	14.62	4.63
A ₇ +E _{32,5}	2	70	9.82	4.11	A ₄ +B ₄₋₄	2	55	15.57	9.52
A _{1m}	2	40	24.77	5.41	A ₄ +B ₄₋₅	2	55	14.90	4.79
A _{2m}	2	45	20.02	5.20	A ₄ +B ₄₋₆	2	55	16.84	11.72
A _{3m}	2	50	16.51	4.99					

TK: yansıtıcının tepe noktası ile lamba merkezi arasındaki uzaklık, θ : aygıttan çıkan ışığın yayılma açısı, x: yansıtıcının x eksenindeki izdüşümünün uzunluğu, y: yansıtıcının y eksenindeki izdüşümünün uzunluğu

Çizelge 9.96’da,

- aydınlatma aygıtının geriverimi (η),
- “ $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.90$ ” 1. derece olumlu koşulu (D_1),
- “ $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.80$ ” 2. derece olumlu koşulu (D_2),
- “ $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.70$ ” 3. derece olumlu koşulu (D_3),
- “ $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.60$ ” 4. derece olumlu koşulu (D_4),
- “ $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.50$ ” 5. derece olumlu koşulu (D_5)

başlıklı kolonlarda sunulmuştur.

Düzgünlüğün farklı dereceler ile gösterildiği her bir durum için, aygıt ekseninden 1 m uzaklıktaki düşey düzlem üzerinde aydınlığın düzgün yayıldığı alanın yüksekliği belirtilmiştir. Söz konusu alanın yüksekliğinin,

- 0,50 m- 1,00 m olduğu koşullar açık gri,
- 1,00 m- 1,50 m olduğu koşullar orta koyulukta gri,
- 1,50 m- 2,00 m olduğu koşullar koyu gri,
- $\geq 2,00$ m olduğu koşullar çok koyu gri

olarak gösterilmiştir.

Çizelge 9.96a Aydınlığın düzgün yayılmışlığının değerlendirilmesi

Tip	θ	η (%)	Aygıt ışık yeğnlik dağılımında, düzgün yayılmış aydınlık sağlayan ışık yeğnliklerinin doğrultuları				
			D ₁ $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.90$	D ₂ $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.80$	D ₃ $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.70$	D ₄ $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.60$	D ₅ $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.50$
A ₁	40	93.6	I _{32,5} - I _{37,5} (0,13m)	I _{31,5} - I _{38,5} (0,18m)	I ₃₀ - I ₄₀ (0,26m)	I _{26,5} - I _{41,5} (0,39m)	I ₁₅ - I _{42,5} (0,65m)
A ₂	45	93.2	I _{37,5} - I _{42,5} (0,15m)	I ₃₅ - I _{43,5} (0,24m)	I _{31,5} - I ₄₅ (0,39m)	I ₂₀ - I _{46,5} (0,69m)	I _{7,5} - I _{47,5} (0,96m)
A ₃	50	92.7	I ₄₀ - I _{47,5} (0,26m)	I ₃₅ - I _{48,5} (0,43m)	I ₁₅ - I ₅₀ (0,93m)	I _{7,5} - I _{51,5} (1,12m)	I ₅ - I _{52,5} (1,22m)
A ₄	55	91.9	I ₂₀ - I _{52,5} (0,94m)	I ₁₀ - I _{53,5} (1,18m)	I ₅ - I ₅₅ (1,34m)	I _{3,5} - I _{56,5} (1,45m)	I _{2,5} - I _{57,5} (1,52m)
A ₅	60	90.7	I ₁₀ - I ₅₀ (1,02m)	I _{7,5} - I ₅₅ (1,29m)	I _{3,5} - I _{56,5} (1,45m)	I _{2,5} - I _{57,5} (1,52m)	I ₀ - I ₆₀ (1,73m)
A ₆	65	87.6	I ₅ - I _{47,5} (1,01m)	I _{3,5} - I ₅₅ (1,36m)	I _{2,5} - I _{57,5} (1,52m)	I ₀ - I ₆₀ (1,73m)	I ₀ - I _{62,5} (1,92m)
A ₇	70	87.5	I ₅ - I _{17,5} (0,23m)	I _{3,5} - I ₄₅ (0,94m)	I _{2,5} - I _{52,5} (1,26m)	I ₀ - I _{57,5} (1,56m)	I ₀ - I ₆₀ (1,73m)
A+B ₁	60	69.9	I ₅ - I ₃₅ (0,62m)	I _{2,5} - I ₄₅ (0,96m)	I ₀ - I ₅₀ (1,19m)	I ₅ - I ₅₅ (1,34m)	I ₀ - I _{57,5} (1,56m)
A+B ₂	60	62.3	I ₉ - I _{32,5} (0,48m)	I _{7,5} - I ₄₀ (0,70m)	I ₅ - I _{52,5} (1,22m)	I _{3,5} - I ₅₅ (1,36m)	I _{2,5} - I _{57,5} (1,52m)
A ₁ +E ₂₀	40	94.2	I _{32,5} - I _{37,5} (0,13m)	I _{31,5} - I _{38,5} (0,18m)	I ₃₀ - I ₄₀ (0,26m)	I _{25,5} - I ₄₁ (0,39m)	I _{18,5} - I _{42,5} (0,58m)
A ₂ +E _{22,5}	45	93.7	I _{37,5} - I _{42,5} (0,15m)	I ₃₅ - I ₄₅ (0,30m)	I _{30,5} - I _{40,5} (0,27m)	I _{22,5} - I _{46,5} (0,64m)	I ₁₀ - I _{47,5} (0,92m)

η : aydınlatma aygıtının geriverimi

Çizelge 9.96b Aydınlığın düzgün yayılmışlığının değerlendirilmesi

Tip	θ	η (%)	Aygıt ışık yeğnlik dağılımında, düzgün yayılmış aydınlık sağlayan ışık yeğnliklerinin doğrultuları				
			D ₁ $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.90$	D ₂ $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.80$	D ₃ $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.70$	D ₄ $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.60$	D ₅ $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.50$
A ₃ +E ₂₅	50	93.2	I ₄₀ - I _{47,5} (0,26m)	I ₃₆ - I ₄₉ (0,43m)	I ₂₀ - I _{50,5} (0,85m)	I ₁₀ - I _{51,5} (1,08m)	I ₅ - I _{52,5} (1,22m)
A ₄ +E _{27,5}	55	92.3	I ₂₅ - I _{52,5} (0,84m)	I _{12,5} - I ₅₄ (1,15m)	I _{7,5} - I ₅₅ (1,29m)	I ₅ - I _{56,5} (1,43m)	I _{2,5} - I _{57,5} (1,52m)
A ₅ +E ₃₀	60	91.1	I ₁₀ - I _{52,5} (1,13m)	I ₅ - I _{55,5} (1,37m)	I _{3,5} - I _{57,5} (1,50m)	I _{2,5} - I ₆₀ (1,69m)	I _{1,5} - I _{60,5} (1,74m)
A ₅ +E _{22,5}	60	91.0	I _{22,5} - I _{50,5} (0,80m)	I ₁₀ - I ₅₅ (1,25m)	I ₅ - I _{57,5} (1,48m)	I _{3,5} - I ₆₀ (1,67m)	I _{1,5} - I _{60,5} (1,74m)
A ₅ +E ₁₅	60	90.8	I _{27,5} - I _{47,5} (0,57m)	I _{17,5} - I _{53,5} (1,04m)	I ₁₀ - I _{55,5} (1,28m)	I ₅ - I _{57,5} (1,48m)	I _{2,5} - I ₆₀ (1,69m)
A ₆ +E _{32,5}	65	89.5	I ₅ - I ₅₀ (1,11m)	I _{3,5} - I ₅₅ (1,36m)	I _{2,5} - I _{57,5} (1,52m)	I ₀ - I ₆₀ (1,73m)	I ₀ - I _{62,5} (1,92m)
A ₇ +E ₃₅	70	87.9	I ₅ - I _{17,5} (0,23m)	I _{3,5} - I ₅₅ (1,36m)	I _{2,5} - I _{53,5} (1,31m)	I ₀ - I _{57,5} (1,56m)	I ₀ - I _{62,5} (1,92m)
A _{1m}	40	89.9	I _{32,5} - I _{37,5} (0,13m)	I _{30,5} - I _{38,5} (0,21m)	I ₃₀ - I ₄₀ (0,26m)	I _{26,5} - I _{41,5} (0,39m)	I _{12,5} - I _{42,5} (0,69m)
A _{2m}	45	89.3	I _{37,5} - I _{42,5} (0,15m)	I ₃₅ - I ₄₅ (0,30m)	I _{30,5} - I _{45,5} (0,43m)	I _{7,5} - I _{41,5} (0,75m)	I _{2,5} - I _{47,5} (1,05m)
A _{3m}	50	87.4	I ₄₀ - I _{47,5} (0,26m)	I ₃₅ - I ₅₀ (0,49m)	I _{7,5} - I _{50,5} (1,08m)	I _{3,5} - I _{51,5} (1,19m)	I _{1,5} - I _{53,5} (1,33m)
A _{4m}	55	85.3	I ₁₀ - I _{51,5} (1,08m)	I ₅ - I _{53,5} (1,27m)	I _{3,5} - I ₅₅ (1,36m)	I _{1,5} - I _{56,5} (1,49m)	I ₀ - I _{58,5} (1,63m)
A _{5m}	60	82.2	I _{7,5} - I _{47,5} (0,96m)	I ₅ - I ₅₅ (1,34m)	I _{2,5} - I _{57,5} (1,52m)	I _{1,5} - I _{58,5} (1,61m)	I ₀ - I ₆₀ (1,73m)
A _{6m}	65	78.0	I _{5,5} - I _{45,5} (0,92m)	I _{4,5} - I ₅₀ (1,12m)	I _{2,5} - I ₅₅ (1,38m)	I ₀ - I _{59,5} (1,69m)	I ₀ - I _{60,5} (1,76m)
A _{7m}	70	73.5	I ₅ - I _{17,5} ; I _{32,5} - I ₄₅ (0,23;0,37m)	I _{3,5} - I ₅₀ (1,13m)	I _{2,5} - I _{52,5} (1,26m)	I ₀ - I _{57,5} (1,56m)	I ₀ - I _{60,5} (1,76m)

η : aydınlatma aygıtının geriverimi

Çizelge 9.96c Aydınlığın düzgün yayılmışlığının değerlendirilmesi

Tip	θ	η (%)	Aygıt ışık yeğinlik dağılımında, düzgün yayılmış aydınlık sağlayan ışık yeğnliklerinin doğrultuları				
			D ₁ $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.90$	D ₂ $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.80$	D ₃ $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.70$	D ₄ $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.60$	D ₅ $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.50$
A ₇ +B ₇₋₁	70	87.9	I ₅ - I _{17,5} (0,23m)	I _{3,5} - I ₅₅ (1,36m)	I _{2,5} - I _{58,5} (1,59m)	I ₀ - I _{60,5} (1,76m)	I ₀ - I _{63,5} (2,00m)
A ₇ +B ₇₋₂	70	87.2	I ₅ - I _{17,5} (0,23m)	I _{3,5} - I _{55,5} (1,39m)	I _{2,5} - I _{60,5} (1,72m)	I ₀ - I _{63,5} (2,00m)	I ₀ - I _{65,5} (2,19m)
A ₆ +B ₆₋₁	65	89.5	I _{7,5} - I ₅₅ (1,29m)	I ₅ - I _{57,5} (1,48m)	I _{2,5} - I ₆₀ (1,69m)	I _{1,5} - I _{62,5} (1,90m)	I ₀ - I _{63,5} (2,00m)
A ₆ +B ₆₋₂	65	88.8	I _{22,5} - I _{57,5} (1,15m)	I ₅ - I ₆₀ (1,65m)	I _{2,5} - I _{62,5} (1,88m)	I _{1,5} - I _{63,5} (1,98m)	I ₀ - I ₆₅ (2,14m)
A ₆ +B ₆₋₃	65	89.5	I ₅ - I ₅₅ (1,34m)	I _{3,5} - I _{57,5} (1,50m)	I _{2,5} - I ₆₀ (1,69m)	I _{1,5} - I _{62,5} (1,90m)	I ₀ - I _{63,5} (2,00m)
A ₆ +B ₆₋₄	65	88.7	I ₅ - I ₅₅ (1,34m)	I _{3,5} - I ₆₀ (1,67m)	I _{2,5} - I _{61,5} (1,80m)	I _{1,5} - I _{63,5} (1,98m)	I ₀ - I _{65,5} (2,19m)
A ₅ +B ₅₋₁	60	91.1	I ₃₅ - I _{52,5} (0,60m)	I ₁₀ - I ₅₅ (1,25m)	I ₅ - I _{57,5} (1,48m)	I _{3,5} - I _{59,5} (1,63m)	I _{1,5} - I _{60,5} (1,74m)
A ₅ +B ₅₋₂	60	90.4	I ₄₅ - I ₅₅ (0,42m)	I ₃₅ - I _{57,5} (0,86m)	I ₁₀ - I _{58,5} (1,46m)	I ₅ - I ₆₀ (1,65m)	I _{2,5} - I _{60,5} (1,72m)
A ₅ +B ₅₋₃	60	91.1	I _{12,5} - I ₅₅ (1,20m)	I _{5,5} - I _{57,5} (1,47m)	I _{3,5} - I _{58,5} (1,57m)	I _{2,5} - I ₆₀ (1,69m)	I _{1,5} - I _{61,5} (1,82m)
A ₅ +B ₅₋₄	60	90.4	I _{12,5} - I ₅₅ (1,20m)	I _{5,5} - I _{57,5} (1,47m)	I _{4,5} - I ₆₀ (1,66m)	I _{2,5} - I _{61,5} (1,80m)	I _{1,5} - I _{63,5} (1,98m)
A ₄ +B ₄₋₁	55	92.3	I ₃₅ - I _{50,5} (0,51m)	I ₂₅ - I _{52,5} (0,84m)	I ₁₀ - I ₅₅ (1,25m)	I ₅ - I _{55,5} (1,37m)	I _{2,5} - I _{57,5} (1,52m)
A ₄ +B ₄₋₂	55	91.7	I _{42,5} - I _{52,5} (0,39m)	I _{37,5} - I _{53,5} (0,59m)	I _{27,5} - I ₅₅ (0,90m)	I ₁₀ - I _{55,5} (1,28m)	I ₅ - I _{57,5} (1,48m)
A ₄ +B ₄₋₃	55	91.9	I _{22,5} - I _{37,5} ; I _{42,5} - I _{52,5} (0,35;0,39m)	I ₁₀ - I _{54,5} (1,23m)	I _{7,5} - I _{55,5} (1,32m)	I _{4,5} - I _{56,5} (1,44m)	I _{2,5} - I _{57,5} (1,52m)
A ₄ +B ₄₋₄	55	91.6	I _{22,5} - I _{37,5} ; I _{42,5} - I _{52,5} (0,35;0,39m)	I _{10,5} - I _{54,5} (1,23m)	I _{7,5} - I _{55,5} (1,32m)	I _{4,5} - I _{57,5} (1,49m)	I _{2,5} - I _{58,5} (1,59m)

η : aydınlatma aygıtının geriverimi

Çizelge 9.96d Aydınlığın düzgün yayılmışlığının değerlendirilmesi

Tip	θ	η (%)	Aygıt ışık yeğnlik dağılımında, düzgün yayılmış aydınlık sağlayan ışık yeğnliklerinin doğrultuları				
			D_1 $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.90$	D_2 $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.80$	D_3 $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.70$	D_4 $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.60$	D_5 $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.50$
A_4+B_{4-5}	55	92.3	$I_{20}-I_{51,5}$ (0,89m)	$I_{10}-I_{53,5}$ (1,18m)	I_5-I_{55} (1,34m)	$I_{3,5}-I_{56,5}$ (1,45m)	$I_{2,5}-I_{57,5}$ (1,52m)
A_4+B_{4-6}	55	91.5	$I_{18,5}-I_{51,5}$ (0,92m)	$I_{10}-I_{53,5}$ (1,18m)	I_5-I_{55} (1,34m)	$I_{3,5}-I_{56,5}$ (1,45m)	$I_{2,5}-I_{57,5}$ (1,52m)

Çizelge 9.96'da belirtilen değerlerden de anlaşılacağı üzere,

- A_7+B_{7-2} (θ)70° yaklaşımında 4. ve 5. derece olumlu düzgünlük için; A_7+B_{7-1} (θ)70°, A_6+B_{6-1} (θ)65°, A_6+B_{6-2} (θ)65°, A_6+B_{6-3} (θ)65° ve A_6+B_{6-4} (θ)65° yaklaşımlarında 5. derece olumlu düzgünlük için aydınlanan alanın yüksekliği $\geq 2,00$ m olmaktadır.
- (θ)40°, (θ)45°, (θ)50° için yapılan tüm yaklaşımlarda aydınlanan alanın yüksekliği $\leq 1,50$ m olmaktadır.

9.5 maddesinde açıklanan, “aygıt ekseninin yatay olduğu durum için üst yansıtıcı tasarımı” uyarınca yapılan çalışmada, oluşan aydınlık dağılımları ve Çizelge 9.96'da ulaşılan sonuçlar incelendiğinde en olumlu sonuçların aygıttan çıkan yayılma açısının (θ) $> 55^\circ$ olduğu koşullar için elde edildiği görülür. Aygıttan çıkan ışığın ayılma açısı belirtilen değerlere göre küçüldükçe ($<55^\circ$) elde edilen aydınlık dağılımları da gittikçe düzgünsüzleşmektedir. En olumlu sonuçlara 9.5.5 maddesinde açıklanan “alt yansıtıcı parçasının üst yansıtıcının oluşturduğu aydınlık dağılımını iyileştirmek amacıyla tasarlanması” durumu için, (θ) 55°, (θ) 60°, (θ) 65°, (θ) 70° olması koşullarında ulaşılmıştır.

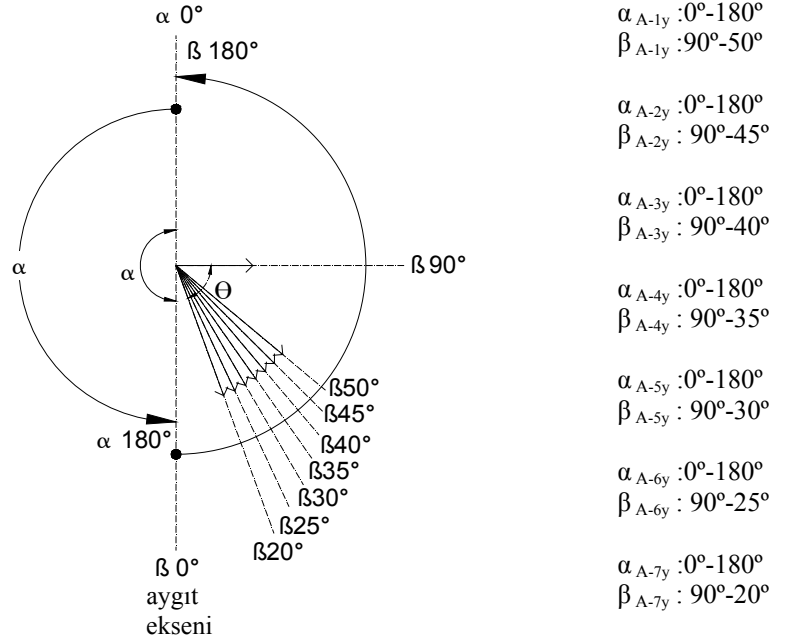
9.6 AYGIT EKSENİNİN DÜŞEY OLDUĞU DURUM İÇİN SOL YANSITICI TASARIMI

Asimetrik yansıtıcıların aygıt eksini düşey doğrultuda, yani aydınlanan düşey düzlem ile 90° açı yapan doğrultuda kabul edilmiştir. Aygıt ekseninin düşey konumda tutulduğu durum için yapılan çalışmalar iki ayrı bölüm altında toplanmıştır. İlk bölümde Şekil 9.1’de yer alan aygıt ışık yeğinlik dağılımları veri olarak alınmıştır. İkinci bölümde ise veri alınan aygıt ışık yeğinlik dağılımlarının üst sınırı 90° yerine 75° olarak tanımlanmıştır.

9.6.1 Veri Oluşturan Işık yeğinlik Dağılımının Üst Sınırının Aygıt Ekseni İle 90° lik Açı Yaptığı Durum

Bu bölümde, yansıtıcıların biçimlendirilmesinde sırası ile aşağıdaki işlemler yapılmıştır.

- 1) Aygıttan çıkan ışığın hangi büyüklükteki açı içine yayılması gerektiğine, dolayısıyla elde edilmek istenen aygıt ışık yeğinlik dağılımına karar verilmiştir. Şekil 9.1’de yer alan aygıt ışık yeğinlik dağılımları veri olarak alınmıştır.



Şekil 9.110 A_{1y} - A_{7y} yansıtıcılarına ilişkin α ve β açılarının sınırladığı alanlar

- 2) (θ) 40° , 45° , 50° , 55° , 60° , 65° , 70° olması koşulları için α açısına karşılık gelen β açısını bulabilmek için, α açıları için 0° den başlayarak 180° ye kadar olan bölgeler içindeki kümülatif ışık akısı oranları (Çizelge 9.97), β açıları için $50^\circ-90^\circ$ (A_{1y}), $45^\circ-90^\circ$ (A_{2y}), $40^\circ-90^\circ$ (A_{3y}), $35^\circ-90^\circ$ (A_{4y}), $30^\circ-90^\circ$ (A_{5y}), $25^\circ-90^\circ$ (A_{6y}), $20^\circ-90^\circ$ (A_{7y}) kadar bölgeler içindeki kümülatif ışık akısı oranları (Çizelge 9.98- Çizelge 9.99, Çizelge 9.100, Çizelge

9.101, Çizelge 9.102, Çizelge 9.103, Çizelge 9.104) belirlenerek her α açısına karşılık gelen β açıları 9.2. bölümde “3.adımda” uygulanan işlemler uyarınca belirlenmiştir (Şekil 9.110)

Çizelge 9.97 A_{1y} - A_{7y} yansıtıcıları için α açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri

α açıları	Kümülatif hacim açıları (str)	hacim açıları içindeki kümülatif ışık akısı (%)
0	0,0000	0,0000
5	0,0245	0,1950
10	0,0955	0,7600
15	0,2143	1,7050
20	0,3795	3,0200
25	0,5887	4,6850
30	0,8419	6,7000
35	1,1366	9,0450
40	1,4702	11,7000
45	1,8403	14,6450
50	2,2449	17,8650
55	2,6797	21,3250
60	3,1415	25,0000
65	3,6278	28,8700
70	4,1342	32,9000
75	4,6570	37,0600
80	5,1923	41,3200
85	5,7358	45,6450
90	6,2830	50,0000
95	6,8302	54,3550
100	7,3737	58,6800
105	7,9090	62,9400
110	8,4318	67,1000
115	8,9382	71,1300
120	9,4245	75,0000
125	9,8863	78,6750
130	10,3211	82,1350
135	10,7257	85,3550
140	11,0958	88,3000
145	11,4294	90,9550
150	11,7241	93,3000
155	11,9773	95,3150
160	12,1865	96,9800
165	12,3517	98,2950
170	12,4705	99,2400
175	12,5415	99,8050
180	12,5660	100,0000

Çizelge 9.98 A_{1y} ($\theta 40^\circ$) yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri

β açısı bölgeleri (derece)	Ortalama Doğrultu (derece)	Hacim açısı (bölge çarpanı, str)	Bölgenin orta doğrultusundaki ışık yeğirliği (cd)	Bölge ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (%)
90- 85	87,5	0,5472	1,0029	0,55	0,5488	10,4261
85- 80	82,5	0,5435	1,0261	0,56	1,1065	21,0205
80- 75	77,5	0,5353	1,0746	0,58	1,6817	31,9490
75- 70	72,5	0,5227	1,1528	0,60	2,2843	43,3970
70- 65	67,5	0,5064	1,2681	0,64	2,9265	55,5968
65- 60	62,5	0,4863	1,4329	0,70	3,6233	68,8347
60- 55	57,5	0,4618	1,6669	0,77	4,3931	83,4587
55- 50	52,5	0,4348	2,0026	0,87	5,2638	100,0000

Çizelge 9.99 A_{2y} ($\theta 45^\circ$) yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri

β açısı bölgeleri (derece)	Ortalama Doğrultu (derece)	Hacim açısı (bölge çarpanı, str)	Bölgenin orta doğrultusundaki ışık yeğirliği (cd)	Bölge ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (%)
90- 85	87,5	0,5472	1,0029	0,55	0,5488	8,7482
85- 80	82,5	0,5435	1,0261	0,56	1,1065	17,6376
80- 75	77,5	0,5353	1,0746	0,58	1,6817	26,8072
75- 70	72,5	0,5227	1,1528	0,60	2,2843	36,4129
70- 65	67,5	0,5064	1,2681	0,64	2,9265	46,6493
65- 60	62,5	0,4863	1,4329	0,70	3,6233	57,7567
60- 55	57,5	0,4618	1,6669	0,77	4,3931	70,0272
55- 50	52,5	0,4348	2,0026	0,87	5,2638	83,9064
50- 45	47,5	0,4046	2,4952	1,01	6,2735	100,0000

Çizelge 9.100 A_{3y} ($\theta 50^\circ$) yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri

β açısı bölgeleri (derece)	Ortalama Doğrultu (derece)	Hacim açısı (bölge çarpanı, str)	Bölgenin orta doğrultusundaki ışık yeğirliği (cd)	Bölge ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (%)
90- 85	87,5	0,5472	1,0029	0,55	0,5488	7,3434
85- 80	82,5	0,5435	1,0261	0,56	1,1065	14,8052
80- 75	77,5	0,5353	1,0746	0,58	1,6817	22,5024
75- 70	72,5	0,5227	1,1528	0,60	2,2843	30,5655
70- 65	67,5	0,5064	1,2681	0,64	2,9265	39,1582
65- 60	62,5	0,4863	1,4329	0,70	3,6233	48,4819
60- 55	57,5	0,4618	1,6669	0,77	4,3931	58,7819
55- 50	52,5	0,4348	2,0026	0,87	5,2638	70,4324
50- 45	47,5	0,4046	2,4952	1,01	6,2735	83,9416
45- 40	42,5	0,3701	3,2430	1,20	7,4736	100,0000

Çizelge 9.101 A_{4y} (θ 55°) yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri

β açısı bölgeleri (derece)	Ortalama Doğrultu (derece)	Hacim açısı (bölge çarpanı, str)	Bölgenin orta doğrultusundaki ışık yeğinliği (cd)	Bölge ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (%)
90- 85	87,5	0,5472	1,0029	0,55	0,5488	6,1303
85- 80	82,5	0,5435	1,0261	0,56	1,1065	12,3596
80- 75	77,5	0,5353	1,0746	0,58	1,6817	18,7853
75- 70	72,5	0,5227	1,1528	0,60	2,2843	25,5165
70- 65	67,5	0,5064	1,2681	0,64	2,9265	32,6897
65- 60	62,5	0,4863	1,4329	0,70	3,6233	40,4733
60- 55	57,5	0,4618	1,6669	0,77	4,3931	49,0718
55- 50	52,5	0,4348	2,0026	0,87	5,2638	58,7978
50- 45	47,5	0,4046	2,4952	1,01	6,2735	70,0754
45- 40	42,5	0,3701	3,2430	1,20	7,4736	83,4812
40- 35	37,5	0,3336	4,4326	1,48	8,9524	100,0000

Çizelge 9.102 A_{5y} (θ 60°) yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri

β açısı bölgeleri (derece)	Ortalama Doğrultu (derece)	Hacim açısı (bölge çarpanı, str)	Bölgenin orta doğrultusundaki ışık yeğinliği (cd)	Bölge ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (%)
90- 85	87,5	0,5472	1,0029	0,55	0,5488	5,0572
85- 80	82,5	0,5435	1,0261	0,56	1,1065	10,1960
80- 75	77,5	0,5353	1,0746	0,58	1,6817	15,4968
75- 70	72,5	0,5227	1,1528	0,60	2,2843	21,0497
70- 65	67,5	0,5064	1,2681	0,64	2,9265	26,9672
65- 60	62,5	0,4863	1,4329	0,70	3,6233	33,3882
60- 55	57,5	0,4618	1,6669	0,77	4,3931	40,4816
55- 50	52,5	0,4348	2,0026	0,87	5,2638	48,5049
50- 45	47,5	0,4046	2,4952	1,01	6,2735	57,8084
45- 40	42,5	0,3701	3,2430	1,20	7,4736	68,8674
40- 35	37,5	0,3336	4,4326	1,48	8,9524	82,4945
35- 30	32,5	0,2947	6,4469	1,90	10,8522	100,0000

Çizelge 9.103a A_{6y} (θ 65°) yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri

β açısı bölgeleri (derece)	Ortalama Doğrultu (derece)	Hacim açısı (bölge çarpanı, str)	Bölgenin orta doğrultusundaki ışık yeğinliği (cd)	Bölge ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (%)
90- 85	87,5	0,5472	1,0029	0,55	0,5488	4,0883
85- 80	82,5	0,5435	1,0261	0,56	1,1065	8,2425
80- 75	77,5	0,5353	1,0746	0,58	1,6817	12,5278
75- 70	72,5	0,5227	1,1528	0,60	2,2843	17,0168
70- 65	67,5	0,5064	1,2681	0,64	2,9265	21,8006
65- 60	62,5	0,4863	1,4329	0,70	3,6233	26,9914
60- 55	57,5	0,4618	1,6669	0,77	4,3931	32,7257
55- 50	52,5	0,4348	2,0026	0,87	5,2638	39,2119

Çizelge 9.103b A_{6y} (θ 65°) yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri

β açısı bölgeleri (derece)	Ortalama Doğrultu (derece)	Hacim açısı (bölge çarpanı, str)	Bölgenin orta doğrultusundaki ışık yeğinliği (cd)	Bölge ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (%)
50- 45	47,5	0,4046	2,4952	1,01	6,2735	46,7329
45- 40	42,5	0,3701	3,2430	1,20	7,4736	55,6732
40- 35	37,5	0,3336	4,4326	1,48	8,9524	66,6895
35- 30	32,5	0,2947	6,4469	1,90	10,8522	80,8411
30- 25	27,5	0,2532	10,1574	2,57	13,4241	100,0000

Çizelge 9.104 A_{7y} (θ 70°) yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri

β açısı bölgeleri (derece)	Ortalama Doğrultu (derece)	Hacim açısı (bölge çarpanı, str)	Bölgenin orta doğrultusundaki ışık yeğinliği (cd)	Bölge ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (%)
90- 85	87,5	0,5472	1,0029	0,55	0,5488	3,1987
85- 80	82,5	0,5435	1,0261	0,56	1,1065	6,4490
80- 75	77,5	0,5353	1,0746	0,58	1,6817	9,8019
75- 70	72,5	0,5227	1,1528	0,60	2,2843	13,3141
70- 65	67,5	0,5064	1,2681	0,64	2,9265	17,0570
65- 60	62,5	0,4863	1,4329	0,70	3,6233	21,1183
60- 55	57,5	0,4618	1,6669	0,77	4,3931	25,6049
55- 50	52,5	0,4348	2,0026	0,87	5,2638	30,6797
50- 45	47,5	0,4046	2,4952	1,01	6,2735	36,5642
45- 40	42,5	0,3701	3,2430	1,20	7,4736	43,5592
40- 35	37,5	0,3336	4,4326	1,48	8,9524	52,1784
35- 30	32,5	0,2947	6,4469	1,90	10,8522	63,2508
30- 25	27,5	0,2532	10,1574	2,57	13,4241	78,2409
25- 20	22,5	0,2092	17,8435	3,73	17,1574	100,0000

- 3) Bütün A yansıtıcıları için her bir α açısına karşılık gelen “r” doğru parçaları, 9.2. bölümde “4-9.adımlar arasında” uygulanan işlemler uyarınca belirlenmiştir.

Çizelge 9.105 A_{1y} ($\theta 40^\circ$) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	90,0000	-1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
5,0	89,9065	-0,9148	0,0873	-0,0836	-0,0836	0,9198	1,8397
10,0	89,6355	-0,8337	0,1745	-0,0763	-0,1598	0,8523	1,7046
15,0	89,1823	-0,7561	0,2618	-0,0694	-0,2292	0,7952	1,5903
20,0	88,5517	-0,6815	0,3491	-0,0627	-0,2919	0,7468	1,4936
25,0	87,7532	-0,6098	0,4363	-0,0563	-0,3483	0,7059	1,4118
30,0	86,7869	-0,5406	0,5236	-0,0502	-0,3985	0,6713	1,3427
35,0	85,6623	-0,4734	0,6109	-0,0442	-0,4427	0,6423	1,2846
40,0	84,3988	-0,4081	0,6981	-0,0385	-0,4812	0,6181	1,2361
45,0	83,0089	-0,3444	0,7854	-0,0328	-0,5140	0,5981	1,1962
50,0	81,4892	-0,2819	0,8727	-0,0273	-0,5413	0,5820	1,1639
55,0	79,8607	-0,2204	0,9599	-0,0219	-0,5633	0,5693	1,1387
60,0	78,1793	-0,1600	1,0472	-0,0166	-0,5799	0,5600	1,1200
65,0	76,4087	-0,0999	1,1345	-0,0113	-0,5912	0,5537	1,1073
70,0	74,5846	-0,0400	1,2217	-0,0061	-0,5973	0,5503	1,1006
75,0	72,7677	0,0195	1,3090	-0,0009	-0,5982	0,5498	1,0996
80,0	70,9071	0,0795	1,3963	0,0043	-0,5939	0,5522	1,1044
85,0	69,0787	0,1398	1,4835	0,0096	-0,5843	0,5575	1,1150
90,0	67,2938	0,2008	1,5708	0,0149	-0,5694	0,5658	1,1317
95,0	65,5089	0,2632	1,6581	0,0202	-0,5492	0,5774	1,1548
100,0	63,8355	0,3265	1,7453	0,0257	-0,5235	0,5925	1,1849
105,0	62,2265	0,3916	1,8326	0,0313	-0,4921	0,6113	1,2226
110,0	60,6552	0,4594	1,9199	0,0371	-0,4550	0,6344	1,2689
115,0	59,2152	0,5293	2,0071	0,0431	-0,4119	0,6624	1,3248
120,0	57,8921	0,6021	2,0944	0,0494	-0,3625	0,6959	1,3919
125,0	56,6356	0,6791	2,1817	0,0559	-0,3066	0,7360	1,4719
130,0	55,4526	0,7611	2,2689	0,0628	-0,2438	0,7837	1,5674
135,0	54,4268	0,8477	2,3562	0,0702	-0,1736	0,8407	1,6813
140,0	53,5366	0,9401	2,4435	0,0780	-0,0956	0,9089	1,8177
145,0	52,7341	1,0404	2,5307	0,0864	-0,0091	0,9909	1,9818
150,0	52,0252	1,1499	2,6180	0,0956	0,0864	1,0903	2,1805
155,0	51,4161	1,2704	2,7053	0,1056	0,1920	1,2117	2,4234
160,0	50,9129	1,4042	2,7925	0,1167	0,3087	1,3617	2,7234
165,0	50,5154	1,5542	2,8798	0,1291	0,4378	1,5493	3,0987
170,0	50,2297	1,7241	2,9671	0,1430	0,5809	1,7876	3,5752
175,0	50,0589	1,9186	3,0543	0,1589	0,7398	2,0955	4,1910
180,0	50,0000	2,1445	3,1416	0,1773	0,9171	2,5020	5,0040

Çizelge 9.106 A_{2y} (θ 45°) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	90,0000	-1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
5,0	89,8885	-0,9145	0,0873	-0,0835	-0,0835	0,9199	1,8397
10,0	89,5656	-0,8327	0,1745	-0,0762	-0,1598	0,8523	1,7047
15,0	89,0255	-0,7539	0,2618	-0,0692	-0,2290	0,7953	1,5907
20,0	88,2739	-0,6780	0,3491	-0,0625	-0,2915	0,7472	1,4943
25,0	87,3223	-0,6047	0,4363	-0,0560	-0,3474	0,7065	1,4130
30,0	86,1706	-0,5336	0,5236	-0,0497	-0,3971	0,6723	1,3445
35,0	84,8331	-0,4645	0,6109	-0,0436	-0,4407	0,6436	1,2872
40,0	83,3397	-0,3973	0,6981	-0,0376	-0,4783	0,6199	1,2397
45,0	81,6832	-0,3315	0,7854	-0,0318	-0,5101	0,6004	1,2009
50,0	79,8760	-0,2668	0,8727	-0,0261	-0,5362	0,5850	1,1700
55,0	77,9893	-0,2034	0,9599	-0,0205	-0,5567	0,5731	1,1462
60,0	75,9854	-0,1404	1,0472	-0,0150	-0,5717	0,5646	1,1291
65,0	73,9263	-0,0781	1,1345	-0,0095	-0,5812	0,5592	1,1184
70,0	71,8285	-0,0160	1,2217	-0,0041	-0,5853	0,5569	1,1138
75,0	69,6839	0,0464	1,3090	0,0013	-0,5840	0,5577	1,1153
80,0	67,6031	0,1086	1,3963	0,0068	-0,5772	0,5614	1,1229
85,0	65,4905	0,1719	1,4835	0,0122	-0,5650	0,5684	1,1367
90,0	63,4917	0,2355	1,5708	0,0178	-0,5472	0,5786	1,1571
95,0	61,5313	0,3007	1,6581	0,0234	-0,5238	0,5923	1,1845
100,0	59,6238	0,3677	1,7453	0,0292	-0,4947	0,6098	1,2196
105,0	57,8879	0,4360	1,8326	0,0351	-0,4596	0,6315	1,2631
110,0	56,1928	0,5074	1,9199	0,0412	-0,4184	0,6581	1,3162
115,0	54,6027	0,5820	2,0071	0,0475	-0,3709	0,6901	1,3802
120,0	53,2085	0,6593	2,0944	0,0542	-0,3167	0,7285	1,4570
125,0	51,8846	0,7415	2,1817	0,0611	-0,2556	0,7744	1,5489
130,0	50,6381	0,8297	2,2689	0,0686	-0,1871	0,8294	1,6588
135,0	49,5499	0,9236	2,3562	0,0765	-0,1106	0,8953	1,7907
140,0	48,6350	1,0241	2,4435	0,0850	-0,0256	0,9747	1,9495
145,0	47,8101	1,1341	2,5307	0,0942	0,0686	1,0710	2,1420
150,0	47,0816	1,2553	2,6180	0,1043	0,1729	1,1887	2,3774
155,0	46,4555	1,3902	2,7053	0,1154	0,2883	1,3341	2,6683
160,0	45,9383	1,5417	2,7925	0,1279	0,4162	1,5162	3,0324
165,0	45,5297	1,7137	2,8798	0,1420	0,5583	1,7476	3,4952
170,0	45,2361	1,9114	2,9671	0,1582	0,7164	2,0471	4,0942
175,0	45,0606	2,1416	3,0543	0,1768	0,8933	2,4431	4,8862
180,0	45,0000	2,4142	3,1416	0,1988	1,0921	2,9804	5,9608

Çizelge 9.107 A_{3y} (θ 50°) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	90,0000	-1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
5,0	89,8672	-0,9142	0,0873	-0,0835	-0,0835	0,9199	1,8397
10,0	89,4825	-0,8314	0,1745	-0,0762	-0,1597	0,8524	1,7048
15,0	88,8391	-0,7514	0,2618	-0,0691	-0,2288	0,7955	1,5911
20,0	87,9437	-0,6738	0,3491	-0,0622	-0,2909	0,7476	1,4951
25,0	86,8101	-0,5986	0,4363	-0,0555	-0,3465	0,7072	1,4144
30,0	85,4381	-0,5254	0,5236	-0,0490	-0,3955	0,6733	1,3467
35,0	83,8598	-0,4542	0,6109	-0,0427	-0,4382	0,6452	1,2903
40,0	82,0807	-0,3847	0,6981	-0,0366	-0,4749	0,6220	1,2440
45,0	80,1074	-0,3163	0,7854	-0,0306	-0,5054	0,6032	1,2065
50,0	78,0124	-0,2494	0,8727	-0,0247	-0,5301	0,5885	1,1771
55,0	75,7648	-0,1832	0,9599	-0,0189	-0,5490	0,5775	1,1550
60,0	73,4512	-0,1179	1,0472	-0,0131	-0,5621	0,5700	1,1400
65,0	71,0514	-0,0529	1,1345	-0,0075	-0,5696	0,5658	1,1315
70,0	68,6416	0,0119	1,2217	-0,0018	-0,5714	0,5647	1,1295
75,0	66,2209	0,0768	1,3090	0,0039	-0,5675	0,5669	1,1339
80,0	63,8407	0,1420	1,3963	0,0095	-0,5580	0,5724	1,1447
85,0	61,5213	0,2078	1,4835	0,0153	-0,5427	0,5812	1,1623
90,0	59,2631	0,2749	1,5708	0,0211	-0,5217	0,5935	1,1871
95,0	57,1490	0,3429	1,6581	0,0270	-0,4947	0,6098	1,2195
100,0	55,0495	0,4137	1,7453	0,0330	-0,4617	0,6302	1,2604
105,0	53,2155	0,4854	1,8326	0,0392	-0,4225	0,6554	1,3109
110,0	51,4301	0,5608	1,9199	0,0457	-0,3768	0,6860	1,3721
115,0	49,7418	0,6402	2,0071	0,0524	-0,3244	0,7230	1,4459
120,0	48,3094	0,7224	2,0944	0,0595	-0,2649	0,7673	1,5345
125,0	46,9493	0,8105	2,1817	0,0669	-0,1981	0,8203	1,6406
130,0	45,6687	0,9057	2,2689	0,0749	-0,1232	0,8841	1,7682
135,0	44,5599	1,0077	2,3562	0,0835	-0,0397	0,9611	1,9222
140,0	43,6430	1,1176	2,4435	0,0927	0,0530	1,0545	2,1090
145,0	42,8163	1,2390	2,5307	0,1028	0,1559	1,1687	2,3374
150,0	42,0861	1,3742	2,6180	0,1140	0,2699	1,3098	2,6196
155,0	41,4587	1,5265	2,7053	0,1266	0,3965	1,4865	2,9731
160,0	40,9403	1,6997	2,7925	0,1408	0,5372	1,7112	3,4225
165,0	40,5309	1,8994	2,8798	0,1570	0,6943	2,0022	4,0045
170,0	40,2366	2,1330	2,9671	0,1759	0,8702	2,3874	4,7748
175,0	40,0607	2,4106	3,0543	0,1983	1,0685	2,9109	5,8218
180,0	40,0000	2,7475	3,1416	0,2251	1,2935	3,6456	7,2913

Çizelge 9.108 A_{4y} (θ 55°) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	90,0000	-1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
5,0	89,8410	-0,9138	0,0873	-0,0835	-0,0835	0,9199	1,8398
10,0	89,3801	-0,8299	0,1745	-0,0761	-0,1596	0,8525	1,7050
15,0	88,6094	-0,7482	0,2618	-0,0689	-0,2284	0,7958	1,5915
20,0	87,5368	-0,6686	0,3491	-0,0618	-0,2903	0,7481	1,4961
25,0	86,1788	-0,5911	0,4363	-0,0550	-0,3452	0,7081	1,4161
30,0	84,5428	-0,5155	0,5236	-0,0483	-0,3935	0,6747	1,3493
35,0	82,6605	-0,4417	0,6109	-0,0418	-0,4353	0,6471	1,2942
40,0	80,5294	-0,3692	0,6981	-0,0354	-0,4707	0,6246	1,2492
45,0	78,2217	-0,2983	0,7854	-0,0291	-0,4998	0,6067	1,2133
50,0	75,7161	-0,2283	0,8727	-0,0230	-0,5228	0,5929	1,1857
55,0	73,1135	-0,1594	0,9599	-0,0169	-0,5397	0,5829	1,1659
60,0	70,3836	-0,0909	1,0472	-0,0109	-0,5506	0,5766	1,1532
65,0	67,6625	-0,0232	1,1345	-0,0050	-0,5556	0,5737	1,1475
70,0	64,8649	0,0448	1,2217	0,0009	-0,5546	0,5743	1,1486
75,0	62,1926	0,1122	1,3090	0,0069	-0,5478	0,5782	1,1564
80,0	59,5076	0,1808	1,3963	0,0128	-0,5350	0,5857	1,1713
85,0	56,9927	0,2494	1,4835	0,0188	-0,5162	0,5968	1,1935
90,0	54,5228	0,3199	1,5708	0,0248	-0,4914	0,6118	1,2235
95,0	52,2840	0,3911	1,6581	0,0310	-0,4604	0,6310	1,2621
100,0	50,0606	0,4657	1,7453	0,0374	-0,4230	0,6551	1,3102
105,0	48,1635	0,5411	1,8326	0,0439	-0,3791	0,6845	1,3690
110,0	46,3192	0,6210	1,9199	0,0507	-0,3284	0,7201	1,4402
115,0	44,6067	0,7053	2,0071	0,0579	-0,2705	0,7630	1,5260
120,0	43,1633	0,7931	2,0944	0,0654	-0,2051	0,8146	1,6291
125,0	41,7926	0,8880	2,1817	0,0734	-0,1318	0,8766	1,7531
130,0	40,5021	0,9913	2,2689	0,0820	-0,0498	0,9515	1,9029
135,0	39,4328	1,1022	2,3562	0,0913	0,0416	1,0425	2,0849
140,0	38,5414	1,2230	2,4435	0,1015	0,1430	1,1538	2,3076
145,0	37,7378	1,3579	2,5307	0,1126	0,2557	1,2913	2,5826
150,0	37,0280	1,5100	2,6180	0,1251	0,3808	1,4634	2,9269
155,0	36,4181	1,6836	2,7053	0,1393	0,5201	1,6823	3,3645
160,0	35,9141	1,8841	2,7925	0,1557	0,6758	1,9656	3,9313
165,0	35,5161	2,1195	2,8798	0,1747	0,8505	2,3408	4,6817
170,0	35,2300	2,4006	2,9671	0,1972	1,0477	2,8512	5,7024
175,0	35,0590	2,7431	3,0543	0,2244	1,2722	3,5686	7,1372
180,0	35,0000	3,1716	3,1416	0,2581	1,5302	4,6193	9,2386

Çizelge 9.109 A_{5y} (θ 60°) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	90,0000	-1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
5,0	89,8072	-0,9132	0,0873	-0,0835	-0,0835	0,9199	1,8398
10,0	89,2486	-0,8280	0,1745	-0,0760	-0,1595	0,8526	1,7052
15,0	88,3143	-0,7442	0,2618	-0,0686	-0,2281	0,7961	1,5922
20,0	87,0142	-0,6621	0,3491	-0,0614	-0,2894	0,7487	1,4974
25,0	85,3680	-0,5816	0,4363	-0,0543	-0,3437	0,7092	1,4183
30,0	83,4016	-0,5030	0,5236	-0,0473	-0,3910	0,6764	1,3527
35,0	81,1199	-0,4257	0,6109	-0,0405	-0,4315	0,6495	1,2990
40,0	78,5813	-0,3500	0,6981	-0,0338	-0,4654	0,6279	1,2558
45,0	75,8035	-0,2755	0,7854	-0,0273	-0,4927	0,6110	1,2220
50,0	72,8676	-0,2022	0,8727	-0,0208	-0,5135	0,5984	1,1968
55,0	69,7674	-0,1296	0,9599	-0,0145	-0,5280	0,5898	1,1796
60,0	66,6622	-0,0582	1,0472	-0,0082	-0,5362	0,5850	1,1699
65,0	63,5183	0,0129	1,1345	-0,0020	-0,5382	0,5838	1,1676
70,0	60,3802	0,0841	1,2217	0,0042	-0,5339	0,5863	1,1726
75,0	57,4118	0,1547	1,3090	0,0104	-0,5235	0,5924	1,1849
80,0	54,4775	0,2265	1,3963	0,0166	-0,5069	0,6024	1,2048
85,0	51,7823	0,2983	1,4835	0,0229	-0,4840	0,6163	1,2327
90,0	49,1965	0,3719	1,5708	0,0292	-0,4547	0,6346	1,2692
95,0	46,8560	0,4467	1,6581	0,0357	-0,4190	0,6577	1,3154
100,0	44,6059	0,5249	1,7453	0,0424	-0,3766	0,6862	1,3724
105,0	42,6799	0,6047	1,8326	0,0493	-0,3273	0,7208	1,4417
110,0	40,7991	0,6899	1,9199	0,0565	-0,2708	0,7627	1,5255
115,0	39,1698	0,7789	2,0071	0,0641	-0,2068	0,8132	1,6264
120,0	37,7499	0,8731	2,0944	0,0721	-0,1347	0,8740	1,7480
125,0	36,4014	0,9758	2,1817	0,0807	-0,0540	0,9474	1,8949
130,0	35,1319	1,0888	2,2689	0,0901	0,0361	1,0368	2,0735
135,0	34,1830	1,2092	2,3562	0,1003	0,1364	1,1461	2,2922
140,0	33,3418	1,3430	2,4435	0,1114	0,2477	1,2811	2,5622
145,0	32,5835	1,4942	2,5307	0,1238	0,3715	1,4499	2,8999
150,0	31,9137	1,6671	2,6180	0,1379	0,5095	1,6644	3,3288
155,0	31,3382	1,8674	2,7053	0,1542	0,6637	1,9419	3,8839
160,0	30,8626	2,1030	2,7925	0,1732	0,8369	2,3093	4,6185
165,0	30,4870	2,3855	2,8798	0,1958	1,0328	2,8089	5,6177
170,0	30,2171	2,7314	2,9671	0,2233	1,2560	3,5115	7,0230
175,0	30,0557	3,1662	3,0543	0,2573	1,5134	4,5420	9,0840
180,0	30,0000	3,7321	3,1416	0,3010	1,8144	6,1372	12,2744

Çizelge 9.110 A_{6y} (θ 65°) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

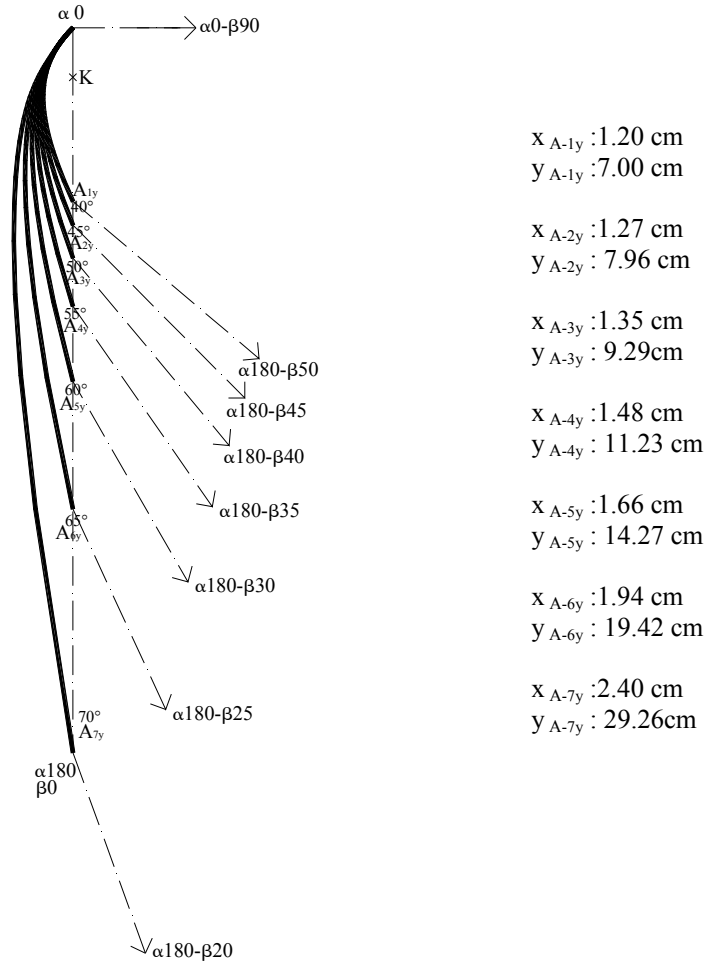
α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	90,0000	-1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
5,0	89,7615	-0,9125	0,0873	-0,0834	-0,0834	0,9199	1,8399
10,0	89,0705	-0,8254	0,1745	-0,0758	-0,1593	0,8528	1,7055
15,0	87,9148	-0,7388	0,2618	-0,0683	-0,2275	0,7965	1,5930
20,0	86,3065	-0,6532	0,3491	-0,0607	-0,2883	0,7496	1,4991
25,0	84,2818	-0,5690	0,4363	-0,0533	-0,3416	0,7106	1,4213
30,0	81,8566	-0,4862	0,5236	-0,0460	-0,3876	0,6787	1,3573
35,0	79,0637	-0,4047	0,6109	-0,0389	-0,4265	0,6528	1,3056
40,0	75,9659	-0,3246	0,6981	-0,0318	-0,4583	0,6323	1,2647
45,0	72,6418	-0,2460	0,7854	-0,0249	-0,4832	0,6168	1,2336
50,0	69,1135	-0,1684	0,8727	-0,0181	-0,5013	0,6057	1,2115
55,0	65,4971	-0,0919	0,9599	-0,0114	-0,5127	0,5989	1,1978
60,0	61,9182	-0,0167	1,0472	-0,0047	-0,5174	0,5961	1,1921
65,0	58,3620	0,0580	1,1345	0,0018	-0,5156	0,5971	1,1943
70,0	54,8657	0,1328	1,2217	0,0083	-0,5073	0,6021	1,2043
75,0	51,6589	0,2066	1,3090	0,0148	-0,4925	0,6111	1,2222
80,0	48,5985	0,2811	1,3963	0,0213	-0,4712	0,6243	1,2485
85,0	45,7233	0,3568	1,4835	0,0278	-0,4434	0,6419	1,2838
90,0	43,1728	0,4330	1,5708	0,0345	-0,4089	0,6644	1,3288
95,0	40,7372	0,5124	1,6581	0,0413	-0,3676	0,6924	1,3847
100,0	38,6353	0,5933	1,7453	0,0482	-0,3194	0,7266	1,4532
105,0	36,7018	0,6783	1,8326	0,0555	-0,2639	0,7680	1,5361
110,0	34,8549	0,7693	1,9199	0,0632	-0,2007	0,8181	1,6363
115,0	33,4311	0,8627	2,0071	0,0712	-0,1295	0,8785	1,7570
120,0	32,0637	0,9646	2,0944	0,0797	-0,0498	0,9514	1,9029
125,0	30,7653	1,0768	2,1817	0,0891	0,0393	1,0401	2,0801
130,0	29,6623	1,1989	2,2689	0,0993	0,1386	1,1486	2,2973
135,0	28,8220	1,3313	2,3562	0,1104	0,2490	1,2827	2,5654
140,0	28,0534	1,4811	2,4435	0,1227	0,3717	1,4502	2,9004
145,0	27,3605	1,6525	2,5307	0,1367	0,5084	1,6627	3,3253
150,0	26,7485	1,8514	2,6180	0,1529	0,6613	1,9373	3,8746
155,0	26,2227	2,0861	2,7053	0,1718	0,8331	2,3005	4,6010
160,0	25,7881	2,3680	2,7925	0,1943	1,0275	2,7940	5,5879
165,0	25,4450	2,7146	2,8798	0,2218	1,2492	3,4877	6,9754
170,0	25,1983	3,1526	2,9671	0,2560	1,5052	4,5052	9,0105
175,0	25,0509	3,7254	3,0543	0,3001	1,8053	6,0821	12,1642
180,0	25,0000	4,5107	3,1416	0,3594	2,1647	8,7121	17,4243

Çizelge 9.111 A_{7y} (θ 70°) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	90,0000	-1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
5,0	89,6952	-0,9114	0,0873	-0,0834	-0,0834	0,9200	1,8400
10,0	88,8120	-0,8216	0,1745	-0,0756	-0,1590	0,8530	1,7060
15,0	87,3349	-0,7310	0,2618	-0,0677	-0,2268	0,7971	1,5942
20,0	85,2794	-0,6405	0,3491	-0,0598	-0,2866	0,7508	1,5016
25,0	82,7136	-0,5510	0,4363	-0,0520	-0,3386	0,7128	1,4255
30,0	79,6257	-0,4623	0,5236	-0,0442	-0,3828	0,6819	1,3639
35,0	76,1287	-0,3752	0,6109	-0,0365	-0,4194	0,6575	1,3149
40,0	72,2978	-0,2896	0,6981	-0,0290	-0,4484	0,6387	1,2773
45,0	68,2221	-0,2055	0,7854	-0,0216	-0,4700	0,6250	1,2500
50,0	64,0052	-0,1228	0,8727	-0,0143	-0,4843	0,6161	1,2323
55,0	59,7697	-0,0416	0,9599	-0,0072	-0,4915	0,6117	1,2235
60,0	55,6741	0,0378	1,0472	-0,0002	-0,4916	0,6116	1,2233
65,0	51,7831	0,1159	1,1345	0,0067	-0,4849	0,6157	1,2315
70,0	48,1135	0,1934	1,2217	0,0135	-0,4714	0,6241	1,2482
75,0	44,6456	0,2713	1,3090	0,0203	-0,4512	0,6369	1,2738
80,0	41,6006	0,3482	1,3963	0,0270	-0,4241	0,6543	1,3087
85,0	38,7900	0,4266	1,4835	0,0338	-0,3903	0,6768	1,3537
90,0	36,2637	0,5066	1,5708	0,0407	-0,3496	0,7050	1,4099
95,0	34,0171	0,5888	1,6581	0,0478	-0,3018	0,7395	1,4790
100,0	32,0640	0,6737	1,7453	0,0551	-0,2467	0,7814	1,5627
105,0	30,1403	0,7654	1,8326	0,0628	-0,1839	0,8320	1,6640
110,0	28,7161	0,8584	1,9199	0,0708	-0,1131	0,8931	1,7862
115,0	27,3719	0,9594	2,0071	0,0793	-0,0338	0,9668	1,9336
120,0	26,0810	1,0709	2,0944	0,0886	0,0548	1,0564	2,1127
125,0	24,9002	1,1939	2,1817	0,0988	0,1536	1,1661	2,3322
130,0	24,1052	1,3245	2,2689	0,1099	0,2635	1,3015	2,6030
135,0	23,3653	1,4724	2,3562	0,1220	0,3856	1,4705	2,9409
140,0	22,6885	1,6419	2,4435	0,1359	0,5215	1,6845	3,3690
145,0	22,0784	1,8388	2,5307	0,1519	0,6733	1,9607	3,9215
150,0	21,5396	2,0714	2,6180	0,1706	0,8439	2,3255	4,6510
155,0	21,0766	2,3515	2,7053	0,1930	1,0369	2,8205	5,6410
160,0	20,6940	2,6966	2,7925	0,2203	1,2572	3,5155	7,0310
165,0	20,3918	3,1342	2,8798	0,2544	1,5116	4,5340	9,0679
170,0	20,1746	3,7094	2,9671	0,2986	1,8102	6,1117	12,2234
175,0	20,0448	4,5024	3,0543	0,3583	2,1685	8,7453	17,4906
180,0	20,0000	5,6713	3,1416	0,4439	2,6124	13,6321	27,2641

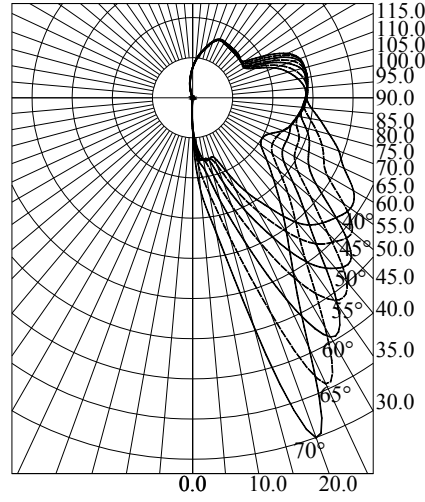
A_{1y}- A_{7y} yansıtıcılarını belirleyebilmek için aygıt eksenı çizilmiş ve bu eksen üzerinde nokta kaynak varsayılan ışık kaynağının (K) yeri ile K noktasından 2 cm uzaklığındaki yansıtıcı tepe noktasının (T) yeri işaretlenmiş ve Çizelge 9.105- 9-111, kolon 8’de verilmiş olan her bir α açısına karşılık gelen “r” doğru parçaları, başlangıç noktası ışık kaynağı merkezi (K)

alınarak çizilmiş ve bunların uç noktaları birleştirilerek yansıtıcıların kesiti çizilmiştir (Şekil 9.111).

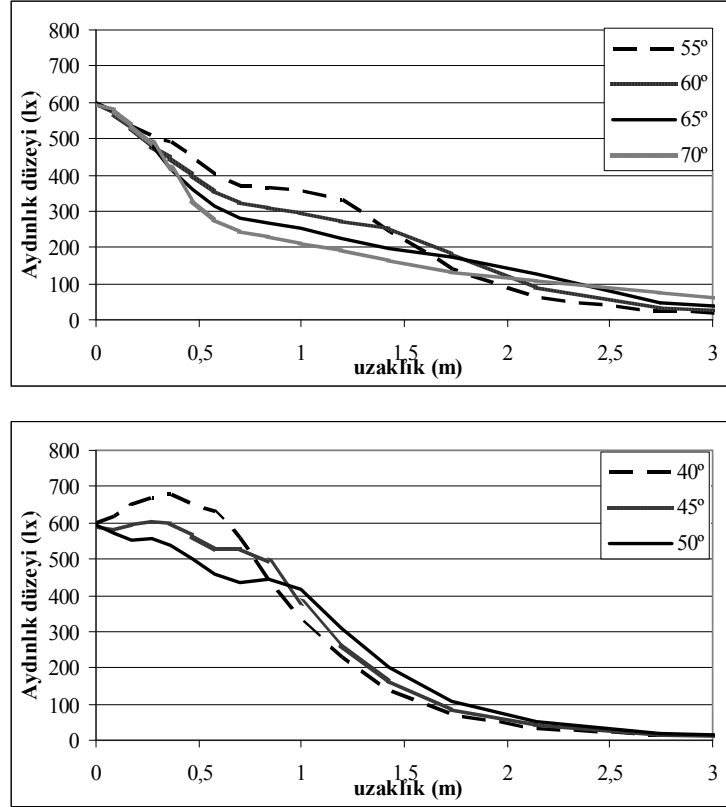


Şekil 9.111 Sol A_{1y} - A_{7y} yansıtıcılarının kesitleri

Sol A_{1y} - A_{7y} yansıtıcılarının aygıt ışık yeğirliği uzaysal dağılımının 0° - 180° yatay açısında ortaya çıkan ışık yeğirlik dağılımları Şekil 9.112’de, oluşan yansıtıcıların ışık yeğirlik dağılımları ise Şekil 9.113’te üst üste gösterilmiştir.



Şekil 9.112 A_{1y}-A_{7y} yansıtıcılarına ait ışık yeğirlik eğrileri



Şekil 9.113 A_{1y}-A_{7y} yansıtıcılarının lamba merkezden 1m uzakta oluşturduğu aydınlık dağılımları

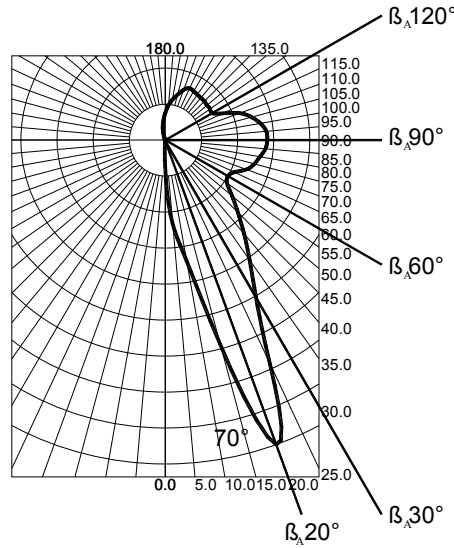
Aydınlık dağılımları incelendiğinde dağılımlarının yeterli düzgünlükte olmadığı görülür. Bu sebeple sol yansıtıcının oluşturduğu ışık yeğirlik dağılımını iyileştirmek adına sağ yansıtıcı tasarımları yapılmıştır.

9.6.1.1 Sağ Yansıtıcı Parçasının Işık Yeğirlik Dağılımını İyileştirmek İçin Tasarımı

Bu yaklaşımda, aygıt ekseninin sağ yanında kalan parça, sol yansıtıcıyı desteklemek için tasarlanmıştır. Yansıtıcı tasarımları aygıttan çıkan ışığın yayılma açısının (θ) 70° , 65° , 60° , 55° olduğu dört farklı durum için ayrı ayrı yapılmıştır. Tasarlanan yansıtıcılar örnek olarak (θ) 70° koşulu için aşağıda açıklanmıştır.

9.6.1.1.1 (θ) 70° için Sağ Yansıtıcı Tasarımı

Yansıtıcının sol parçası için elde edilen Şekil 9.112'deki ışık yeğirlik dağılımı ile (θ) 70° için hedeflenen Şekil 9.1'deki ışık yeğirlik dağılımı karşılaştırıldığında β_{A60° ile β_{A120° açıları arasındaki doğrultulardaki ışık yeğirlik değerlerinin gereğinden büyük, β_{A20° ile β_{A30° açıları arasındaki doğrultulardaki ışık yeğirlik değerlerinin ise gereğinden küçük olduğu görülmektedir. β_{A60° ile β_{A120° açıları arasındaki doğrultulardaki ışık yeğirlik değerlerini küçültmek ve β_{A20° ile β_{A30° açıları arasındaki doğrultulardaki ışık yeğirlik değerlerini büyütmek için ikinci bir yansıtıcı parçasının tasarlanması ve oluşturulan birinci yansıtıcı parçasına eklenmesi gerekmektedir (Şekil 9.114).

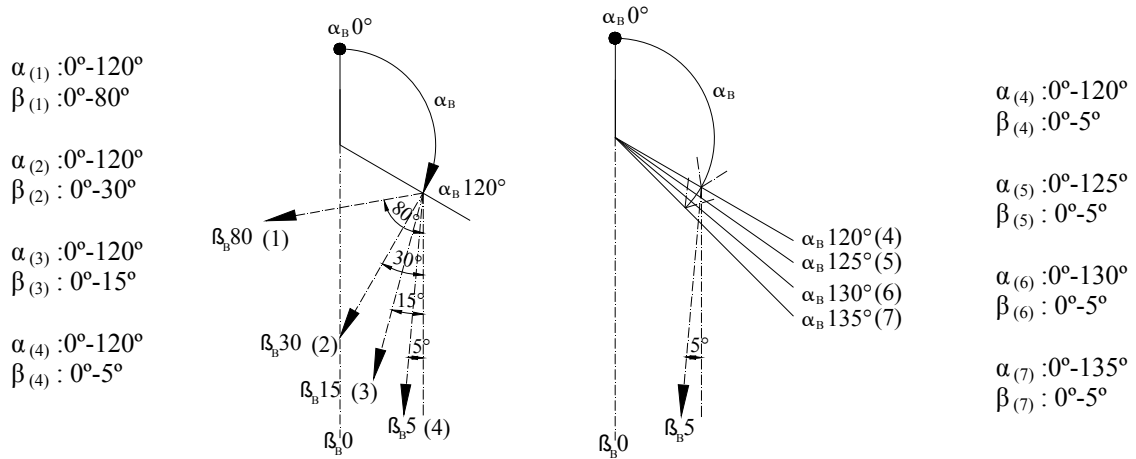


Şekil 9.114 Sol yansıtıcının oluşturduğu ışık yeğirlik dağılımının incelenmesi

Yansıtıcıların biçimlendirilmesinde sırası ile aşağıdaki işlemler yapılmıştır.

- 1) Sol yansıtıcı parçasının tek başına kullanıldığı durumda elde edilen Şekil 9.114'deki ışık yeğirlik dağılımı dikkate alınarak sağ yansıtıcı parçasının, ışık yeğirlik niceliklerinin gereğinden yüksek olduğu bölgeyi (β_{A60° - β_{A120°) kapsamına karar verilmiştir. Buna bağlı olarak, lambadan çıkarak sağ yansıtıcı parçasına düşen ışık ışınlarının yayılma bölgesi (α_B) 120° , bu bölgenin sınırlarını belirleyen açılar α_{B0° ve α_{B120° olarak belirlenmiştir.

- 2) Sağ yansıtıcı parçasından yansıyan ışık ışınlarının ise Şekil 9.114'deki ışık yeğirlik dağılımında ışık yeğirliklerinin gereğinden düşük olduğu doğrultulara ($\beta_A 20^\circ - \beta_A 30^\circ$) yönlendirilmesi gerekmiştir. Sol yansıtıcı parçası $\alpha_A 100^\circ - \alpha_A 180^\circ$ arasındaki bölümüne düşen ışığı $\beta_A 20^\circ - \beta_A 30^\circ$ arasındaki doğrultulara yansıtmaktadır. Bu nedenle, sağ yansıtıcı parçasından yansıyan ışık ışınlarının yayılma bölgesi (β_B) 80° (1), söz konusu bölgenin sınırlarını gösteren açılar $\beta_B 0^\circ$ ($\alpha_A 180^\circ$) ve $\beta_B 80^\circ$ ($\alpha_A 100^\circ$) olarak saptanmıştır (Şekil 9.115). Oluşan yansıtıcının ışık yeğirlik dağılımı incelenerek, yansıyan ışığın içine yayıldığı söz konusu açının büyüklüğü sırası ile 30° (2), 15° (3) ve 5° (4) olmak üzere aşamalı olarak küçültülmüş, (Şekil 9.115) daha sonra sağ yansıtıcı parçası için $\beta_B 0^\circ - 5^\circ$ için tasarlanan yansıtıcının α_B açı sınırları (α_B) 125° (5), 130° (6), 135° (7) olarak uzatılmıştır (Şekil 9.115). Tasarlanan yansıtıcılara ait tanımlanan α_B ve β_B açıları Çizelge 9.112 – Çizelge 9.119'da gösterilmiştir.



Şekil 9.115 sağ yansıtıcılara ait α_B ve β_B açılarının tanımlanması

Çizelge 9.112a (1), (2), (3), (4), yansıtıcıları için α açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri

α açıları	Kümülatif hacim açıları (str)	hacim açıları içindeki kümülatif ışık akısı (%)
0	0,0000	0,0000
5	0,0245	0,5262
10	0,0955	1,0133
15	0,2143	2,2733
20	0,3795	4,0267
25	0,5887	6,2467
30	0,8419	8,9333
35	1,1366	12,0600
40	1,4702	15,6000
45	1,8403	19,5267
50	2,2449	23,8200

Çizelge 9.112b (1), (2), (3), (4), yansıtıcıları için α açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri

α açıları	Kümülatif hacim açıları (str)	hacim açıları içindeki kümülatif ışık akısı (%)
55	2,6797	28,4333
60	3,1415	33,3333
65	3,6278	38,4933
70	4,1342	43,8667
75	4,6570	49,4133
80	5,1923	55,0933
85	5,7358	60,8600
90	6,2830	66,6667
95	6,8302	72,4733
100	7,3737	78,2400
105	7,9090	83,9200
110	8,4318	89,4667
115	8,9382	94,8400
120	9,4245	100,0000

Çizelge 9.113 (5) yansıtıcısı için α açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri

α açıları	Kümülatif hacim açıları (str)	hacim açıları içindeki kümülatif ışık akısı (%)
0	0,0000	0,0000
5	0,0245	0,2479
10	0,0955	0,9660
15	0,2143	2,1671
20	0,3795	3,8386
25	0,5887	5,9549
30	0,8419	8,5160
35	1,1366	11,4967
40	1,4702	14,8713
45	1,8403	18,6146
50	2,2449	22,7073
55	2,6797	27,1052
60	3,1415	31,7763
65	3,6278	36,6953
70	4,1342	41,8176
75	4,6570	47,1052
80	5,1923	52,5199
85	5,7358	58,0172
90	6,2830	63,5526
95	6,8302	69,0880
100	7,3737	74,5853
105	7,9090	80,0000
110	8,4318	85,2876
115	8,9382	90,4099
120	9,4245	95,3289
125	9,8863	100,0000

Çizelge 9.114 (6) yansıtıcısı için α açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri

α açıları	Kümülatif hacim açıları (str)	hacim açıları içindeki kümülatif ışık akısı (%)
0	0,0000	0,0000
5	0,0245	0,2374
10	0,0955	0,9253
15	0,2143	2,0759
20	0,3795	3,6769
25	0,5887	5,7040
30	0,8419	8,1573
35	1,1366	11,0124
40	1,4702	14,2448
45	1,8403	17,8304
50	2,2449	21,7508
55	2,6797	25,9634
60	3,1415	30,4377
65	3,6278	35,1494
70	4,1342	40,0560
75	4,6570	45,1208
80	5,1923	50,3074
85	5,7358	55,5731
90	6,2830	60,8754
95	6,8302	66,1776
100	7,3737	71,4434
105	7,9090	76,6299
110	8,4318	81,6948
115	8,9382	86,6013
120	9,4245	91,3131
125	9,8863	95,7874
130	10,3211	100,0000

Çizelge 9.115a (7) yansıtıcısı için α açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri

α açıları	Kümülatif hacim açıları (str)	hacim açıları içindeki kümülatif ışık akısı (%)
0	0,0000	0,0000
5	0,0245	0,2285
10	0,0955	0,8904
15	0,2143	1,9975
20	0,3795	3,5382
25	0,5887	5,4888
30	0,8419	7,8496
35	1,1366	10,5969
40	1,4702	13,7075
45	1,8403	17,1578
50	2,2449	20,9302
55	2,6797	24,9839
60	3,1415	29,2894

Çizelge 9.115b (7) yansıtıcısı için α açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri

α açıları	Kümülatif hacim açıları (str)	hacim açıları içindeki kümülatif ışık akısı (%)
65	3,6278	33,8234
70	4,1342	38,5449
75	4,6570	43,4187
80	5,1923	48,4096
85	5,7358	53,4767
90	6,2830	58,5789
95	6,8302	63,6811
100	7,3737	68,7482
105	7,9090	73,7391
110	8,4318	78,6129
115	8,9382	83,3343
120	9,4245	87,8683
125	9,8863	92,1739
130	10,3211	96,2275
135	10,7257	100,0000

Çizelge 9.116 (1) yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri

β açısı bölgeleri (derece)	Ortalama Doğrultu (derece)	Hacim açısı (bölge çarpanı,str)	Bölgenin orta doğrultusundaki ışık yeğirliği (cd)	Bölge ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (%)
0- 5	2,5	0,0245	1,0000	0,02	0,0245	0,4719
5- 10	7,5	0,0710	1,0000	0,07	0,0955	1,8393
10- 15	12,5	0,1187	1,0000	0,12	0,2143	4,1263
15- 20	17,5	0,1652	1,0000	0,17	0,3795	7,3088
20- 25	22,5	0,2092	1,0000	0,21	0,5887	11,3383
25- 30	27,5	0,2532	1,0000	0,25	0,8419	16,2149
30- 35	32,5	0,2947	1,0000	0,29	1,1366	21,8901
35- 40	37,5	0,3336	1,0000	0,33	1,4702	28,3156
40- 45	42,5	0,3701	1,0000	0,37	1,8403	35,4429
45- 50	47,5	0,4046	1,0000	0,40	2,2449	43,2357
50- 55	52,5	0,4348	1,0000	0,43	2,6797	51,6094
55- 60	57,5	0,4618	1,0000	0,46	3,1415	60,5034
60- 65	62,5	0,4863	1,0000	0,49	3,6278	69,8693
65- 70	67,5	0,5064	1,0000	0,51	4,1342	79,6225
70- 75	72,5	0,5227	1,0000	0,52	4,6570	89,6902
75- 80	77,5	0,5353	1,0000	0,54	5,1923	100,0000

Çizelge 9.117 (2) yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri

β açısı bölgeleri (derece)	Ortalama Doğrultu (derece)	Hacim açısı (bölge çarpanı, str)	Bölgenin orta doğrultusundaki ışık yeğinliği (cd)	Bölge ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (%)
0- 5	2,5	0,0245	1,0000	0,02	0,0245	2,9104
5- 10	7,5	0,0710	1,0000	0,07	0,0955	11,3433
10- 15	12,5	0,1187	1,0000	0,12	0,2143	25,4478
15- 20	17,5	0,1652	1,0000	0,17	0,3795	45,0746
20- 25	22,5	0,2092	1,0000	0,21	0,5887	69,9254
25- 30	27,5	0,2532	1,0000	0,25	0,8419	100,0000

Çizelge 9.118 (3) yansıtıcısı için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri

β açısı bölgeleri (derece)	Ortalama Doğrultu (derece)	Hacim açısı (bölge çarpanı, str)	Bölgenin orta doğrultusundaki ışık yeğinliği (cd)	Bölge ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (%)
0- 5	2,5	0,0245	1,0000	0,02	0,0245	11,4370
5- 10	7,5	0,0710	1,0000	0,07	0,0955	44,5748
10- 15	12,5	0,1187	1,0000	0,12	0,2143	100,0000

Çizelge 9.119 (4), (5), (6), (7) yansıtıcıları için β açılarının karşılığı olan hacim açıları içindeki ışık akıları yüzdeleri

β açısı bölgeleri (derece)	Ortalama Doğrultu (derece)	Hacim açısı (bölge çarpanı, str)	Bölgenin orta doğrultusundaki ışık yeğinliği (cd)	Bölge ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (lm)	Kümülatif ışık akısı (%)
0- 5	2,5	0,0245	1,0000	0,02	0,0245	100,0000

- 3) Bütün yansıtıcılar için her bir α açısına karşılık gelen “r” doğru parçaları, 9.2. bölümde “4-9.adımlar arasında” uygulanan işlemler uyarınca belirlenmiştir (Çizelge 9.120- 9.126).

Çizelge 9.120a (1) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
5,0	5,1984	-0,0017	0,0873	-0,0001	-0,0001	0,9999	1,9998
10,0	6,9797	0,0264	0,1745	0,0011	0,0010	1,0010	2,0020
15,0	10,9489	0,0354	0,2618	0,0027	0,0037	1,0037	2,0074
20,0	14,7821	0,0456	0,3491	0,0035	0,0072	1,0073	2,0145
25,0	18,3313	0,0583	0,4363	0,0045	0,0118	1,0118	2,0236
30,0	22,0158	0,0698	0,5236	0,0056	0,0173	1,0175	2,0350
35,0	25,7399	0,0810	0,6109	0,0066	0,0239	1,0242	2,0484
40,0	29,3695	0,0930	0,6981	0,0076	0,0315	1,0320	2,0640
45,0	32,9177	0,1058	0,7854	0,0087	0,0402	1,0410	2,0820
50,0	36,5017	0,1183	0,8727	0,0098	0,0500	1,0512	2,1025

Çizelge 9.120b (1) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
55,0	40,0826	0,1309	0,9599	0,0109	0,0608	1,0627	2,1255
60,0	43,5201	0,1448	1,0472	0,0120	0,0729	1,0756	2,1512
65,0	46,9572	0,1588	1,1345	0,0132	0,0861	1,0899	2,1799
70,0	50,3767	0,1729	1,2217	0,0145	0,1006	1,1058	2,2117
75,0	53,6887	0,1882	1,3090	0,0158	0,1164	1,1234	2,2468
80,0	56,9586	0,2038	1,3963	0,0171	0,1335	1,1428	2,2855
85,0	60,1904	0,2200	1,4835	0,0185	0,1519	1,1641	2,3282
90,0	63,2903	0,2374	1,5708	0,0200	0,1719	1,1876	2,3751
95,0	66,3350	0,2555	1,6581	0,0215	0,1934	1,2134	2,4268
100,0	69,2913	0,2746	1,7453	0,0231	0,2165	1,2418	2,4835
105,0	72,1343	0,2949	1,8326	0,0249	0,2414	1,2730	2,5460
110,0	74,8890	0,3164	1,9199	0,0267	0,2681	1,3074	2,6149
115,0	77,4975	0,3395	2,0071	0,0286	0,2967	1,3454	2,6908
120,0	80,0000	0,3640	2,0944	0,0307	0,3274	1,3873	2,7746

Çizelge 9.121 (2) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
5,0	0,9039	0,0358	0,0873	0,0016	0,0016	1,0016	2,0031
10,0	1,7409	0,0722	0,1745	0,0047	0,0063	1,0063	2,0126
15,0	3,9055	0,0971	0,2618	0,0074	0,0137	1,0138	2,0275
20,0	5,6618	0,1258	0,3491	0,0097	0,0234	1,0237	2,0473
25,0	6,9781	0,1586	0,4363	0,0124	0,0358	1,0364	2,0729
30,0	8,5711	0,1892	0,5236	0,0152	0,0510	1,0523	2,1046
35,0	10,2541	0,2194	0,6109	0,0178	0,0688	1,0712	2,1424
40,0	11,5090	0,2539	0,6981	0,0206	0,0894	1,0936	2,1871
45,0	12,9010	0,2877	0,7854	0,0236	0,1131	1,1197	2,2394
50,0	14,4230	0,3208	0,8727	0,0266	0,1396	1,1498	2,2997
55,0	15,7606	0,3565	0,9599	0,0296	0,1692	1,1843	2,3687
60,0	17,0089	0,3938	1,0472	0,0327	0,2019	1,2237	2,4475
65,0	18,3234	0,4315	1,1345	0,0360	0,2379	1,2686	2,5372
70,0	19,6923	0,4696	1,2217	0,0393	0,2772	1,3195	2,6390
75,0	20,8730	0,5109	1,3090	0,0428	0,3200	1,3772	2,7543
80,0	22,0158	0,5541	1,3963	0,0465	0,3665	1,4427	2,8853
85,0	23,1760	0,5988	1,4835	0,0503	0,4168	1,5171	3,0342
90,0	24,3443	0,6451	1,5708	0,0543	0,4711	1,6017	3,2034
95,0	25,4236	0,6947	1,6581	0,0585	0,5295	1,6982	3,3963
100,0	26,3823	0,7483	1,7453	0,0630	0,5925	1,8085	3,6170
105,0	27,3267	0,8051	1,8326	0,0678	0,6603	1,9353	3,8707
110,0	28,2488	0,8655	1,9199	0,0729	0,7332	2,0817	4,1634
115,0	29,1421	0,9302	2,0071	0,0784	0,8115	2,2513	4,5027
120,0	30,0000	1,0000	2,0944	0,0842	0,8958	2,4492	4,8983

Çizelge 9.122 (3) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
5,0	0,2300	0,0416	0,0873	0,0018	0,0018	1,0018	2,0036
10,0	0,4430	0,0836	0,1745	0,0055	0,0073	1,0073	2,0146
15,0	0,9939	0,1228	0,2618	0,0090	0,0163	1,0164	2,0328
20,0	1,7604	0,1605	0,3491	0,0124	0,0287	1,0291	2,0581
25,0	2,7309	0,1968	0,4363	0,0156	0,0442	1,0452	2,0905
30,0	3,9055	0,2317	0,5236	0,0187	0,0629	1,0650	2,1299
35,0	5,0940	0,2671	0,6109	0,0218	0,0847	1,0884	2,1768
40,0	5,6281	0,3093	0,6981	0,0251	0,1099	1,1161	2,2322
45,0	6,2206	0,3520	0,7854	0,0289	0,1387	1,1488	2,2976
50,0	6,8684	0,3952	0,8727	0,0326	0,1713	1,1869	2,3737
55,0	7,5645	0,4393	0,9599	0,0364	0,2077	1,2309	2,4618
60,0	8,3038	0,4845	1,0472	0,0403	0,2480	1,2815	2,5630
65,0	9,0824	0,5308	1,1345	0,0443	0,2923	1,3396	2,6791
70,0	9,8932	0,5786	1,2217	0,0484	0,3407	1,4060	2,8120
75,0	10,4365	0,6317	1,3090	0,0528	0,3935	1,4822	2,9645
80,0	10,9489	0,6879	1,3963	0,0576	0,4511	1,5701	3,1402
85,0	11,4691	0,7472	1,4835	0,0626	0,5137	1,6715	3,3431
90,0	11,9929	0,8099	1,5708	0,0679	0,5817	1,7891	3,5781
95,0	12,5168	0,8767	1,6581	0,0736	0,6553	1,9257	3,8514
100,0	13,0370	0,9484	1,7453	0,0796	0,7349	2,0853	4,1706
105,0	13,5494	1,0256	1,8326	0,0861	0,8210	2,2729	4,5457
110,0	14,0498	1,1096	1,9199	0,0932	0,9142	2,4948	4,9896
115,0	14,5345	1,2016	2,0071	0,1008	1,0151	2,7595	5,5191
120,0	15,0000	1,3032	2,0944	0,1093	1,1244	3,0782	6,1565

Çizelge 9.123a (4) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
5,0	0,0263	0,0434	0,0873	0,0019	0,0019	1,0019	2,0038
10,0	0,0507	0,0870	0,1745	0,0057	0,0076	1,0076	2,0152
15,0	0,1137	0,1306	0,2618	0,0095	0,0171	1,0172	2,0345
20,0	0,2013	0,1745	0,3491	0,0133	0,0304	1,0309	2,0617
25,0	0,3123	0,2188	0,4363	0,0172	0,0476	1,0487	2,0974
30,0	0,4467	0,2638	0,5236	0,0211	0,0686	1,0710	2,1421
35,0	0,6030	0,3095	0,6109	0,0250	0,0936	1,0982	2,1963
40,0	0,7800	0,3563	0,6981	0,0291	0,1227	1,1305	2,2611
45,0	0,9763	0,4043	0,7854	0,0332	0,1559	1,1687	2,3374
50,0	1,1910	0,4537	0,8727	0,0374	0,1933	1,2133	2,4265
55,0	1,4217	0,5049	0,9599	0,0418	0,2351	1,2651	2,5302
60,0	1,6667	0,5581	1,0472	0,0464	0,2815	1,3251	2,6503
65,0	1,9247	0,6137	1,1345	0,0511	0,3327	1,3947	2,7893
70,0	2,1933	0,6721	1,2217	0,0561	0,3888	1,4751	2,9503

Çizelge 9.123b (4) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
75,0	2,4707	0,7336	1,3090	0,0613	0,4501	1,5684	3,1369
80,0	2,7547	0,7989	1,3963	0,0669	0,5170	1,6769	3,3538
85,0	3,0430	0,8686	1,4835	0,0728	0,5897	1,8035	3,6070
90,0	3,3333	0,9435	1,5708	0,0791	0,6688	1,9519	3,9037
95,0	3,6237	1,0243	1,6581	0,0859	0,7546	2,1269	4,2537
100,0	3,9120	1,1123	1,7453	0,0932	0,8479	2,3347	4,6694
105,0	4,1960	1,2089	1,8326	0,1013	0,9492	2,5835	5,1671
110,0	4,4733	1,3157	1,9199	0,1102	1,0593	2,8844	5,7688
115,0	4,7420	1,4350	2,0071	0,1200	1,1793	3,2522	6,5044
120,0	5,0000	1,5697	2,0944	0,1311	1,3104	3,7078	7,4156

Çizelge 9.124 (5) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
5,0	0,0124	0,0436	0,0873	0,0019	0,0019	1,0019	2,0038
10,0	0,0483	0,0871	0,1745	0,0057	0,0076	1,0076	2,0153
15,0	0,1084	0,1307	0,2618	0,0095	0,0171	1,0172	2,0345
20,0	0,1919	0,1746	0,3491	0,0133	0,0304	1,0309	2,0618
25,0	0,2977	0,2190	0,4363	0,0172	0,0476	1,0487	2,0975
30,0	0,4258	0,2640	0,5236	0,0211	0,0687	1,0711	2,1422
35,0	0,5748	0,3098	0,6109	0,0250	0,0937	1,0982	2,1965
40,0	0,7436	0,3566	0,6981	0,0291	0,1228	1,1306	2,2613
45,0	0,9307	0,4047	0,7854	0,0332	0,1560	1,1688	2,3377
50,0	1,1354	0,4543	0,8727	0,0375	0,1935	1,2135	2,4269
55,0	1,3553	0,5056	0,9599	0,0419	0,2354	1,2654	2,5307
60,0	1,5888	0,5590	1,0472	0,0465	0,2818	1,3255	2,6511
65,0	1,8348	0,6148	1,1345	0,0512	0,3330	1,3952	2,7904
70,0	2,0909	0,6734	1,2217	0,0562	0,3892	1,4759	2,9517
75,0	2,3553	0,7352	1,3090	0,0615	0,4507	1,5694	3,1388
80,0	2,6260	0,8008	1,3963	0,0670	0,5177	1,6782	3,3564
85,0	2,9009	0,8708	1,4835	0,0729	0,5907	1,8052	3,6104
90,0	3,1776	0,9460	1,5708	0,0793	0,6699	1,9541	3,9082
95,0	3,4544	1,0273	1,6581	0,0861	0,7560	2,1298	4,2596
100,0	3,7293	1,1159	1,7453	0,0935	0,8496	2,3386	4,6772
105,0	4,0000	1,2131	1,8326	0,1016	0,9512	2,5888	5,1775
110,0	4,2644	1,3207	1,9199	0,1106	1,0617	2,8914	5,7828
115,0	4,5205	1,4409	2,0071	0,1205	1,1822	3,2616	6,5233
120,0	4,7664	1,5768	2,0944	0,1317	1,3139	3,7207	7,4413
125,0	5,0000	1,7321	2,1817	0,1444	1,4583	4,2986	8,5971

Çizelge 9.125 (6) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
5,0	0,0119	0,0436	0,0873	0,0019	0,0019	1,0019	2,0038
10,0	0,0463	0,0871	0,1745	0,0057	0,0076	1,0076	2,0153
15,0	0,1038	0,1307	0,2618	0,0095	0,0171	1,0173	2,0345
20,0	0,1838	0,1747	0,3491	0,0133	0,0304	1,0309	2,0618
25,0	0,2852	0,2191	0,4363	0,0172	0,0476	1,0488	2,0975
30,0	0,4079	0,2641	0,5236	0,0211	0,0687	1,0711	2,1422
35,0	0,5506	0,3100	0,6109	0,0251	0,0937	1,0983	2,1966
40,0	0,7122	0,3569	0,6981	0,0291	0,1229	1,1307	2,2614
45,0	0,8915	0,4051	0,7854	0,0333	0,1561	1,1689	2,3379
50,0	1,0875	0,4548	0,8727	0,0375	0,1936	1,2136	2,4273
55,0	1,2982	0,5063	0,9599	0,0419	0,2356	1,2656	2,5312
60,0	1,5219	0,5598	1,0472	0,0465	0,2821	1,3259	2,6517
65,0	1,7575	0,6157	1,1345	0,0513	0,3334	1,3957	2,7913
70,0	2,0028	0,6745	1,2217	0,0563	0,3897	1,4765	2,9530
75,0	2,2560	0,7365	1,3090	0,0616	0,4512	1,5702	3,1405
80,0	2,5154	0,8024	1,3963	0,0671	0,5184	1,6793	3,3586
85,0	2,7787	0,8727	1,4835	0,0731	0,5915	1,8066	3,6132
90,0	3,0438	0,9482	1,5708	0,0795	0,6709	1,9560	3,9120
95,0	3,3089	1,0300	1,6581	0,0863	0,7572	2,1324	4,2647
100,0	3,5722	1,1190	1,7453	0,0938	0,8510	2,3420	4,6839
105,0	3,8315	1,2167	1,8326	0,1019	0,9529	2,5932	5,1865
110,0	4,0847	1,3250	1,9199	0,1109	1,0638	2,8974	5,7948
115,0	4,3301	1,4461	2,0071	0,1209	1,1847	3,2698	6,5396
120,0	4,5657	1,5829	2,0944	0,1322	1,3169	3,7318	7,4636
125,0	4,7894	1,7394	2,1817	0,1450	1,4618	4,3139	8,6279
130,0	5,0000	1,9210	2,2689	0,1597	1,6216	5,0610	10,1220

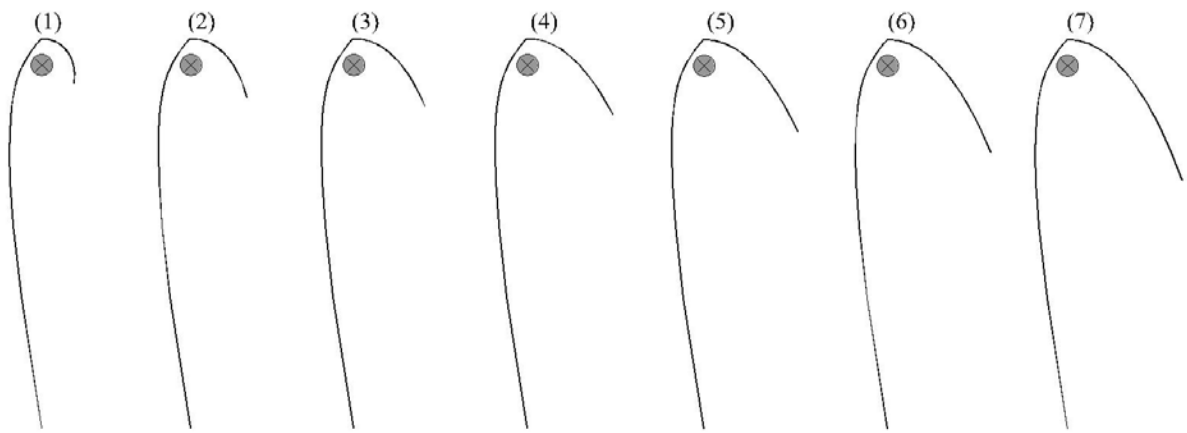
Çizelge 9.126a (7) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
5,0	0,0114	0,0436	0,0873	0,0019	0,0019	1,0019	2,0038
10,0	0,0445	0,0871	0,1745	0,0057	0,0076	1,0076	2,0153
15,0	0,0999	0,1308	0,2618	0,0095	0,0171	1,0173	2,0345
20,0	0,1769	0,1747	0,3491	0,0133	0,0304	1,0309	2,0618
25,0	0,2744	0,2192	0,4363	0,0172	0,0476	1,0488	2,0976
30,0	0,3925	0,2643	0,5236	0,0211	0,0687	1,0711	2,1423
35,0	0,5298	0,3102	0,6109	0,0251	0,0938	1,0983	2,1967
40,0	0,6854	0,3572	0,6981	0,0291	0,1229	1,1308	2,2616
45,0	0,8579	0,4055	0,7854	0,0333	0,1562	1,1690	2,3381
50,0	1,0465	0,4552	0,8727	0,0376	0,1937	1,2138	2,4276
55,0	1,2492	0,5068	0,9599	0,0420	0,2357	1,2658	2,5316
60,0	1,4645	0,5604	1,0472	0,0466	0,2823	1,3262	2,6523

Çizelge 9.126b (7) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
65,0	1,6912	0,6165	1,1345	0,0514	0,3336	1,3960	2,7921
70,0	1,9272	0,6754	1,2217	0,0564	0,3900	1,4770	2,9540
75,0	2,1709	0,7377	1,3090	0,0617	0,4517	1,5709	3,1419
80,0	2,4205	0,8037	1,3963	0,0673	0,5189	1,6802	3,3604
85,0	2,6738	0,8743	1,4835	0,0732	0,5921	1,8079	3,6157
90,0	2,9289	0,9501	1,5708	0,0796	0,6717	1,9577	3,9153
95,0	3,1841	1,0322	1,6581	0,0865	0,7582	2,1345	4,2691
100,0	3,4374	1,1216	1,7453	0,0940	0,8522	2,3449	4,6897
105,0	3,6870	1,2199	1,8326	0,1022	0,9544	2,5971	5,1942
110,0	3,9306	1,3287	1,9199	0,1112	1,0656	2,9026	5,8051
115,0	4,1667	1,4505	2,0071	0,1213	1,1869	3,2768	6,5536
120,0	4,3934	1,5882	2,0944	0,1326	1,3194	3,7414	7,4827
125,0	4,6087	1,7458	2,1817	0,1455	1,4649	4,3272	8,6544
130,0	4,8114	1,9287	2,2689	0,1603	1,6253	5,0797	10,1594
135,0	5,0000	2,1445	2,3562	0,1777	1,8030	6,0677	12,1354

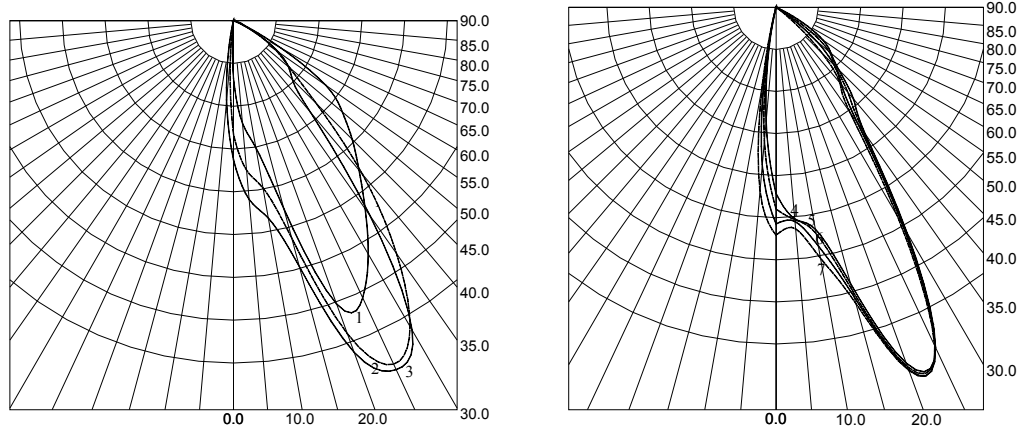
Yansıtıcıları belirleyebilmek için aygıt ekseni çizilmiş ve bu eksen üzerinde nokta kaynak varsayılan ışık kaynağının (K) yeri ile K noktasından 2 cm uzaklığındaki yansıtıcı tepe noktasının (T) yeri işaretlenmiş ve Çizelge 9.120- 9-126, kolon 8’de verilmiş olan her bir α açısına karşılık gelen “r” doğru parçaları, başlangıç noktası ışık kaynağı merkezi (K) alınarak çizilmiş ve bunların uç noktaları birleştirilerek yansıtıcıların kesiti çizilmiştir, yansıtıcıların A_{7y} yansıtıcısı ile birleştirilmiş halleri Şekil 9.116’da gösterilmiştir.



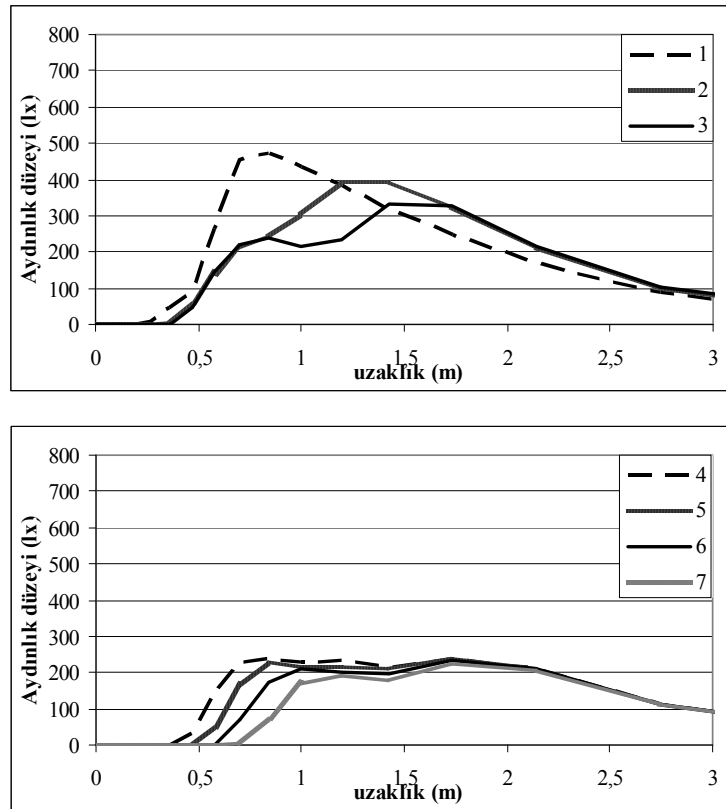
$x_{(1)} : 4.85\text{cm}$ $x_{(2)} : 6.64\text{cm}$ $x_{(3)} : 7.72\text{cm}$ $x_{(4)} : 8.79\text{cm}$ $x_{(5)} : 9.44\text{cm}$ $x_{(6)} : 10.15\text{cm}$ $x_{(7)} : 10.98\text{cm}$
 $y_{(1)} : 29.26\text{cm}$ $y_{(2)} : 29.26\text{cm}$ $y_{(3)} : 29.26\text{cm}$ $y_{(4)} : 29.26\text{cm}$ $y_{(5)} : 29.26\text{cm}$ $y_{(6)} : 29.26\text{cm}$ $y_{(7)} : 29.26\text{cm}$

Şekil 9.116 (1), (2), (3), (4), (5), (6), (7) yansıtıcılarının A_{7y} yansıtıcı ile birleştirilmesiyle oluşan yansıtıcı kesitleri

Yansıtıcılara ait aygıt ışık yeğirliğı uzaysal dağılımının 0° - 180° yatay açısında ortaya çıkan ışık yeğirlik dağılımı Şekil 9.117’de, oluşan yansıtıcıların aydınlık dağılımı Şekil 9.118’de gösterilmiştir.



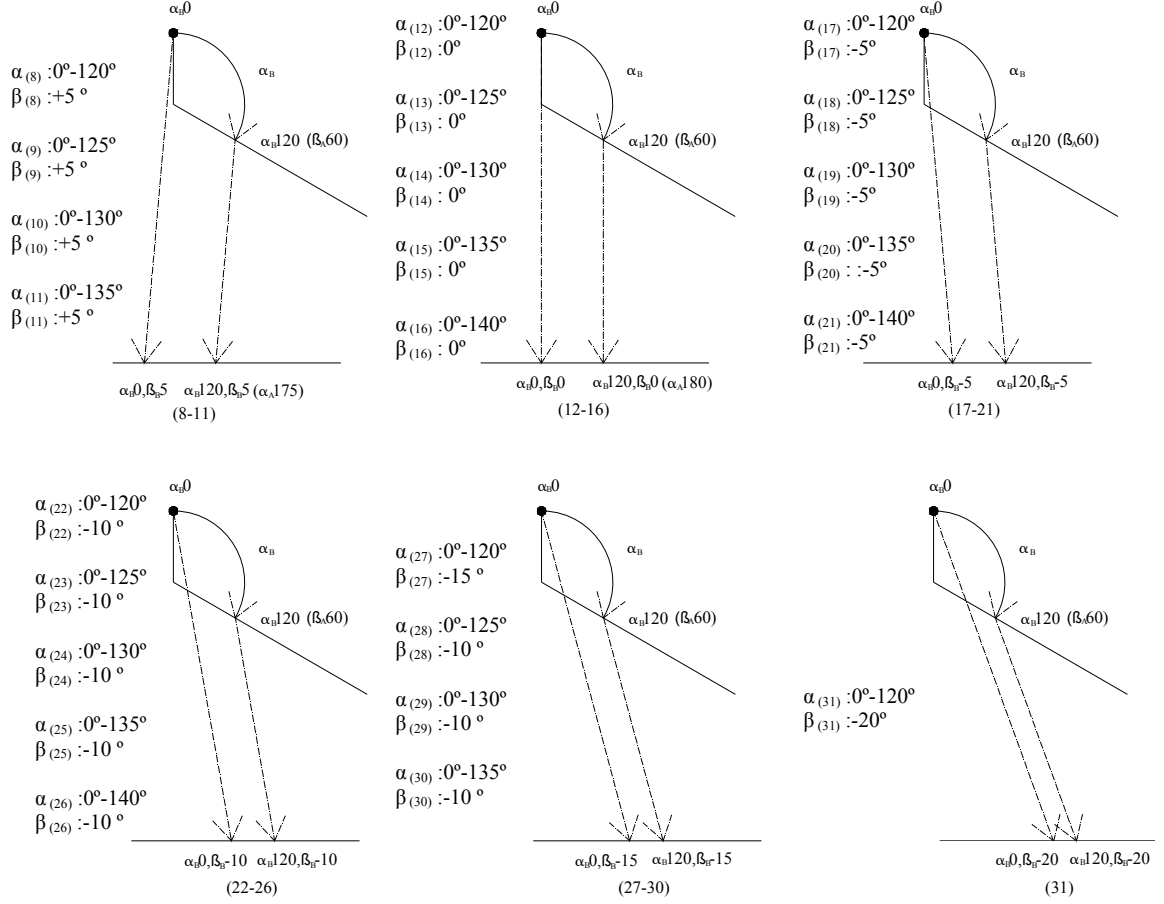
Şekil 9.117 (1), (2), (3), (4), (5), (6), (7) yansıtıcılarının A_{7y} yansıtıcı ile birleştirilmesiyle oluşan yansıtıcılara ait ışık yeğirlik dağılımları



Şekil 9.118 Yansıtıcıların lamba merkezden 1m uzakta oluşturduğu aydınlık dağılımı

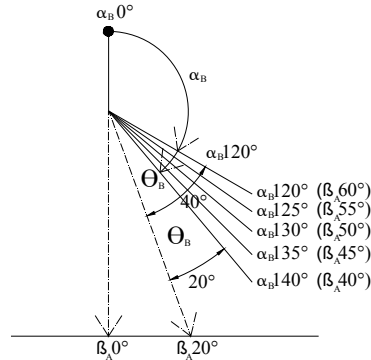
İlk incelemede sağ yansıtıcı parçasının kesiti, bu parçadan yansıyan ışığın belli büyüklükteki bir β_B açısı içine yayılmasını sağlamak üzere saptanmıştır. Bu aşamada, lambadan çıkarak yansıtıcının ikinci parçasına düşen toplam ışığı belli bir β_B açısı içine yaymak yerine tek bir

doğrultuya göndermek amaçlanmıştır. Işığın yönlendirildiği bu tek doğrultu sırası ile $\beta_B 5^\circ$, $\beta_B 0^\circ$, $\beta_B -5^\circ$, $\beta_B -10^\circ$, $\beta_B -15^\circ$ ve $\beta_B -20^\circ$ alınmıştır. Tanımlanan koşullar için ışığın yansıma doğrultusu Şekil 9.119’da verilmiştir.



Şekil 9.119 Sağ yansıtıcı parçasının β_B açısı doğrultusunun değişimi

Tanımlanan koşullar için oluşan, ışık yoğunluk dağılımlarını iyileştirmek adına, her bir durum için yansıtıcının biçimi değiştirilmeden boyu kısaltılmış/uzatılmıştır. (θ) 70° için ilk incelemelerde $\alpha_B:120$ dereceye karşılık gelen yansıtıcı yüzeyleri, $\alpha_B:125^\circ$, $\alpha_B:130^\circ$, $\alpha_B:135^\circ$ ve $\alpha_B:140^\circ$ yi kapsayacak ölçüde dört ayrı oranda uzatılmıştır (Şekil 9.120).



Şekil 9.120 Sağ yansıtıcı parçasının uzunluğunun değişimi

Belli bir θ açısı için oluşturulmuş, uzunlukları farklı sağ yansıtıcılara ait değerler toplu olarak aynı çizelgede gösterilmiştir. Farklı uzunluklardaki yansıtıcılara ait en büyük α açıları ve en büyük r uzunlukları çizelgenin sonunda koyulaştırılarak belirtilmiştir. Çizelgenin sonunda yer alan r uzunlukları yanında ait oldukları yansıtıcıların numaraları parantez içinde verilmiştir (Çizelge 9.127- Çizelge 9.132).

Çizelge 9.127 (8), (9), (10), (11) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	5,0000	-0,0437	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
5,0	5,0000	0,0000	0,0873	-0,0019	-0,0019	0,9981	1,9962
10,0	5,0000	0,0437	0,1745	0,0019	0,0000	1,0000	2,0000
15,0	5,0000	0,0875	0,2618	0,0057	0,0057	1,0057	2,0115
20,0	5,0000	0,1317	0,3491	0,0096	0,0153	1,0154	2,0308
25,0	5,0000	0,1763	0,4363	0,0134	0,0287	1,0291	2,0583
30,0	5,0000	0,2217	0,5236	0,0174	0,0461	1,0472	2,0943
35,0	5,0000	0,2679	0,6109	0,0214	0,0675	1,0698	2,1396
40,0	5,0000	0,3153	0,6981	0,0254	0,0929	1,0974	2,1947
45,0	5,0000	0,3640	0,7854	0,0296	0,1225	1,1304	2,2607
50,0	5,0000	0,4142	0,8727	0,0340	0,1565	1,1694	2,3388
55,0	5,0000	0,4663	0,9599	0,0384	0,1949	1,2152	2,4304
60,0	5,0000	0,5206	1,0472	0,0431	0,2380	1,2687	2,5374
65,0	5,0000	0,5774	1,1345	0,0479	0,2859	1,3309	2,6619
70,0	5,0000	0,6371	1,2217	0,0530	0,3389	1,4034	2,8067
75,0	5,0000	0,7002	1,3090	0,0583	0,3972	1,4877	2,9754
80,0	5,0000	0,7673	1,3963	0,0640	0,4613	1,5861	3,1721
85,0	5,0000	0,8391	1,4835	0,0701	0,5313	1,7012	3,4024
90,0	5,0000	0,9163	1,5708	0,0766	0,6079	1,8367	3,6733
95,0	5,0000	1,0000	1,6581	0,0836	0,6916	1,9968	3,9937
100,0	5,0000	1,0913	1,7453	0,0913	0,7828	2,1876	4,3752
105,0	5,0000	1,1918	1,8326	0,0996	0,8824	2,4168	4,8335
110,0	5,0000	1,3032	1,9199	0,1089	0,9913	2,6947	5,3894
115,0	5,0000	1,4281	2,0071	0,1192	1,1105	3,0358	6,0716
120,0	5,0000	1,5697	2,0944	0,1308	1,2413	3,4600	6,9200(8)
125,0	5,0000	1,7321	2,1817	0,1441	1,3853	3,9962	7,9924(9)
130,0	5,0000	1,9210	2,2689	0,1594	1,5447	4,6867	9,3735(10)
135,0	5,0000	2,1445	2,3562	0,1774	1,7221	5,5964	11,1928(11)

Çizelge 9.128a (12), (13), (14), (15), (16) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
5,0	0,0000	0,0437	0,0873	0,0019	0,0019	1,0019	2,0038
10,0	0,0000	0,0875	0,1745	0,0057	0,0076	1,0077	2,0153

Çizelge 9.128b (12), (13), (14), (15), (16) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\Sigma \ln r/f$	r/f	r (cm)
15,0	0,0000	0,1317	0,2618	0,0096	0,0172	1,0173	2,0347
20,0	0,0000	0,1763	0,3491	0,0134	0,0306	1,0311	2,0622
25,0	0,0000	0,2217	0,4363	0,0174	0,0480	1,0492	2,0983
30,0	0,0000	0,2679	0,5236	0,0214	0,0694	1,0718	2,1436
35,0	0,0000	0,3153	0,6109	0,0254	0,0948	1,0994	2,1989
40,0	0,0000	0,3640	0,6981	0,0296	0,1244	1,1325	2,2650
45,0	0,0000	0,4142	0,7854	0,0340	0,1584	1,1716	2,3433
50,0	0,0000	0,4663	0,8727	0,0384	0,1968	1,2175	2,4351
55,0	0,0000	0,5206	0,9599	0,0431	0,2399	1,2711	2,5422
60,0	0,0000	0,5774	1,0472	0,0479	0,2878	1,3335	2,6669
65,0	0,0000	0,6371	1,1345	0,0530	0,3408	1,4060	2,8121
70,0	0,0000	0,7002	1,2217	0,0583	0,3991	1,4905	2,9810
75,0	0,0000	0,7673	1,3090	0,0640	0,4632	1,5891	3,1782
80,0	0,0000	0,8391	1,3963	0,0701	0,5333	1,7045	3,4089
85,0	0,0000	0,9163	1,4835	0,0766	0,6098	1,8402	3,6803
90,0	0,0000	1,0000	1,5708	0,0836	0,6935	2,0006	4,0013
95,0	0,0000	1,0913	1,6581	0,0913	0,7847	2,1918	4,3836
100,0	0,0000	1,1918	1,7453	0,0996	0,8843	2,4214	4,8427
105,0	0,0000	1,3032	1,8326	0,1089	0,9932	2,6999	5,3997
110,0	0,0000	1,4281	1,9199	0,1192	1,1124	3,0416	6,0831
115,0	0,0000	1,5697	2,0071	0,1308	1,2432	3,4666	6,9332
120,0	0,0000	1,7321	2,0944	0,1441	1,3872	4,0038	8,0076(12)
125,0	0,0000	1,9210	2,1817	0,1594	1,5466	4,6957	9,3913(13)
130,0	0,0000	2,1445	2,2689	0,1774	1,7240	5,6071	11,2142(14)
135,0	0,0000	2,4142	2,3562	0,1989	1,9229	6,8411	13,6821(15)
140,0	0,0000	2,7475	2,4435	0,2252	2,1482	8,5691	17,1382(16)

Çizelge 9.129a (17), (18), (19), (20), (21) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\Sigma \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	-5,0000	0,0437	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
5,0	-5,0000	0,0875	0,0873	0,0057	0,0057	1,0057	2,0115
10,0	-5,0000	0,1317	0,1745	0,0096	0,0153	1,0154	2,0308
15,0	-5,0000	0,1763	0,2618	0,0134	0,0287	1,0291	2,0583
20,0	-5,0000	0,2217	0,3491	0,0174	0,0461	1,0472	2,0943
25,0	-5,0000	0,2679	0,4363	0,0214	0,0675	1,0698	2,1396
30,0	-5,0000	0,3153	0,5236	0,0254	0,0929	1,0974	2,1947
35,0	-5,0000	0,3640	0,6109	0,0296	0,1225	1,1304	2,2607
40,0	-5,0000	0,4142	0,6981	0,0340	0,1565	1,1694	2,3388
45,0	-5,0000	0,4663	0,7854	0,0384	0,1949	1,2152	2,4304
50,0	-5,0000	0,5206	0,8727	0,0431	0,2380	1,2687	2,5374
55,0	-5,0000	0,5774	0,9599	0,0479	0,2859	1,3309	2,6619
60,0	-5,0000	0,6371	1,0472	0,0530	0,3389	1,4034	2,8067
65,0	-5,0000	0,7002	1,1345	0,0583	0,3972	1,4877	2,9754

Çizelge 9.129b (17), (18), (19), (20), (21) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
70,0	-5,0000	0,7673	1,2217	0,0640	0,4613	1,5861	3,1721
75,0	-5,0000	0,8391	1,3090	0,0701	0,5313	1,7012	3,4024
80,0	-5,0000	0,9163	1,3963	0,0766	0,6079	1,8367	3,6733
85,0	-5,0000	1,0000	1,4835	0,0836	0,6916	1,9968	3,9937
90,0	-5,0000	1,0913	1,5708	0,0913	0,7828	2,1876	4,3752
95,0	-5,0000	1,1918	1,6581	0,0996	0,8824	2,4168	4,8335
100,0	-5,0000	1,3032	1,7453	0,1089	0,9913	2,6947	5,3894
105,0	-5,0000	1,4281	1,8326	0,1192	1,1105	3,0358	6,0716
110,0	-5,0000	1,5697	1,9199	0,1308	1,2413	3,4600	6,9200
115,0	-5,0000	1,7321	2,0071	0,1441	1,3853	3,9962	7,9924
120,0	-5,0000	1,9210	2,0944	0,1594	1,5447	4,6867	9,3735(17)
125,0	-5,0000	2,1445	2,1817	0,1774	1,7221	5,5964	11,1928(18)
130,0	-5,0000	2,4142	2,2689	0,1989	1,9210	6,8280	13,6561(19)
135,0	-5,0000	2,7475	2,3562	0,2252	2,1463	8,5528	17,1056(20)
140,0	-5,0000	3,1716	2,4435	0,2583	2,4045	11,0732	22,1464(21)

Çizelge 9.130a (22), (23), (24), (25),(26) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	-10,0000	0,0875	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
5,0	-10,0000	0,1317	0,0873	0,0096	0,0096	1,0096	2,0192
10,0	-10,0000	0,1763	0,1745	0,0134	0,0230	1,0233	2,0465
15,0	-10,0000	0,2217	0,2618	0,0174	0,0404	1,0412	2,0824
20,0	-10,0000	0,2679	0,3491	0,0214	0,0617	1,0637	2,1274
25,0	-10,0000	0,3153	0,4363	0,0254	0,0872	1,0911	2,1822
30,0	-10,0000	0,3640	0,5236	0,0296	0,1168	1,1239	2,2478
35,0	-10,0000	0,4142	0,6109	0,0340	0,1508	1,1627	2,3255
40,0	-10,0000	0,4663	0,6981	0,0384	0,1892	1,2083	2,4166
45,0	-10,0000	0,5206	0,7854	0,0431	0,2323	1,2614	2,5229
50,0	-10,0000	0,5774	0,8727	0,0479	0,2802	1,3233	2,6467
55,0	-10,0000	0,6371	0,9599	0,0530	0,3331	1,3954	2,7907
60,0	-10,0000	0,7002	1,0472	0,0583	0,3915	1,4792	2,9584
65,0	-10,0000	0,7673	1,1345	0,0640	0,4555	1,5770	3,1540
70,0	-10,0000	0,8391	1,2217	0,0701	0,5256	1,6915	3,3830
75,0	-10,0000	0,9163	1,3090	0,0766	0,6022	1,8262	3,6523
80,0	-10,0000	1,0000	1,3963	0,0836	0,6858	1,9854	3,9709
85,0	-10,0000	1,0913	1,4835	0,0913	0,7771	2,1751	4,3503
90,0	-10,0000	1,1918	1,5708	0,0996	0,8767	2,4030	4,8059
95,0	-10,0000	1,3032	1,6581	0,1089	0,9856	2,6793	5,3587
100,0	-10,0000	1,4281	1,7453	0,1192	1,1047	3,0185	6,0369
105,0	-10,0000	1,5697	1,8326	0,1308	1,2356	3,4403	6,8806
110,0	-10,0000	1,7321	1,9199	0,1441	1,3796	3,9734	7,9468
115,0	-10,0000	1,9210	2,0071	0,1594	1,5390	4,6600	9,3200
120,0	-10,0000	2,1445	2,0944	0,1774	1,7164	5,5645	11,1289(22)

Çizelge 9.130b (22), (23), (24), (25),(26) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
125,0	-10,0000	2,4142	2,1817	0,1989	1,9153	6,7891	13,5781(23)
130,0	-10,0000	2,7475	2,2689	0,2252	2,1405	8,5040	17,0080(24)
135,0	-10,0000	3,1716	2,3562	0,2583	2,3988	11,0100	22,0200(25)
140,0	-10,0000	3,7321	2,4435	0,3012	2,7000	14,8802	29,7604(26)

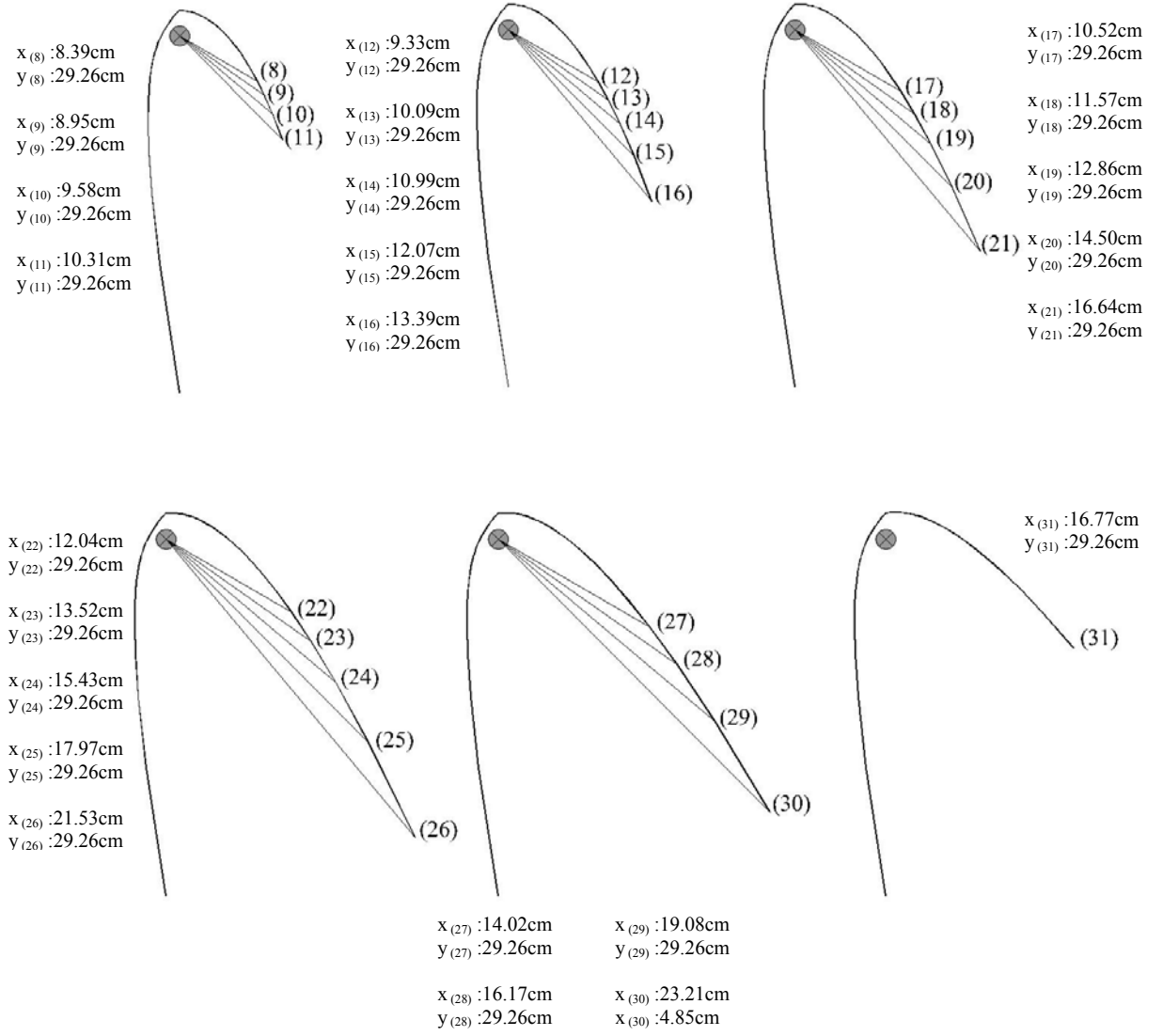
Çizelge 9.131 (27), (28), (29), (30) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	-15,0000	0,1317	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
5,0	-15,0000	0,1763	0,0873	0,0134	0,0134	1,0135	2,0271
10,0	-15,0000	0,2217	0,1745	0,0174	0,0308	1,0313	2,0626
15,0	-15,0000	0,2679	0,2618	0,0214	0,0522	1,0536	2,1071
20,0	-15,0000	0,3153	0,3491	0,0254	0,0776	1,0807	2,1614
25,0	-15,0000	0,3640	0,4363	0,0296	0,1073	1,1132	2,2264
30,0	-15,0000	0,4142	0,5236	0,0340	0,1412	1,1517	2,3033
35,0	-15,0000	0,4663	0,6109	0,0384	0,1796	1,1968	2,3936
40,0	-15,0000	0,5206	0,6981	0,0431	0,2227	1,2494	2,4989
45,0	-15,0000	0,5774	0,7854	0,0479	0,2706	1,3107	2,6215
50,0	-15,0000	0,6371	0,8727	0,0530	0,3236	1,3821	2,7642
55,0	-15,0000	0,7002	0,9599	0,0583	0,3819	1,4651	2,9302
60,0	-15,0000	0,7673	1,0472	0,0640	0,4460	1,5620	3,1240
65,0	-15,0000	0,8391	1,1345	0,0701	0,5161	1,6754	3,3508
70,0	-15,0000	0,9163	1,2217	0,0766	0,5927	1,8088	3,6176
75,0	-15,0000	1,0000	1,3090	0,0836	0,6763	1,9665	3,9331
80,0	-15,0000	1,0913	1,3963	0,0913	0,7675	2,1544	4,3089
85,0	-15,0000	1,1918	1,4835	0,0996	0,8671	2,3801	4,7602
90,0	-15,0000	1,3032	1,5708	0,1089	0,9760	2,6538	5,3077
95,0	-15,0000	1,4281	1,6581	0,1192	1,0952	2,9897	5,9795
100,0	-15,0000	1,5697	1,7453	0,1308	1,2260	3,4075	6,8151
105,0	-15,0000	1,7321	1,8326	0,1441	1,3701	3,9356	7,8711
110,0	-15,0000	1,9210	1,9199	0,1594	1,5294	4,6156	9,2313
115,0	-15,0000	2,1445	2,0071	0,1774	1,7068	5,5115	11,0230
120,0	-15,0000	2,4142	2,0944	0,1989	1,9058	6,7245	13,4489(27)
125,0	-15,0000	2,7475	2,1817	0,2252	2,1310	8,4231	16,8461(28)
130,0	-15,0000	3,1716	2,2689	0,2583	2,3892	10,9052	21,8104(29)
135,0	-15,0000	3,7321	2,3562	0,3012	2,6905	14,7386	29,4772(30)

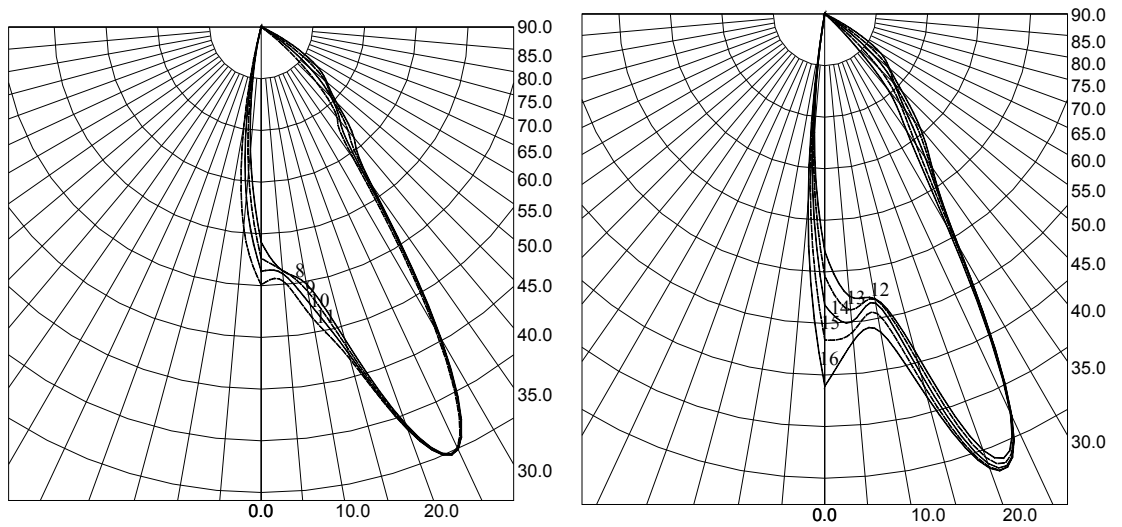
Çizelge 9.132 (31) yansıtıcısı için yansıtıcıyı belirleyen açısal büyüklükler ve yansıtıcının r uzunlukları

α (derece)	β (derece)	$\tan((\alpha-\beta)/2)$	α (radyan)	$\ln r/f$	$\sum \ln r/f$	r/f	r (cm)
0,0	-20,0000	0,1763	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	2,0000
5,0	-20,0000	0,2217	0,0873	0,0174	0,0174	1,0175	2,0350
10,0	-20,0000	0,2679	0,1745	0,0214	0,0387	1,0395	2,0790
15,0	-20,0000	0,3153	0,2618	0,0254	0,0642	1,0663	2,1326
20,0	-20,0000	0,3640	0,3491	0,0296	0,0938	1,0984	2,1967
25,0	-20,0000	0,4142	0,4363	0,0340	0,1278	1,1363	2,2726
30,0	-20,0000	0,4663	0,5236	0,0384	0,1662	1,1808	2,3616
35,0	-20,0000	0,5206	0,6109	0,0431	0,2093	1,2328	2,4655
40,0	-20,0000	0,5774	0,6981	0,0479	0,2572	1,2933	2,5865
45,0	-20,0000	0,6371	0,7854	0,0530	0,3101	1,3636	2,7273
50,0	-20,0000	0,7002	0,8727	0,0583	0,3685	1,4456	2,8911
55,0	-20,0000	0,7673	0,9599	0,0640	0,4325	1,5412	3,0823
60,0	-20,0000	0,8391	1,0472	0,0701	0,5026	1,6531	3,3061
65,0	-20,0000	0,9163	1,1345	0,0766	0,5792	1,7846	3,5693
70,0	-20,0000	1,0000	1,2217	0,0836	0,6628	1,9403	3,8806
75,0	-20,0000	1,0913	1,3090	0,0913	0,7541	2,1257	4,2513
80,0	-20,0000	1,1918	1,3963	0,0996	0,8537	2,3483	4,6967
85,0	-20,0000	1,3032	1,4835	0,1089	0,9626	2,6184	5,2368
90,0	-20,0000	1,4281	1,5708	0,1192	1,0817	2,9498	5,8997
95,0	-20,0000	1,5697	1,6581	0,1308	1,2126	3,3621	6,7241
100,0	-20,0000	1,7321	1,7453	0,1441	1,3566	3,8830	7,7661
105,0	-20,0000	1,9210	1,8326	0,1594	1,5160	4,5540	9,1081
110,0	-20,0000	2,1445	1,9199	0,1774	1,6934	5,4379	10,8759
115,0	-20,0000	2,4142	2,0071	0,1989	1,8923	6,6347	13,2694
120,0	-20,0000	2,7475	2,0944	0,2252	2,1175	8,3106	16,6213(31)

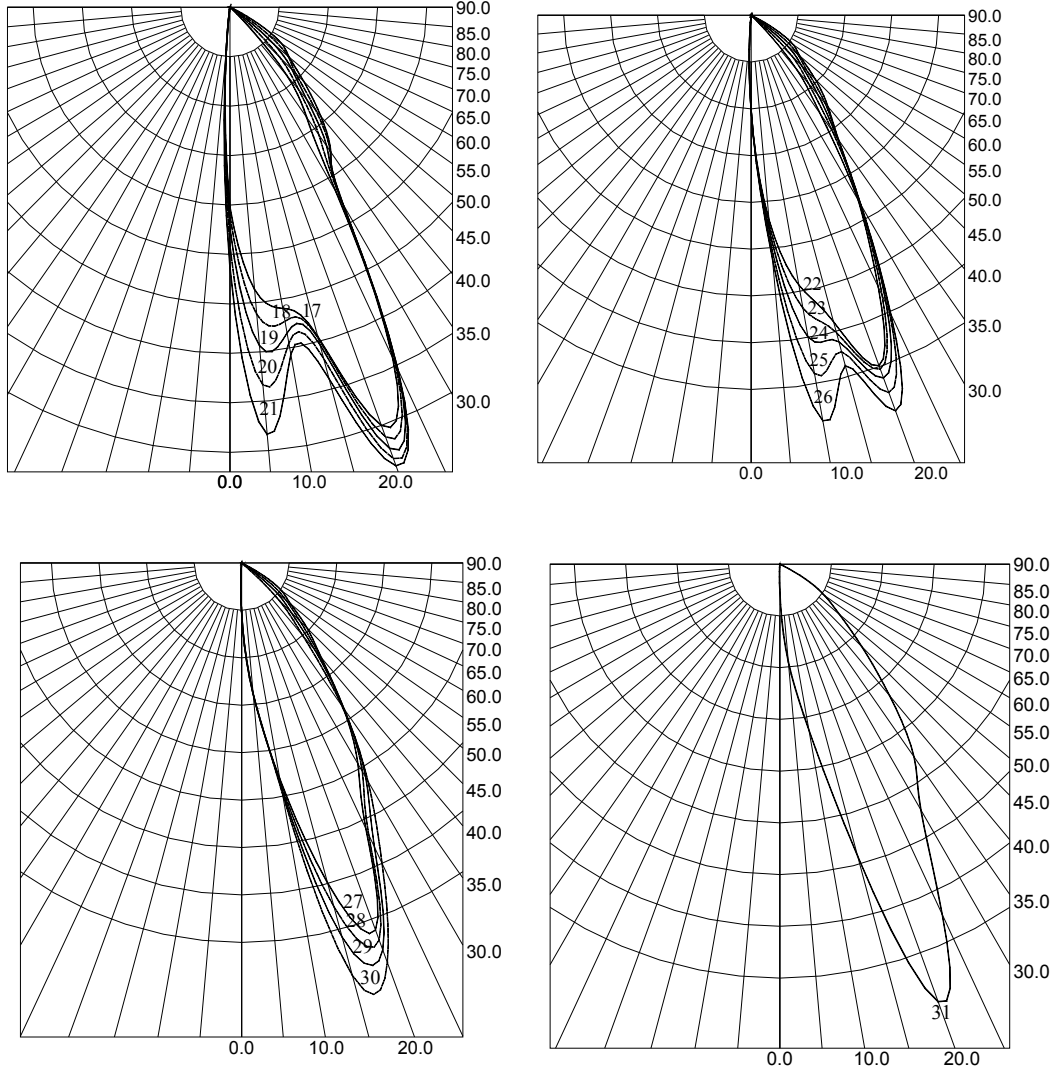
(θ) 70° koşulu için tasarlanan sağ yansıtıcıların, A_{7y} yansıtıcısı ile birleştirilmesi ile oluşan yansıtıcı kesitleri Şekil 9.121’de, oluşan ışık yeğirlik eğrileri Şekil 9.122’de gösterilmiş, yansıtıcılara ilişkin aydınlık dağılımlarına Şekil 9.123’te yer verilmiştir.



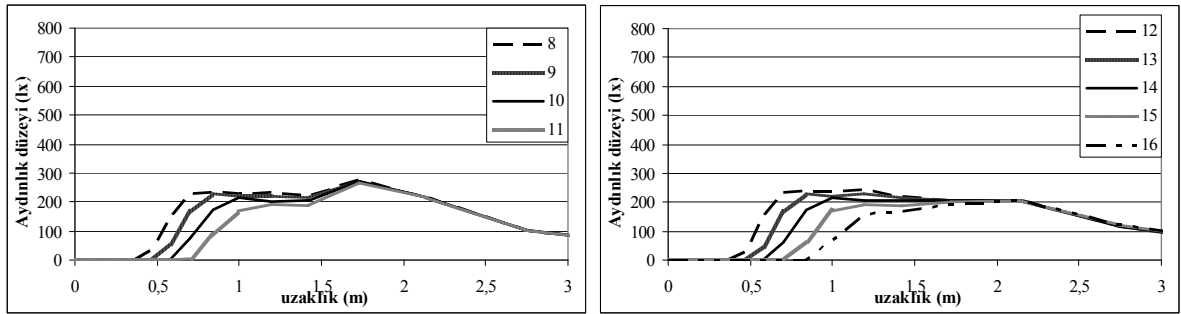
Şekil 9.121 (θ) 70° koşulu için tasarlanan yansıtıcıların kesitleri



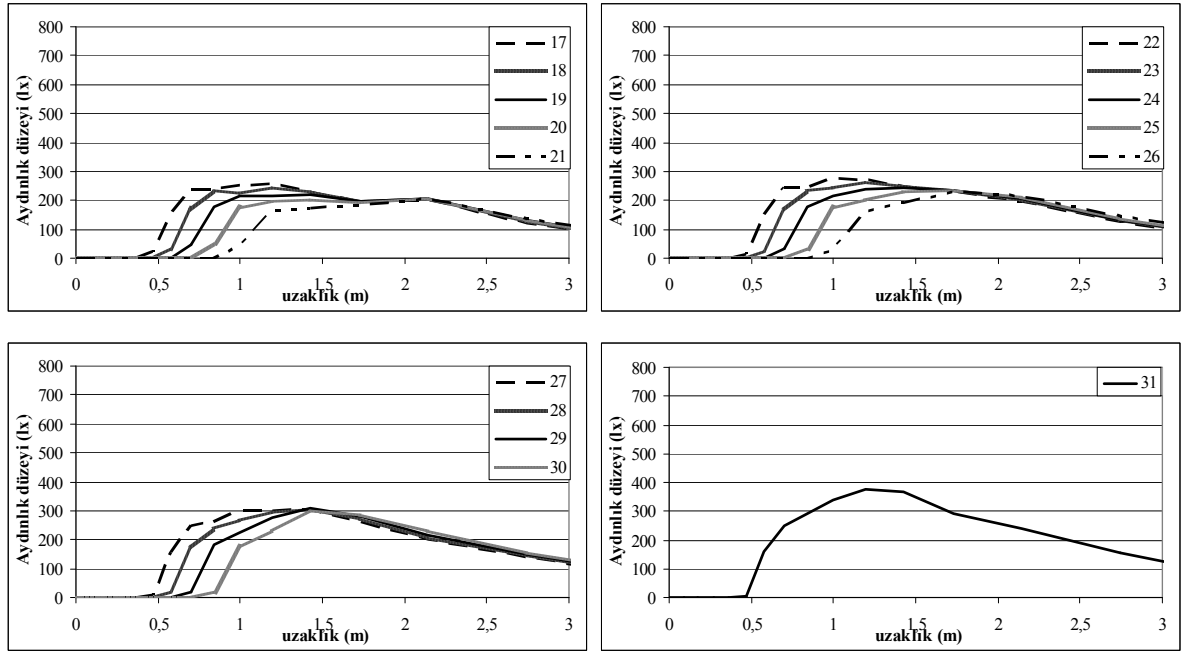
Şekil 9.122a (θ) 70° koşulu için oluşan ışık yoğunluk eğrileri



Şekil 9.122b (θ) 70° koşulu için oluşan ışık yoğunluk eğrileri



Şekil 9.123a (θ) 70° koşulu için oluşan aydınlık dağılımları



Şekil 9.123b (θ) 70° koşulu için oluşan aydınlık dağılımları

(θ) 70° koşulu için ele alınan durumlar için yapılan etüdler tablolastırılarak Çizelge 9.123'te topluca gösterilmiştir.

Çizelge 9.123a (θ) 70° koşulu için yapılan etüdler

Etüd sayısı	1.parça	2.parça			
	α_A – sağ parçadan yansıyan ışığın sol parça üzerine düştüğü bölüm	β_B - sağ parçadan yansıyan ışığın yayılma açısının büyüklüğü	β_B - β_B sağ parçadan yansıyan ışınların yayılma açısının sınırlayan doğrultular	α_B - α_B sağ yansıtıcı parçasının sınırlarını belirleyen açılar	sol ve sağ yansıtıcı parçasından yansıyan ışıkların toplam yayılma açısı
1	$\alpha_A 100$ - $\alpha_A 180$	80°	$\beta_B 0$ - $\beta_B 80$	$\alpha_B 0$ - $\alpha_B 120$	θ_B - 40°
2	$\alpha_A 150$ - $\alpha_A 180$	30°	$\beta_B 0$ - $\beta_B 30$	$\alpha_B 0$ - $\alpha_B 120$	θ_B - 40°
3	$\alpha_A 165$ - $\alpha_A 180$	15°	$\beta_B 0$ - $\beta_B 15$	$\alpha_B 0$ - $\alpha_B 120$	θ_B - 40°
4	$\alpha_A 175$ - $\alpha_A 180$	5°	$\beta_B 0$ - $\beta_B 5$	$\alpha_B 0$ - $\alpha_B 120$	θ_B - 40°
5	$\alpha_A 175$ - $\alpha_A 180$	5°	$\beta_B 0$ - $\beta_B 5$	$\alpha_B 0$ - $\alpha_B 125$	θ_B - 35°
6	$\alpha_A 175$ - $\alpha_A 180$	5°	$\beta_B 0$ - $\beta_B 5$	$\alpha_B 0$ - $\alpha_B 130$	θ_B - 30°
7	$\alpha_A 175$ - $\alpha_A 180$	5°	$\beta_B 0$ - $\beta_B 5$	$\alpha_B 0$ - $\alpha_B 135$	θ_B - 25°
8	$\alpha_A 175$	0	$\beta_B 5$	$\alpha_B 0$ - $\alpha_B 120$	θ_B - 40°
9	$\alpha_A 175$	0	$\beta_B 5$	$\alpha_B 0$ - $\alpha_B 125$	θ_B - 35°

Çizelge 9.123b (θ) 70° koşulu için yapılan etüdler

Etüd sayısı	1.parça	2.parça			
	α_A – sağ parçadan yansıyan ışığın sol parça üzerine düştüğü bölüm	β_B - sağ parçadan yansıyan ışığın yayılma açısının büyüklüğü	β_B - β_B sağ parçadan yansıyan ışınların yayılma açısının sınırlayan doğrultular	α_B - α_B sağ yansıtıcı parçasının sınırlarını belirleyen açılar	sol ve sağ yansıtıcı parçasından yansıyan ışıkların toplam yayılma açısı
10	α_A 175	0	β_B 5	α_B 0- α_B 130	θ_B -30°
11	α_A 175	0	β_B 5	α_B 0- α_B 135	θ_B -25°
12	α_A 180	0	β_B 0	α_B 0- α_B 120	θ_B -40°
13	α_A 180	0	β_B 0	α_B 0- α_B 125	θ_B -35°
14	α_A 180	0	β_B 0	α_B 0- α_B 130	θ_B -30°
15	α_A 180	0	β_B 0	α_B 0- α_B 135	θ_B -25°
16	α_A 180	0	β_B 0	α_B 0- α_B 140	θ_B -20°
17	α_A -	0	β_B -5	α_B 0- α_B 120	θ_B -40°
18	α_A -	0	β_B -5	α_B 0- α_B 125	θ_B -35°
19	α_A -	0	β_B -5	α_B 0- α_B 130	θ_B -30°
20	α_A -	0	β_B -5	α_B 0- α_B 135	θ_B -25°
21	α_A -	0	β_B -5	α_B 0- α_B 140	θ_B -20°
22	α_A -	0	β_B -10	α_B 0- α_B 120	θ_B -40°
23	α_A -	0	β_B -10	α_B 0- α_B 125	θ_B -35°
24	α_A -	0	β_B -10	α_B 0- α_B 130	θ_B -30°
25	α_A -	0	β_B -10	α_B 0- α_B 135	θ_B -25°
26	α_A -	0	β_B -10	α_B 0- α_B 140	θ_B -20°
27	α_A -	0	β_B -15	α_B 0- α_B 120	θ_B -40°
28	α_A -	0	β_B -15	α_B 0- α_B 125	θ_B -35°
29	α_A -	0	β_B -15	α_B 0- α_B 130	θ_B -30°
30	α_A -	0	β_B -15	α_B 0- α_B 135	θ_B -25°
31	α_A -	0	β_B -20	α_B 0- α_B 120	θ_B -40°

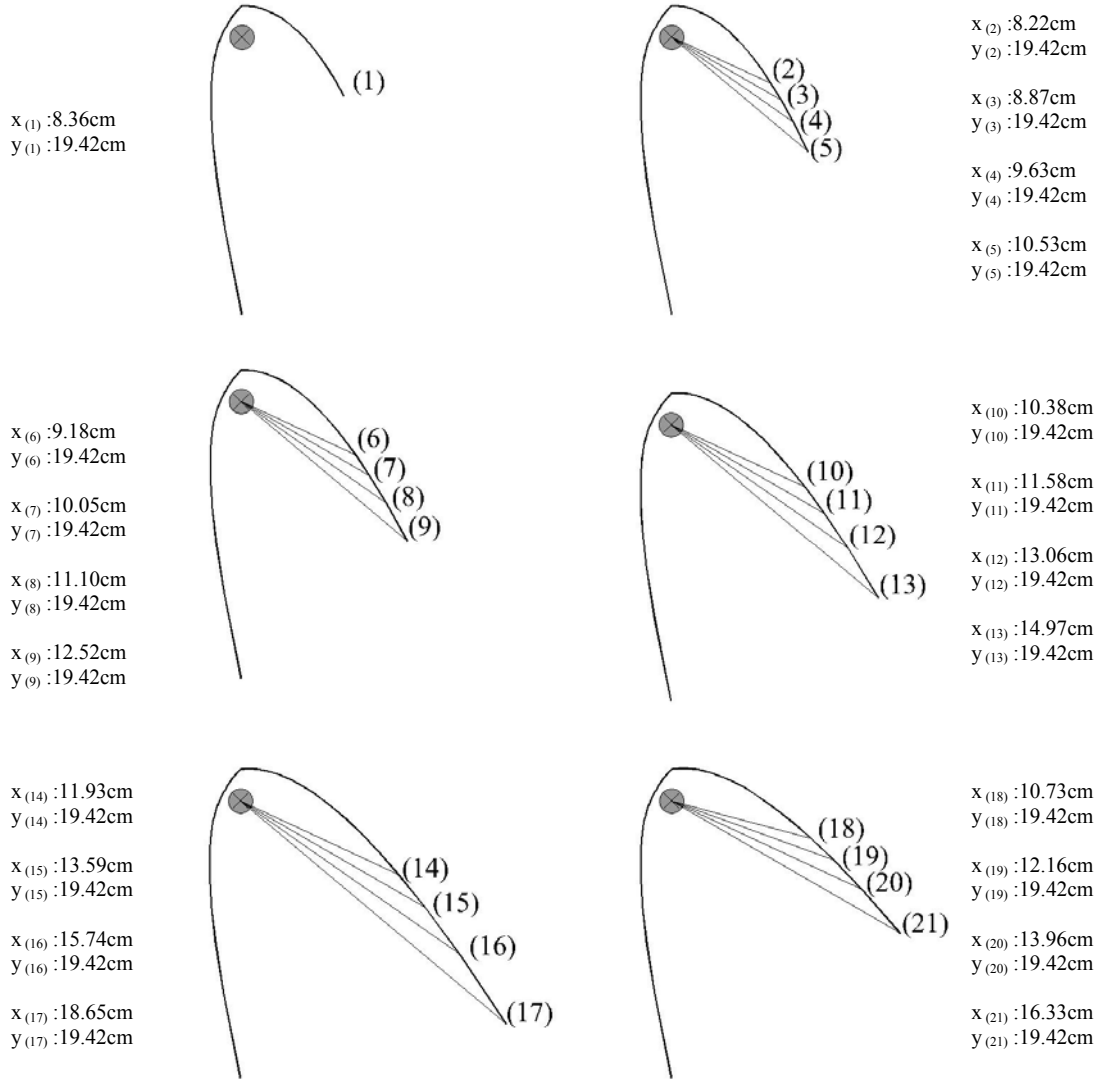
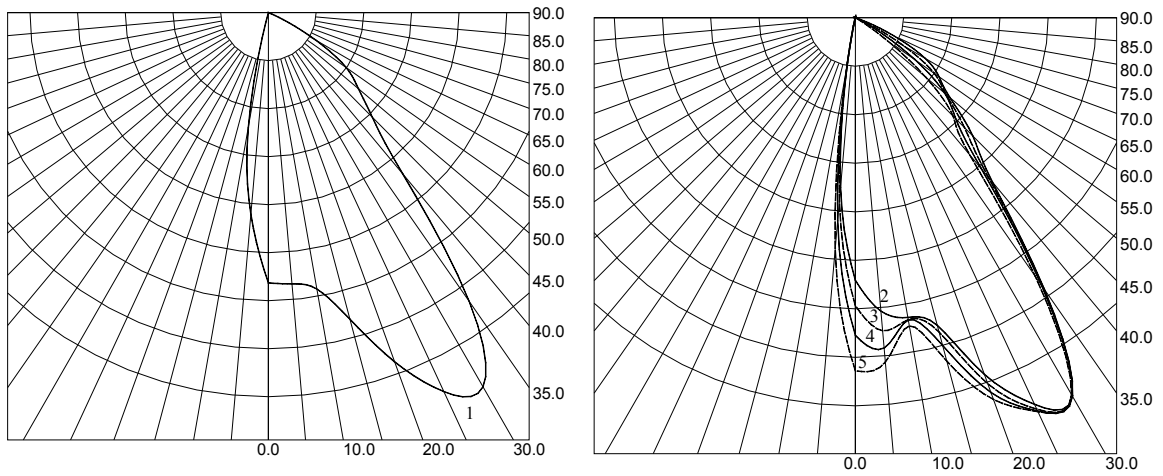
9.6.1.1.2 (θ) 65° için Sağ Yansıtıcı Tasarımı

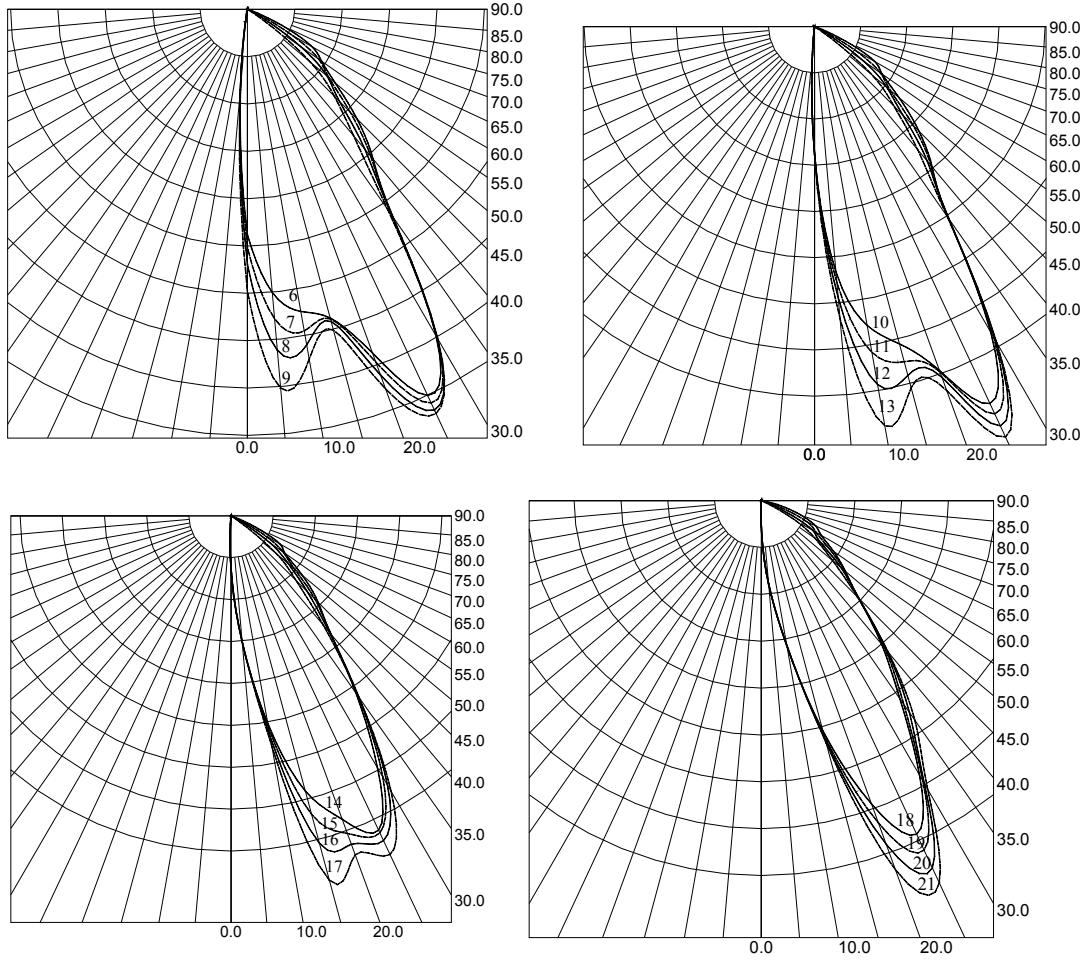
(θ) 70° koşulu için ele alınan durumlar için yapılan etüdler dikkate alınarak, benzer işlemler (θ) 65° koşulu için yapılmıştır. (θ) 65° koşulu için ele alınan 21 farklı durum Çizelge 9.124'te gösterilmiştir. (θ) 65° koşulu için oluşturulan yansıtıcıların kesitleri Şekil 9.124'te verilmiş,

yansıtıcılara ait ışık yeğnlik dağılımları Şekil 9.125’de, yansıtıcılara ilişkin aydınlık dağılımları Şekil 9.126’da gösterilmiştir.

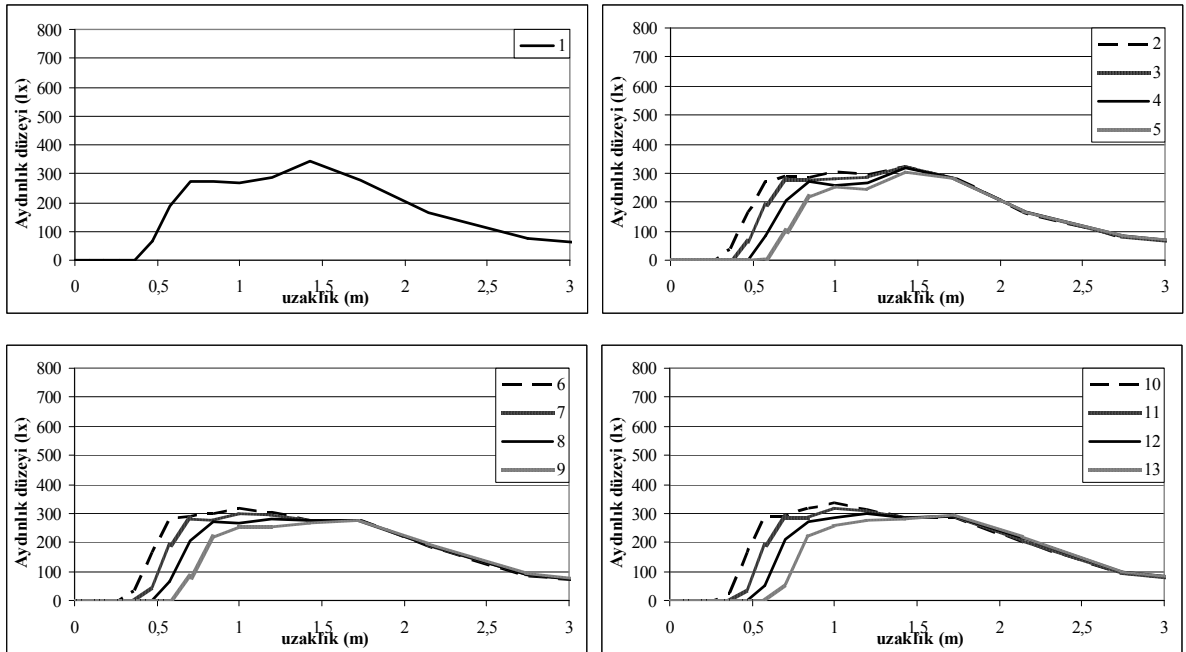
Çizelge 9.124 (θ) 65° koşulu için yapılan etüdler

	1.parça	2.parça			
Etüd sayısı	α_A – sağ parçadan yansıyan ışığın sol parça üzerine düştüğü bölüm	β_B - sağ parçadan yansıyan ışığın yayılma açısının büyüklüğü	β_B - β_B sağ parçadan yansıyan ışınların yayılma açısının sınırlayan doğrultular	α_B - α_B sağ yansıtıcı parçasının sınırlarını belirleyen açılar	sol ve sağ yansıtıcı parçasından yansıyan ışıkların toplam yayılma açısı
1	$\alpha_A 175$ - $\alpha_A 180$	5°	$\beta_B 0$ - $\beta_B 5$	$\alpha_B 0$ - $\alpha_B 120$	$\theta_B 35^\circ$
2	$\alpha_A 180$	0	$\beta_B 0$	$\alpha_B 0$ - $\alpha_B 115$	$\theta_B 40^\circ$
3	$\alpha_A 180$	0	$\beta_B 0$	$\alpha_B 0$ - $\alpha_B 120$	$\theta_B 35^\circ$
4	$\alpha_A 180$	0	$\beta_B 0$	$\alpha_B 0$ - $\alpha_B 125$	$\theta_B 30^\circ$
5	$\alpha_A 180$	0	$\beta_B 0$	$\alpha_B 0$ - $\alpha_B 130$	$\theta_B 25^\circ$
6	$\alpha_A -$	0	$\beta_B 5$	$\alpha_B 0$ - $\alpha_B 115$	$\theta_B 40^\circ$
7	$\alpha_A -$	0	$\beta_B 5$	$\alpha_B 0$ - $\alpha_B 120$	$\theta_B 35^\circ$
8	$\alpha_A -$	0	$\beta_B 5$	$\alpha_B 0$ - $\alpha_B 125$	$\theta_B 30^\circ$
9	$\alpha_A -$	0	$\beta_B 5$	$\alpha_B 0$ - $\alpha_B 130$	$\theta_B 25^\circ$
10	$\alpha_A -$	0	$\beta_B 10$	$\alpha_B 0$ - $\alpha_B 115$	$\theta_B 40^\circ$
11	$\alpha_A -$	0	$\beta_B 10$	$\alpha_B 0$ - $\alpha_B 120$	$\theta_B 35^\circ$
12	$\alpha_A -$	0	$\beta_B 10$	$\alpha_B 0$ - $\alpha_B 125$	$\theta_B 30^\circ$
13	$\alpha_A -$	0	$\beta_B 10$	$\alpha_B 0$ - $\alpha_B 130$	$\theta_B 25^\circ$
14	$\alpha_A -$	0	$\beta_B 15$	$\alpha_B 0$ - $\alpha_B 115$	$\theta_B 40^\circ$
15	$\alpha_A -$	0	$\beta_B 15$	$\alpha_B 0$ - $\alpha_B 120$	$\theta_B 35^\circ$
16	$\alpha_A -$	0	$\beta_B 15$	$\alpha_B 0$ - $\alpha_B 125$	$\theta_B 30^\circ$
17	$\alpha_A -$	0	$\beta_B 15$	$\alpha_B 0$ - $\alpha_B 130$	$\theta_B 25^\circ$
18	$\alpha_A -$	0	$\beta_B 20$	$\alpha_B 0$ - $\alpha_B 105$	$\theta_B 50^\circ$
19	$\alpha_A -$	0	$\beta_B 20$	$\alpha_B 0$ - $\alpha_B 110$	$\theta_B 45^\circ$
20	$\alpha_A -$	0	$\beta_B 20$	$\alpha_B 0$ - $\alpha_B 115$	$\theta_B 40^\circ$
21	$\alpha_A -$	0	$\beta_B 20$	$\alpha_B 0$ - $\alpha_B 120$	$\theta_B 35^\circ$

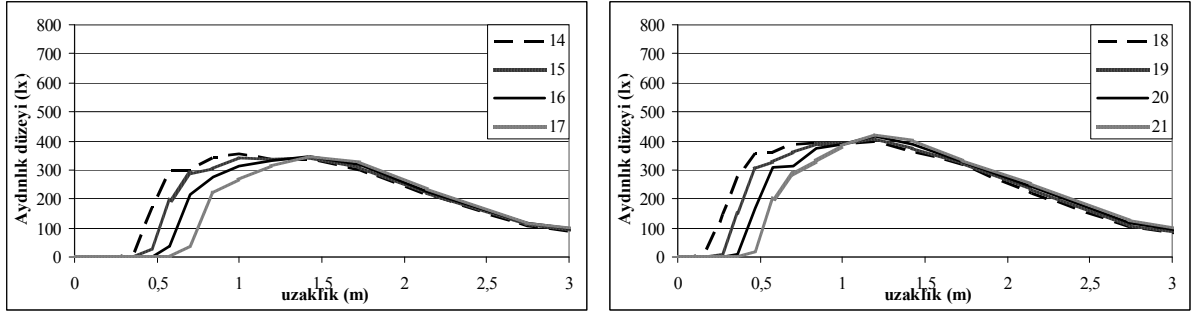
Şekil 9.124 (θ) 65° koşulu için tasarlanan yansıtıcıların kesitleriŞekil 9.125a (θ) 65° koşulu için oluşan ışık yoğunluk eğrileri



Şekil 9.125b (θ) 65° koşulu için oluşan ışık yoğunluk eğrileri



Şekil 9.126a (θ) 65° koşulu için oluşan aydınlık dağılımları



Şekil 9.126b (θ) 65° koşulu için oluşan aydınlık dağılımları

9.6.1.1.3 (θ) 60° için Sağ Yansıtıcı Tasarımı

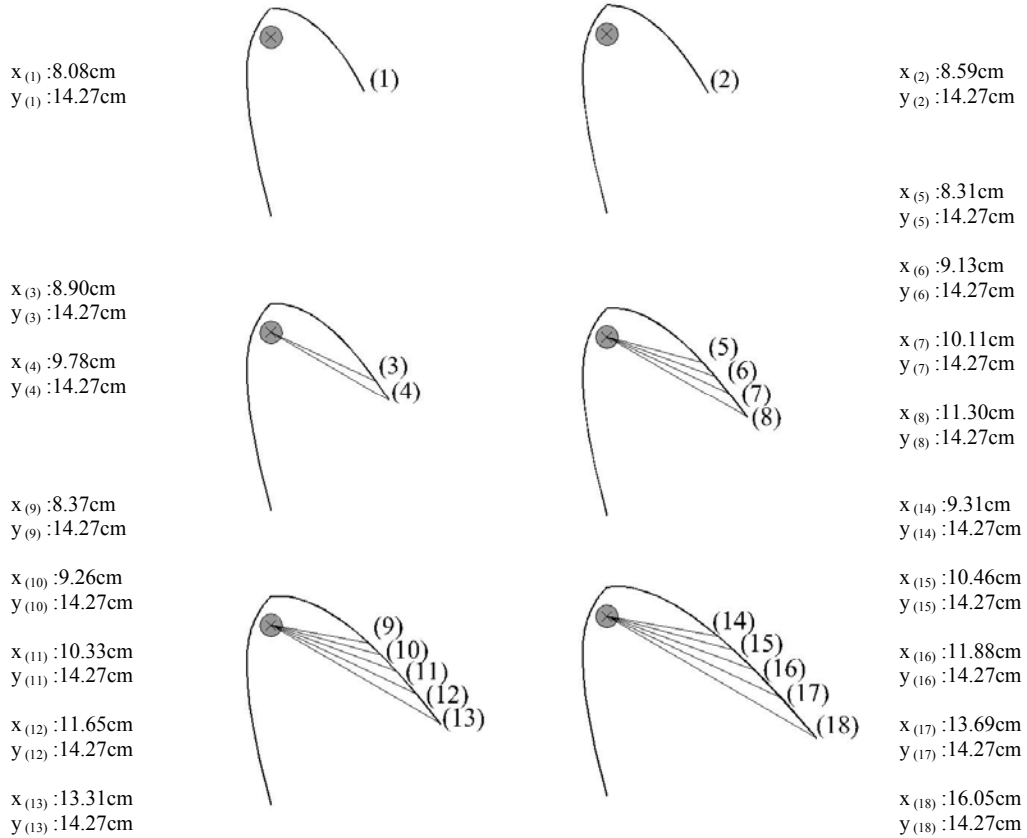
(θ) 70° koşulu için ele alınan durumlar için yapılan etüdler dikkate alınarak, benzer işlemler (θ) 60° koşulu için yapılmıştır. (θ) 60° koşulu için ele alınan 21 farklı durum Çizelge 9.125’de gösterilmiştir. (θ) 60° koşulu için oluşturulan yansıtıcıların kesitleri Şekil 9.127’de verilmiş, yansıtıcılara ait ışık yeğnlik dağılımları Şekil 9.128’de, yansıtıcılara ilişkin aydınlık dağılımları Şekil 9.129’da gösterilmiştir.

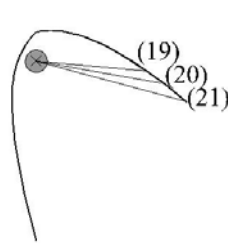
Çizelge 9.125a (θ) 60° koşulu için yapılan etüdler

	1.parça	2.parça			
Etüd sayısı	α_A – sağ parçadan yansıyan ışığın sol parça üzerine düştüğü bölüm	β_B - sağ parçadan yansıyan ışığın yayılma açısının büyüklüğü	β_B - β_B sağ parçadan yansıyan ışınların yayılma açısının sınırlayan doğrultular	α_B - α_B sağ yansıtıcı parçasının sınırlarını belirleyen açılar	sol ve sağ yansıtıcı parçasından yansıyan ışıkların toplam yayılma açısı
1	$\alpha_A 175$ - $\alpha_A 180$	5°	$\beta_B 0$ - $\beta_B 5$	$\alpha_B 0$ - $\alpha_B 120$	$\theta_B 30^\circ$
2	$\alpha_A 180$	0	$\beta_B 0$	$\alpha_B 0$ - $\alpha_B 120$	$\theta_B 30^\circ$
3	α_A -	0	$\beta_B 5$	$\alpha_B 0$ - $\alpha_B 115$	$\theta_B 35^\circ$
4	α_A -	0	$\beta_B 5$	$\alpha_B 0$ - $\alpha_B 120$	$\theta_B 30^\circ$
5	α_A -	0	$\beta_B 10$	$\alpha_B 0$ - $\alpha_B 105$	$\theta_B 45^\circ$
6	α_A -	0	$\beta_B 10$	$\alpha_B 0$ - $\alpha_B 110$	$\theta_B 40^\circ$
7	α_A -	0	$\beta_B 10$	$\alpha_B 0$ - $\alpha_B 115$	$\theta_B 35^\circ$
8	α_A -	0	$\beta_B 10$	$\alpha_B 0$ - $\alpha_B 120$	$\theta_B 30^\circ$
9	α_A -	0	$\beta_B 15$	$\alpha_B 0$ - $\alpha_B 100$	$\theta_B 50^\circ$
10	α_A -	0	$\beta_B 15$	$\alpha_B 0$ - $\alpha_B 105$	$\theta_B 45^\circ$
11	α_A -	0	$\beta_B 15$	$\alpha_B 0$ - $\alpha_B 110$	$\theta_B 40^\circ$

Çizelge 9.125b (θ) 60° koşulu için yapılan etüdler

Etüd sayısı	1.parça	2.parça			
	α_A – sağ parçadan yansıyan ışığın sol parça üzerine düştüğü bölüm	β_B - sağ parçadan yansıyan ışığın yayılma açısının büyüklüğü	β_B - β_B sağ parçadan yansıyan ışınların yayılma açısının sınırlayan doğrultular	α_B - α_B sağ yansıtıcı parçasının sınırlarını belirleyen açılar	sol ve sağ yansıtıcı parçasından yansıyan ışıkların toplam yayılma açısı
12	α_A -	0	β_B -15	α_B 0- α_B 115	θ_B -35°
13	α_A -	0	β_B -15	α_B 0- α_B 120	θ_B -30°
14	α_A -	0	β_B -20	α_B 0- α_B 100	θ_B -50°
15	α_A -	0	β_B -20	α_B 0- α_B 105	θ_B -45°
16	α_A -	0	β_B -20	α_B 0- α_B 110	θ_B -40°
17	α_A -	0	β_B -20	α_B 0- α_B 115	θ_B -35°
18	α_A -	0	β_B -20	α_B 0- α_B 120	θ_B -30°
19	α_A -	0	β_B -25	α_B 0- α_B 95	θ_B -55°
20	α_A -	0	β_B -25	α_B 0- α_B 100	θ_B -50°
21	α_A -	0	β_B -25	α_B 0- α_B 105	θ_B -45°

Şekil 9.127a (θ) 60° koşulu için tasarlanan yansıtıcıların kesitleri

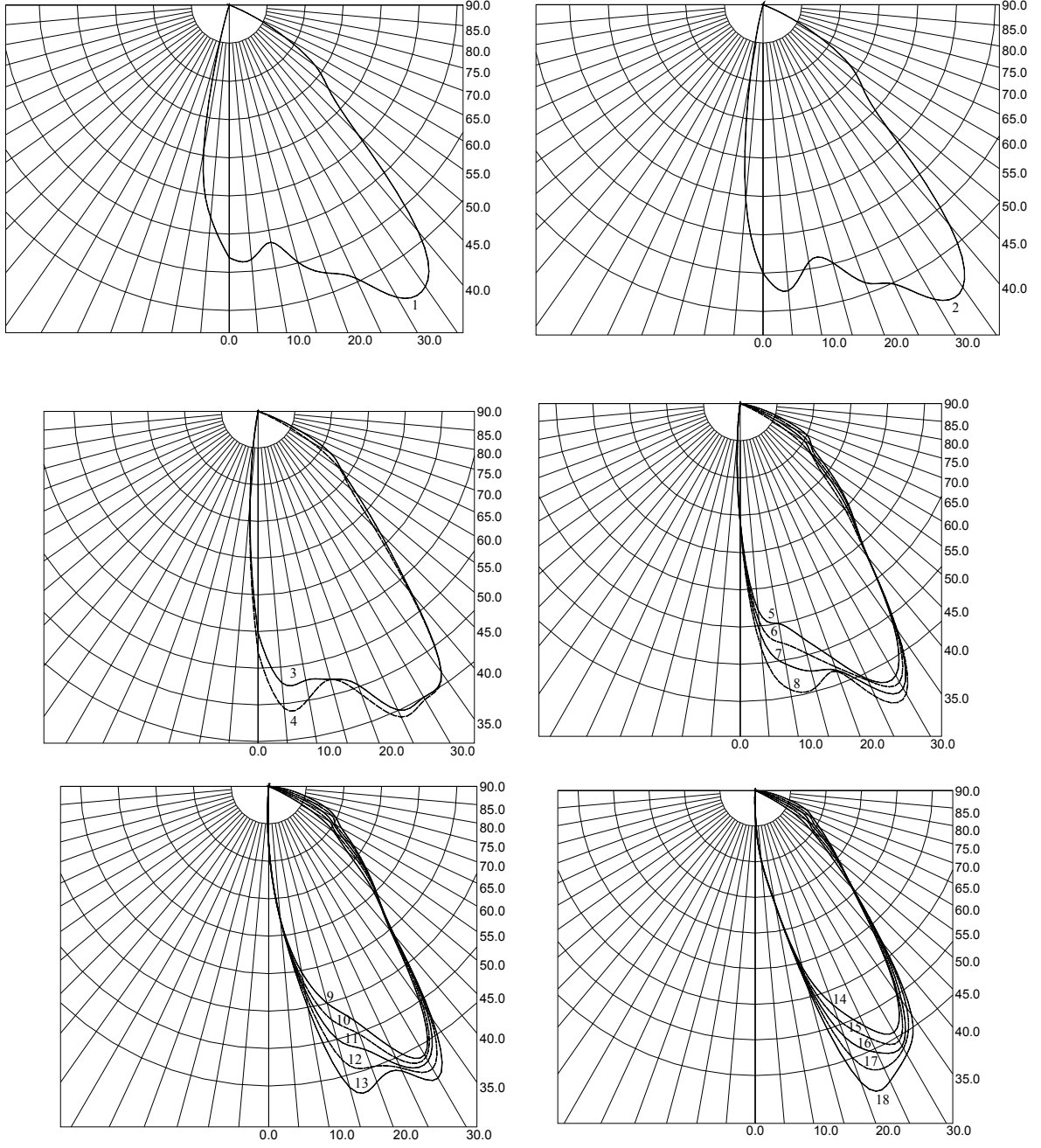


$x_{(19)} : 9.26\text{cm}$
 $y_{(19)} : 14.27\text{cm}$

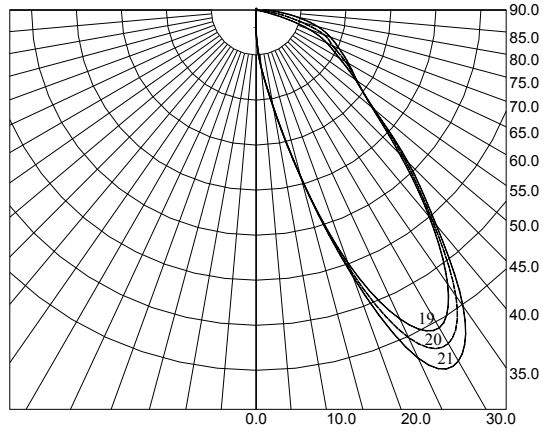
$x_{(20)} : 10.47\text{cm}$
 $y_{(20)} : 14.27\text{cm}$

$x_{(21)} : 11.98\text{cm}$
 $y_{(21)} : 14.27\text{cm}$

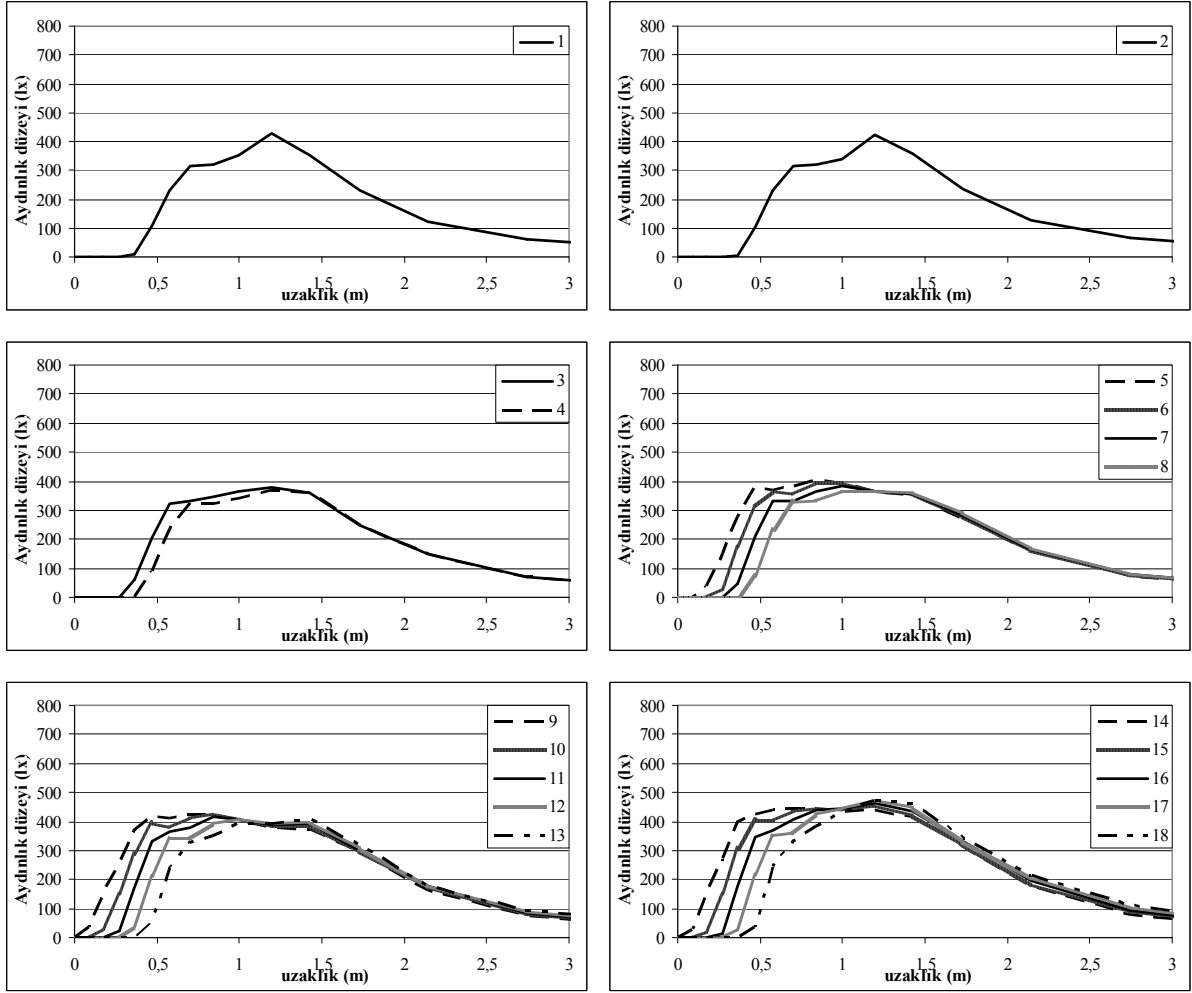
Şekil 9.127b (θ) 60° koşulu için tasarlanan yansıtıcıların kesitleri



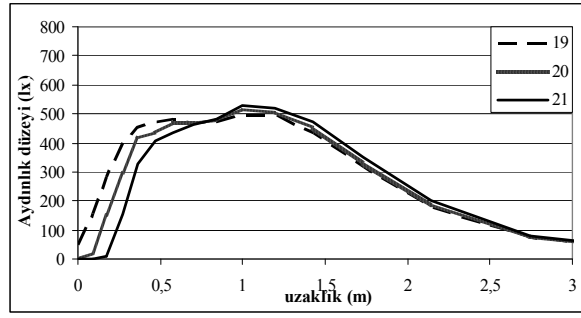
Şekil 9.128a (θ) 60° koşulu için oluşan ışık yoğunluk eğrileri



Şekil 9.128b (θ) 60° koşulu için oluşan ışık yoğunluk eğrileri



Şekil 9.129a (θ) 60° koşulu için oluşan aydınlık dağılımları



Şekil 9.129b (θ) 60° koşulu için oluşan aydınlık dağılımları

9.6.1.1.4 (θ) 55° için Sağ Yansıtıcı Tasarımı

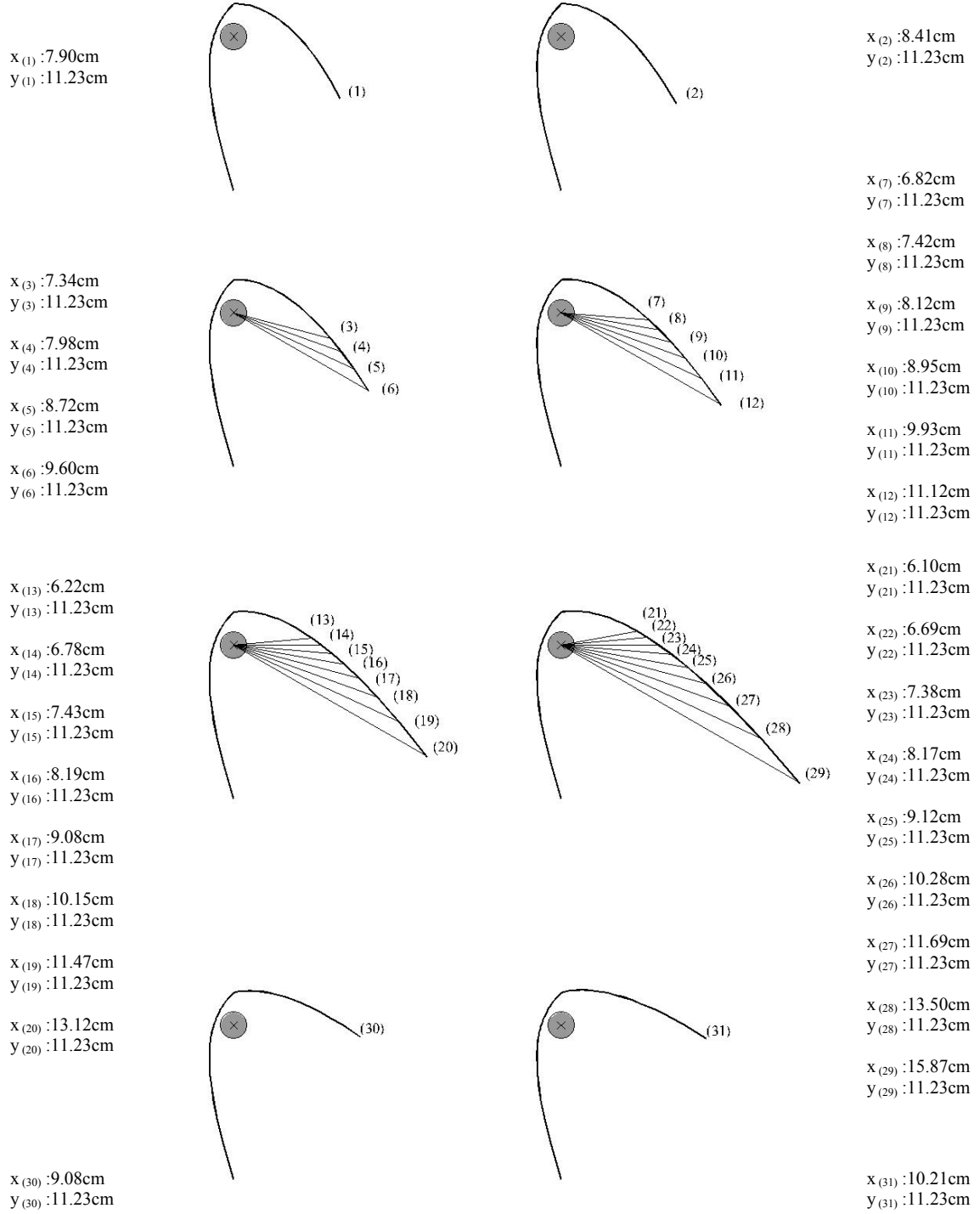
(θ) 70° koşulu için ele alınan durumlar için yapılan etüdler dikkate alınarak, benzer işlemler (θ) 55° koşulu için yapılmıştır. (θ) 55° koşulu için ele alınan 31 farklı durum Çizelge 9.126'da gösterilmiştir. (θ) 55° koşulu için oluşturulan yansıtıcıların kesitleri Şekil 9.130'da verilmiş, yansıtıcılara ait ışık yeğnlik dağılımları Şekil 9.131'de, yansıtıcılara ilişkin aydınlık dağılımları Şekil 9.132'de gösterilmiştir.

Çizelge 9.126a (θ) 55° koşulu için yapılan etüdler

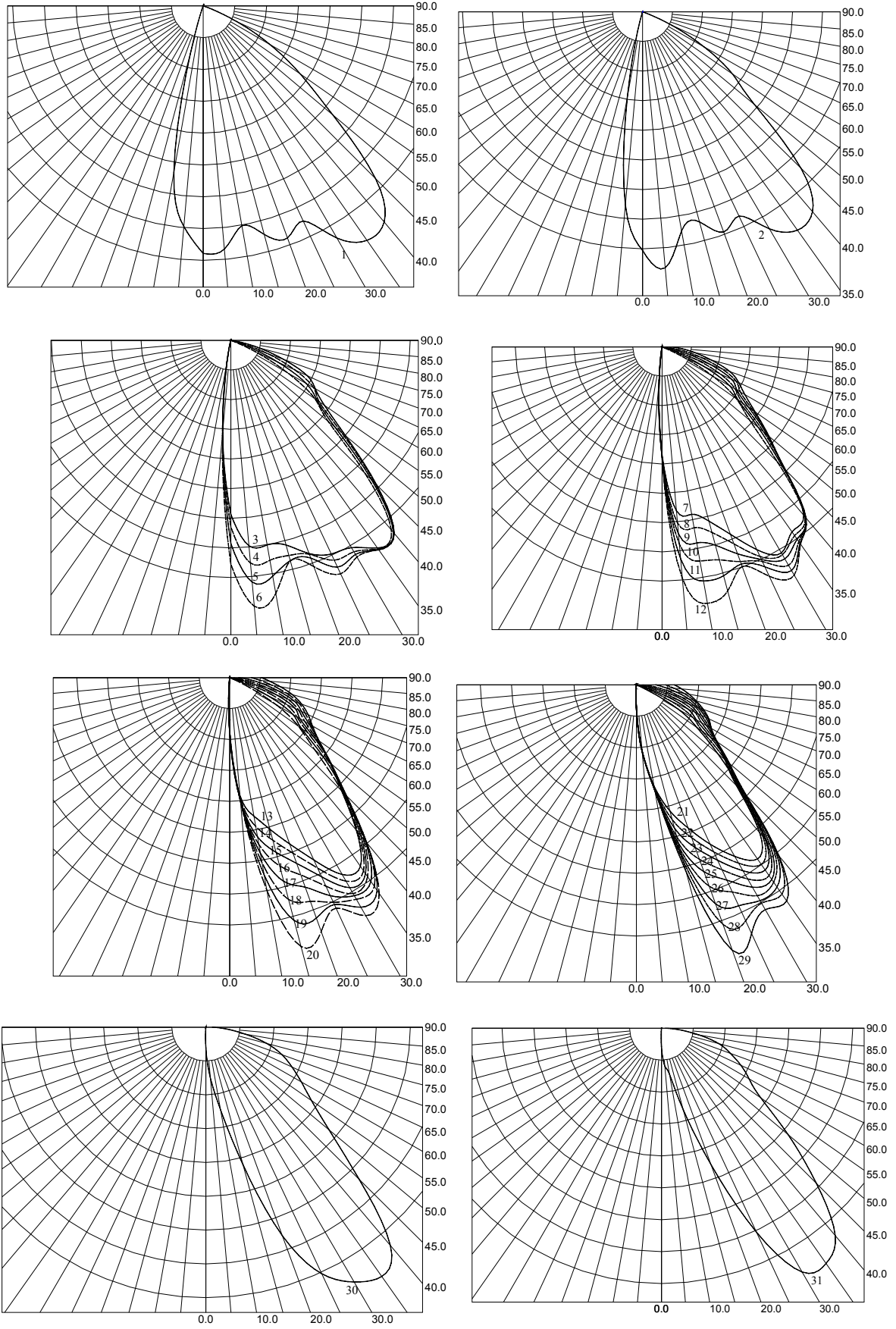
Etüd sayısı	1.parça	2.parça			
	α_A – sağ parçadan yansıyan ışığın sol parça üzerine düştüğü bölüm	β_B - sağ parçadan yansıyan ışığın yayılma açısının büyüklüğü	β_B - β_B sağ parçadan yansıyan ışınların yayılma açısının sınırlayan doğrultular	α_B - α_B sağ yansıtıcı parçasının sınırlarını belirleyen açılar	sol ve sağ yansıtıcı parçasından yansıyan ışıkların toplam yayılma açısı
1	α_A 175- α_A 180	5°	β_B 0- β_B 5	α_B 0- α_B 120	θ_B -25°
2	α_A 180	0	β_B 0	α_B 0- α_B 120	θ_B -25°
3	α_A -	0	β_B -5	α_B 0- α_B 105	θ_B -40°
4	α_A -	0	β_B -5	α_B 0- α_B 110	θ_B -35°
5	α_A -	0	β_B -5	α_B 0- α_B 115	θ_B -30°
6	α_A -	0	β_B -5	α_B 0- α_B 120	θ_B -25°
7	α_A -	0	β_B -10	α_B 0- α_B 95	θ_B -50°
8	α_A -	0	β_B -10	α_B 0- α_B 100	θ_B -45°
9	α_A -	0	β_B -10	α_B 0- α_B 105	θ_B -40°
10	α_A -	0	β_B -10	α_B 0- α_B 110	θ_B -35°
11	α_A -	0	β_B -10	α_B 0- α_B 115	θ_B -30°

Çizelge 9.126b (θ) 55° koşulu için yapılan etüdler

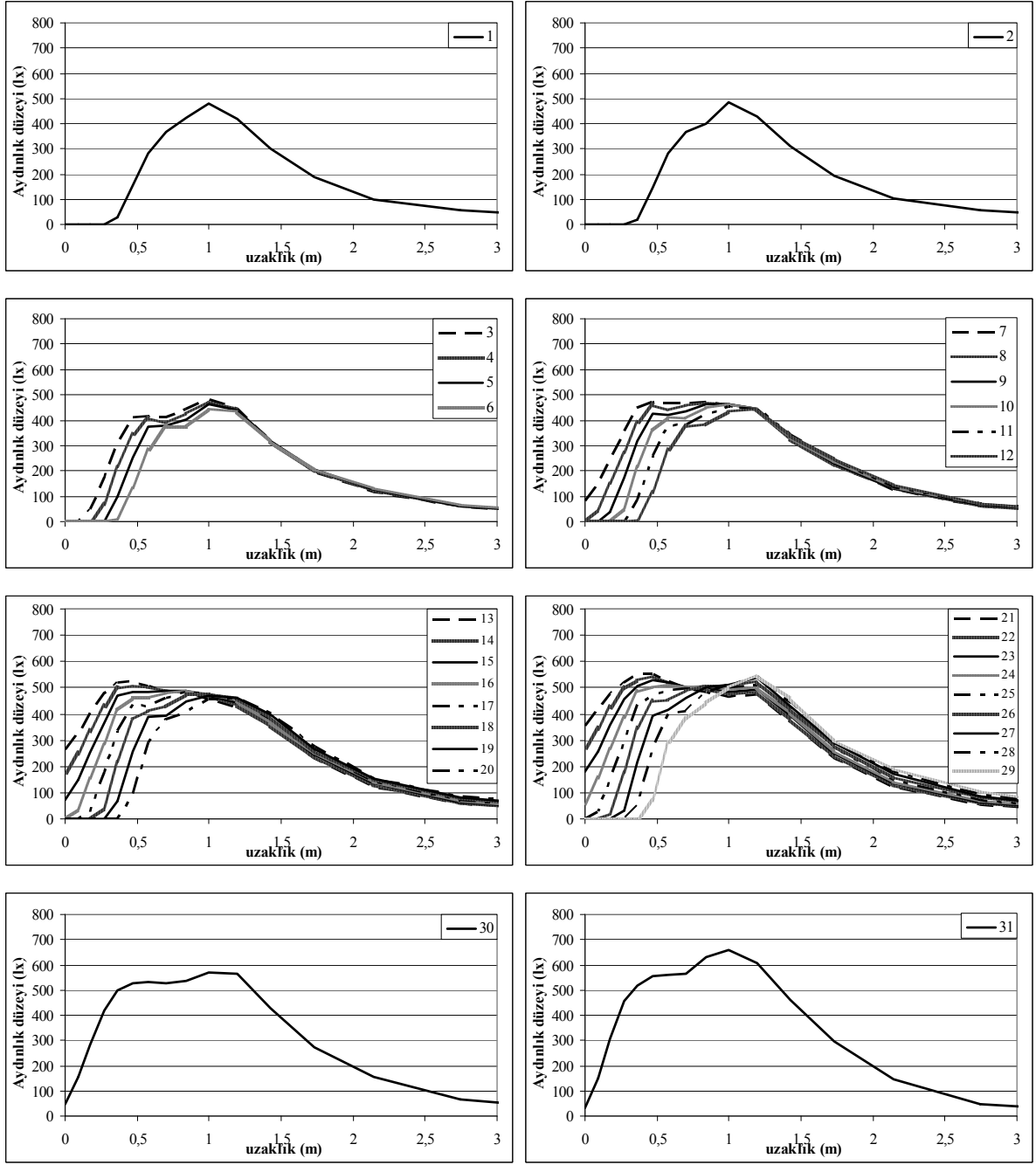
Etüd sayısı	1.parça	2.parça			
	α_A – sağ parçadan yansıyan ışığın sol parça üzerine düştüğü bölüm	β_B - sağ parçadan yansıyan ışığın yayılma açısının büyüklüğü	β_B - β_B sağ parçadan yansıyan ışınların yayılma açısının sınırlayan doğrultular	α_B - α_B sağ yansıtıcı parçasının sınırlarını belirleyen açılar	sol ve sağ yansıtıcı parçasından yansıyan ışıkların toplam yayılma açısı
12	α_A -	0	β_B -10	α_B 0- α_B 120	θ_B - 25°
13	α_A -	0	β_B -15	α_B 0- α_B 85	θ_B - 60°
14	α_A -	0	β_B -15	α_B 0- α_B 90	θ_B - 55°
15	α_A -	0	β_B -15	α_B 0- α_B 95	θ_B - 50°
16	α_A -	0	β_B -15	α_B 0- α_B 100	θ_B - 45°
17	α_A -	0	β_B -15	α_B 0- α_B 105	θ_B - 40°
18	α_A -	0	β_B -15	α_B 0- α_B 110	θ_B - 35°
19	α_A -	0	β_B -15	α_B 0- α_B 115	θ_B - 30°
20	α_A -	0	β_B -15	α_B 0- α_B 120	θ_B - 25°
21	α_A -	0	β_B -20	α_B 0- α_B 80	θ_B - 65°
22	α_A -	0	β_B -20	α_B 0- α_B 85	θ_B - 60°
23	α_A -	0	β_B -20	α_B 0- α_B 90	θ_B - 55°
24	α_A -	0	β_B -20	α_B 0- α_B 95	θ_B - 50°
25	α_A -	0	β_B -20	α_B 0- α_B 100	θ_B - 45°
26	α_A -	0	β_B -20	α_B 0- α_B 105	θ_B - 40°
27	α_A -	0	β_B -20	α_B 0- α_B 110	θ_B - 35°
28	α_A -	0	β_B -20	α_B 0- α_B 115	θ_B - 30°
29	α_A -	0	β_B -20	α_B 0- α_B 120	θ_B - 25°
30	α_A -	0	β_B -25	α_B 0- α_B 95	θ_B - 50°
31	α_A -	0	β_B -30	α_B 0- α_B 95	θ_B - 50°



Şekil 9.130(θ) 55° koşulu için tasarlanan yansıtıcıların kesitleri



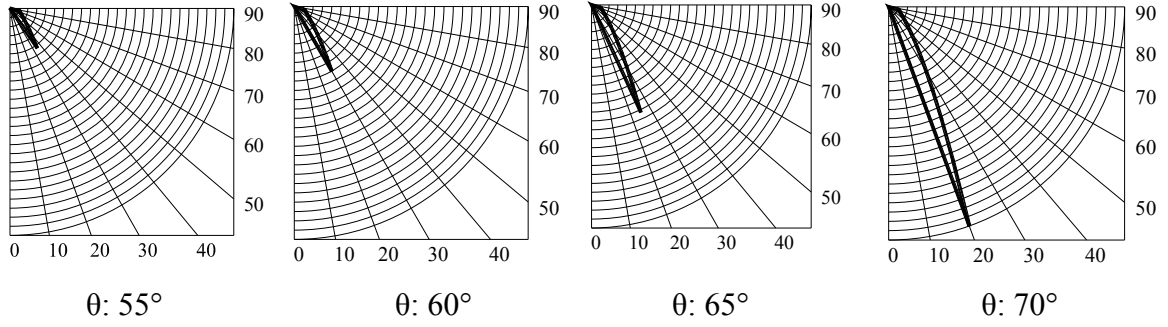
Şekil 9.131 (θ) 55° koşulu için oluşan ışık yoğunluk eğrileri



Şekil 9.132 (θ) 55° koşulu için oluşan aydınlık dağılımları

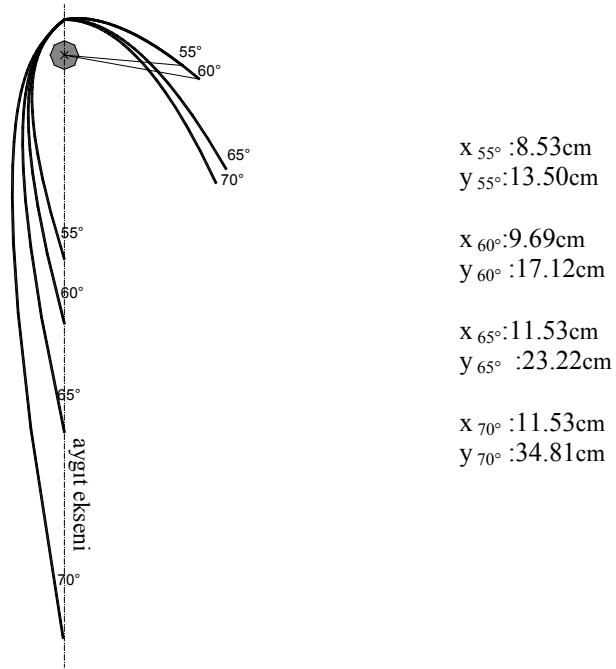
9.6.2 Veri Oluşturan Işık yeğінlik Dağılımının Üst Sınırının Aygıt Eksenine İle 75° lik Açı Yaptığı Durum

Bu bölümde, sol yansıtıcı için, veri alınan ışık yeğінlik dağılımlarının üst sınırı 90° yerine 75° olarak tanımlanmıştır. (θ) 55° , 60° , 65° , 60° koşulları için veri alınan ışık yeğінlik dağılımları Şekil 9.133'te gösterilmiştir.

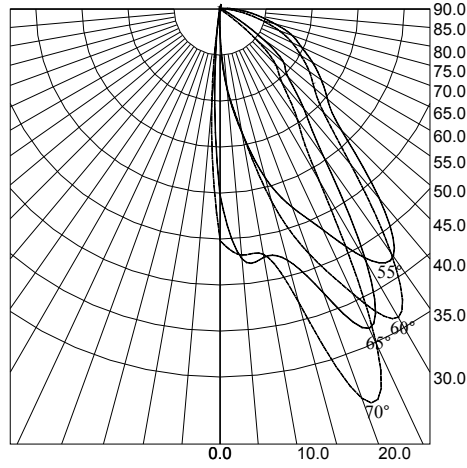


Şekil 9.133 Veri alınan aygıt ışık yeğirlik eğrileri

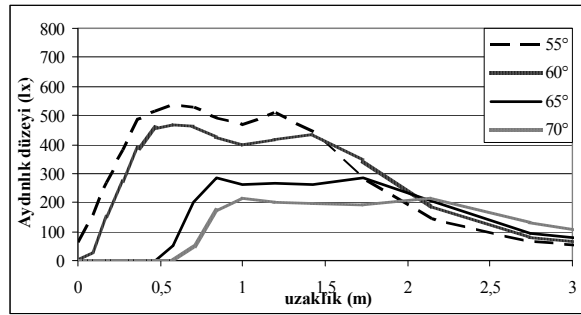
Sol yansıtıcı parçaları 9.6.1. bölümde $\theta: 55^\circ$, $\theta: 60^\circ$, $\theta: 65^\circ$ ve $\theta: 70^\circ$ koşulu için en olumlu sonuçlara ulaşılan sağ yansıtıcı parçalarıyla birleştirilmiş (Şekil 9.134), oluşan yansıtıcıların ışık yeğirlik dağılımları Şekil 9.135’de verilmiş, bu yansıtıcıların lamba merkezinden 1m uzaktaki düşey düzlem üzerinde oluşturdıkları aydınlık dağılımları Şekil 9.136’da gösterilmiştir.



Şekil 9.134 $\theta: 55^\circ$, $\theta: 60^\circ$, $\theta: 65^\circ$ ve $\theta: 70^\circ$ koşulu için oluşturulan yansıtıcıların kesitleri



Şekil 9.135 Yansıtıcılara ait ışık yeğnlik eğrileri



Şekil 9.136 Aygıt eksininden 1m uzaklıktaki düşey düzlem üzerinde oluşan aydınlık dağılımları

9.6.3 Sonuçların Karşılaştırılması ve Değerlendirilmesi

Uygulamalarda ulaşılan sonuçların karşılaştırılması açısından 9.6.1. bölümde ele alınan her bir duruma ilişkin “yansıtıcının özellikleri” Çizelge 9.127’de; 9.6.1.1.1 bölümde θ : 70° koşulu için ele alınan her bir duruma ilişkin “yansıtıcının özellikleri” Çizelge 9.128’de; 9.6.1.1.2 bölümde θ : 65° koşulu için ele alınan her bir duruma ilişkin “yansıtıcının özellikleri” Çizelge 9.129’da; 9.6.1.1.3 bölümde θ : 60° koşulu için ele alınan her bir duruma ilişkin “yansıtıcının özellikleri” Çizelge 9.130’da; 9.6.1.1.4 bölümde θ : 55° koşulu için ele alınan her bir duruma ilişkin “yansıtıcının özellikleri” Çizelge 9.131’de ve 9.6.2. bölümde ele alınan her bir duruma ilişkin “yansıtıcının özellikleri” Çizelge 9.132’de belirtilmiştir.

Çizelge 9.127 9.6.1. bölümde tasarlanan yansıtıcıların özellikleri

Tip	Yansıtıcı özellikleri				Tip	Yansıtıcı özellikleri			
	TK (cm)	θ	x (cm)	y (cm)		TK (cm)	θ	x (cm)	y (cm)
A _{1y}	2	40	1.20	7.00	A _{5y}	2	60	1.66	14.27
A _{2y}	2	45	1.27	7.96	A _{6y}	2	65	1.94	19.42
A _{3y}	2	50	1.35	9.29	A _{7y}	2	70	2.40	29.26
A _{4y}	2	55	1.48	11.23					

TK: yansıtıcının tepe noktası ile lamba merkezi arasındaki uzaklık, θ : aygıttan çıkan ışığın yayılma açısı, x: yansıtıcının x eksenindeki izdüşümünün uzunluğu, y: yansıtıcının y eksenindeki izdüşümünün uzunluğu

Çizelge 9.128 9.6.1.1.1 bölümde θ : 70° koşulu için tasarlanan yansıtıcıların özellikleri

Tip	Yansıtıcı özellikleri				Tip	Yansıtıcı özellikleri			
	TK (cm)	θ	x (cm)	y (cm)		TK (cm)	θ	x (cm)	y (cm)
1	2	70	4.85	29.26	17	2	70	10.52	29.26
2	2	70	6.64	29.26	18	2	70	11.57	29.26
3	2	70	7.72	29.26	19	2	70	12.86	29.26
4	2	70	8.79	29.26	20	2	70	14.50	29.26
5	2	70	9.44	29.26	21	2	70	16.64	29.26
6	2	70	10.15	29.26	22	2	70	12.04	29.26
7	2	70	10.98	29.26	23	2	70	13.52	29.26
8	2	70	8.39	29.26	24	2	70	15.43	29.26
9	2	70	8.95	29.26	25	2	70	17.97	29.26
10	2	70	9.58	29.26	26	2	70	21.53	29.26
11	2	70	10.31	29.26	27	2	70	14.02	29.26
12	2	70	9.33	29.26	28	2	70	16.17	29.26
13	2	70	10.09	29.26	29	2	70	19.08	29.26
14	2	70	10.99	29.26	30	2	70	23.21	29.26
15	2	70	12.07	29.26	31	2	70	16.77	29.26
16	2	70	13.39	29.26					

TK: yansıtıcının tepe noktası ile lamba merkezi arasındaki uzaklık, θ : aygıttan çıkan ışığın yayılma açısı, x: yansıtıcının x eksenindeki izdüşümünün uzunluğu, y: yansıtıcının y eksenindeki izdüşümünün uzunluğu

Çizelge 9.129a 9.6.1.1.2 bölümde θ : 65° koşulu için tasarlanan yansıtıcıların özellikleri

Tip	Yansıtıcı özellikleri				Tip	Yansıtıcı özellikleri			
	TK (cm)	θ	x (cm)	y (cm)		TK (cm)	θ	x (cm)	y (cm)
1	2	65	8.36	19.42	7	2	65	10.05	19.42
2	2	65	8.22	19.42	8	2	65	11.10	19.42
3	2	65	8.87	19.42	9	2	65	12.52	19.42
4	2	65	9.63	19.42	10	2	65	10.38	19.42
5	2	65	10.53	19.42	11	2	65	11.58	19.42
6	2	65	9.18	19.42	12	2	65	13.06	19.42

Çizelge 9.129b 9.6.1.1.2 bölümde θ : 65° koşulu için tasarlanan yansıtıcıların özellikleri

Tip	Yansıtıcı özellikleri				Tip	Yansıtıcı özellikleri			
	TK (cm)	θ	x (cm)	y (cm)		TK (cm)	θ	x (cm)	y (cm)
13	2	65	14.97	19.42	18	2	65	10.73	19.42
14	2	65	11.93	19.42	19	2	65	12.16	19.42
15	2	65	13.59	19.42	20	2	65	13.96	19.42
16	2	65	15.74	19.42	21	2	65	16.33	19.42
17	2	65	18.65	19.42					

TK: yansıtıcının tepe noktası ile lamba merkezi arasındaki uzaklık, θ : aygıttan çıkan ışığın yayılma açısı, x: yansıtıcının x eksenindeki izdüşümünün uzunluğu, y: yansıtıcının y eksenindeki izdüşümünün uzunluğu

Çizelge 9.130 9.6.1.1.3 bölümde θ : 60° koşulu için tasarlanan yansıtıcıların özellikleri

Tip	Yansıtıcı özellikleri				Tip	Yansıtıcı özellikleri			
	TK (cm)	θ	x (cm)	y (cm)		TK (cm)	θ	x (cm)	y (cm)
1	2	60	8.08	14.27	12	2	60	11.65	14.27
2	2	60	8.59	14.27	13	2	60	13.31	14.27
3	2	60	8.90	14.27	14	2	60	9.31	14.27
4	2	60	9.78	14.27	15	2	60	10.46	14.27
5	2	60	8.31	14.27	16	2	60	11.88	14.27
6	2	60	9.13	14.27	17	2	60	13.69	14.27
7	2	60	10.11	14.27	18	2	60	16.05	14.27
8	2	60	11.30	14.27	19	2	60	9.26	14.27
9	2	60	8.37	14.27	20	2	60	10.47	14.27
10	2	60	9.26	14.27	21	2	60	11.98	14.27
11	2	60	10.33	14.27					

TK: yansıtıcının tepe noktası ile lamba merkezi arasındaki uzaklık, θ : aygıttan çıkan ışığın yayılma açısı, x: yansıtıcının x eksenindeki izdüşümünün uzunluğu, y: yansıtıcının y eksenindeki izdüşümünün uzunluğu

Çizelge 9.131a 9.6.1.1.4 bölümde θ : 55° koşulu için tasarlanan yansıtıcıların özellikleri

Tip	Yansıtıcı özellikleri				Tip	Yansıtıcı özellikleri			
	TK (cm)	θ	x (cm)	y (cm)		TK (cm)	θ	x (cm)	y (cm)
1	2	55	7.90	11.23	11	2	55	9.93	11.23
2	2	55	8.41	11.23	12	2	55	11.12	11.23
3	2	55	7.34	11.23	13	2	55	6.22	11.23
4	2	55	7.98	11.23	14	2	55	6.78	11.23
5	2	55	8.72	11.23	15	2	55	7.43	11.23
6	2	55	9.60	11.23	16	2	55	8.19	11.23
7	2	55	6.82	11.23	17	2	55	9.08	11.23
8	2	55	7.42	11.23	18	2	55	10.15	11.23
9	2	55	8.12	11.23	19	2	55	11.47	11.23
10	2	55	8.95	11.23	20	2	55	13.12	11.23

Çizelge 9.131b 9.6.1.1.4 bölümde θ : 55° koşulu için tasarlanan yansıtıcıların özellikleri

Tip	Yansıtıcı özellikleri				Tip	Yansıtıcı özellikleri			
	TK (cm)	θ	x (cm)	y (cm)		TK (cm)	θ	x (cm)	y (cm)
21	2	55	6.10	11.23	27	2	55	11.69	11.23
22	2	55	6.69	11.23	28	2	55	13.50	11.23
23	2	55	7.38	11.23	29	2	55	15.87	11.23
24	2	55	8.17	11.23	30	2	55	9.08	11.23
25	2	55	9.12	11.23	31	2	55	10.21	11.23
26	2	55	10.28	11.23	16				

TK: yansıtıcının tepe noktası ile lamba merkezi arasındaki uzaklık, θ : aygıttan çıkan ışığın yayılma açısı, x: yansıtıcının x eksenindeki izdüşümünün uzunluğu, y: yansıtıcının y eksenindeki izdüşümünün uzunluğu

Çizelge 9.132 9.6.2. bölümde tasarlanan yansıtıcıların özellikleri

Tip	Yansıtıcı özellikleri				Tip	Yansıtıcı özellikleri			
	TK (cm)	θ	x (cm)	y (cm)		TK (cm)	θ	x (cm)	y (cm)
1	2	55	8.53	13.50	3	2	65	11.53	23.22
2	2	60	9.69	17.12	4	2	70	11.53	34.81

TK: yansıtıcının tepe noktası ile lamba merkezi arasındaki uzaklık, θ : aygıttan çıkan ışığın yayılma açısı, x: yansıtıcının x eksenindeki izdüşümünün uzunluğu, y: yansıtıcının y eksenindeki izdüşümünün uzunluğu

9.6.1. bölümde ele alınan her bir durum kendi içinde incelenmiş en olumlu sonuçlara ulaşılan yansıtıcılar için bilgisayar programı ile yapılan analizlerin sonuçları Çizelge 9.133'te verilmiştir. 9.6.2. bölümde ele alınan yansıtıcıların sonuçları Çizelge 9.134'te verilmiştir. İlgili çizelgelerde,

- aydınlatma aygıtının geriverimi (η),
- " $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.90$ " 1. derece olumlu koşulu (D_1),
- " $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.80$ " 2. derece olumlu koşulu (D_2),
- " $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.70$ " 3. derece olumlu koşulu (D_3),
- " $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.60$ " 4. derece olumlu koşulu (D_4),
- " $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.50$ " 5. derece olumlu koşulu (D_5)

başlıklı kolonlarda sunulmuştur.

Düzensizliğin farklı dereceler ile gösterildiği her bir durum için, aygıt ekseninden 1 m uzaklıktaki düşey düzlem üzerinde aydınlığın düzgün yayıldığı alanın yüksekliği belirtilmiştir. Söz konusu alanın yüksekliğinin,

- 0,50 m- 1,00 m olduğu koşullar açık gri,
- 1,00 m- 1,50 m olduğu koşullar orta koyulukta gri,
- 1,50 m- 2,00 m olduğu koşullar koyu gri,

- $\geq 2,00$ m olduğu koşullar çok koyu gri olarak gösterilmiştir.

Çizelge 9.133 9.6.1 bölümde oluşturulan yansıtıcıların aydınlığın düzgün yayılmışlığının değerlendirilmesi

Tip	θ	η (%)	Aygıt ışık yeğlilik dağılımında, düzgün yayılmış aydınlık sağlayan ışık yeğliliklerinin doğrultuları				
			D ₁ $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.90$	D ₂ $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.80$	D ₃ $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.70$	D ₄ $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.60$	D ₅ $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.50$
24	55	88.6	I ₂₀ - I _{52,5} (0,94m)	I ₁₅ - I ₅₅ (1,16m)	I _{13,5} - I _{56,5} (1,26m)	I _{11,5} - I _{56,5} (1,30m)	I ₁₀ - I ₆₀ (1,55m)
14	60	88.6	I ₂₀ - I ₅₅ (1,06m)	I _{18,5} - I _{57,5} (1,23m)	I _{16,5} - I ₆₀ (1,44m)	I ₁₅ - I _{62,5} (1,66m)	I _{13,5} - I _{63,5} (1,76m)
8	65	86.7	I ₄₀ - I ₆₀ (0,90m)	I _{36,5} - I _{62,5} (1,19m)	I ₃₅ - I ₆₅ (1,44m)	I _{33,5} - I _{66,5} (1,69m)	I _{32,5} - I _{67,5} (1,78m)
14	70	85.9	I _{42,5} - I ₆₅ (1,23m)	I ₄₀ - I _{67,5} (1,58m)	I _{38,5} - I _{68,5} (1,74m)	I _{37,5} - I _{69,5} (1,91m)	I _{36,5} - I _{70,5} (2,09m)

η : aydınlatma aygıtının geriverimi

Çizelge 9.134 9.6.2 bölümde oluşturulan yansıtıcıların aydınlığın düzgün yayılmışlığının değerlendirilmesi

Tip	θ	η (%)	Aygıt ışık yeğlilik dağılımında, düzgün yayılmış aydınlık sağlayan ışık yeğliliklerinin doğrultuları				
			D ₁ $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.90$	D ₂ $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.80$	D ₃ $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.70$	D ₄ $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.60$	D ₅ $E_{\max}-E_{\max}\cdot 0.50$
1	55	89.7	I ₂₀ - I ₄₀ ; I _{47,5} - I _{52,5} (0,46-0,20m)	I _{17,5} - I ₅₅ (1,10m)	I ₁₅ - I _{57,5} (1,29m)	I _{12,5} - I _{58,5} (1,40m)	I ₁₀ - I ₆₀ (1,55m)
2	60	89.6	I _{22,5} - I ₄₀ (0,42m)	I ₂₀ - I _{57,5} (1,20m)	I _{17,5} - I ₆₀ (1,42m)	I ₁₅ - I _{62,5} (1,65m)	I _{12,5} - I _{63,5} (1,77m)
3	65	87.4	I _{38,5} - I _{62,5} (1,13m)	I _{36,5} - I _{63,5} (1,26m)	I ₃₅ - I ₆₅ (1,43m)	I _{33,5} - I _{66,5} (1,64m)	I _{33,5} - I _{67,5} (1,74m)
4	70	86.3	I _{42,5} - I _{65,5} (1,27m)	I ₄₀ - I _{67,5} (1,57m)	I _{39,5} - I _{68,5} (1,70m)	I _{38,5} - I _{69,5} (1,87m)	I _{37,5} - I _{70,5} (2,05m)

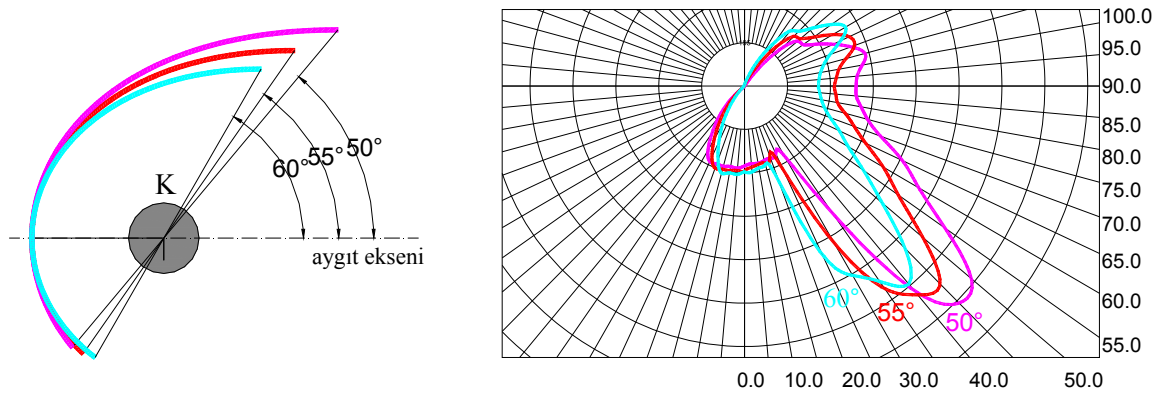
η : aydınlatma aygıtının geriverimi

Sonuçlar incelendiğinde, 9.6.1.1.1 bölümde θ : 70° koşulu için oluşturulan yansıtıcılardan en olumlu sonuca ulaşılan durum (14) yansıtıcısı, 9.6.1.1.2 bölümde θ : 65° koşulu için oluşturulan yansıtıcılardan en olumlu sonuca ulaşılan durum (8) yansıtıcısı, 9.6.1.1.3 bölümde θ : 60° koşulu için oluşturulan yansıtıcılardan en olumlu sonuca ulaşılan durum (14) yansıtıcısı ve 9.6.2 bölümde θ : 55° koşulu için oluşturulan yansıtıcılardan en olumlu sonuca ulaşılan durum (24) yansıtıcısı olduğu görülür. 9.6.1. bölümde ve 9.6.2. bölümde ele alınan yansıtıcıların sonuçları aydınlık dağılımları ve aydınlığın düzgünlüğü açısından kendi içinde değerlendirildiğinde 9.6.1. bölümde ulaşılan sonuçların daha olumlu olduğu görülür.

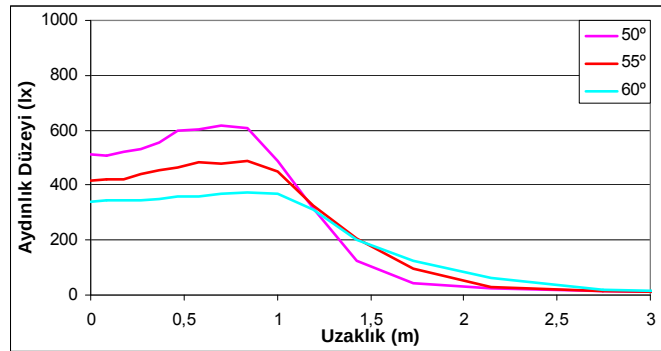
10. ASİMETRİK YANSITICI TASARIMINA YÖNELİK ANALİZ SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Tez kapsamında yapılmış olan çalışmada çeşitli yaklaşımlar denenmiştir. Aygıt eksenini her bir durum için ayrı tanımlanarak yatay, eğimli ve düşey olarak tanımlanmıştır. Ele alınan her bir durum için en olumlu sonuçlara ulaşılan yansıtıcı kesitleri, ışık yeğinlik dağılımları aydınlık dağılımları gösterilmiştir.

9.1.bölümde tanımlanan yansıtıcılar arasından en olumlu sonuçlara ulaşılan yansıtıcı kesitleri (24, 25, 26) ve ışık yeğinlik dağılımları Şekil 10.1’de gösterilmiş, oluşan aydınlık dağılımları 10.2’de verilmiştir.

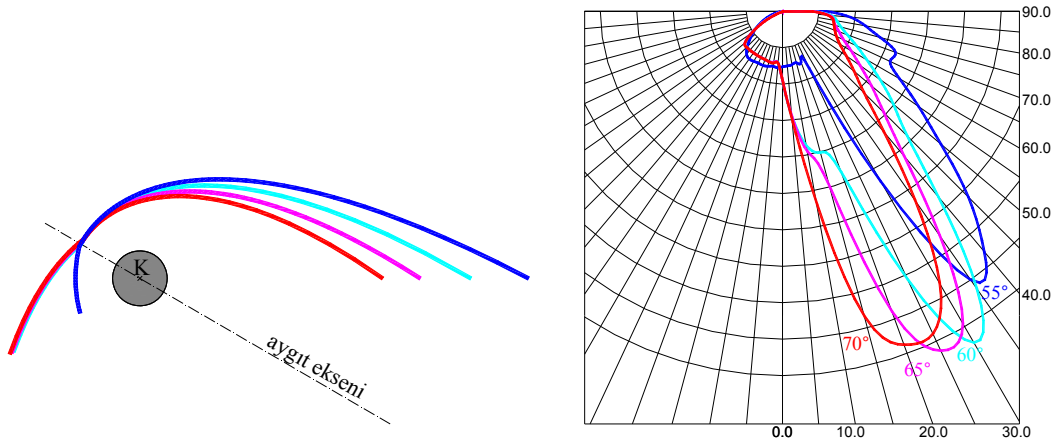


Şekil 10.1 9.1.bölümde ele alınan durumlar arasından en olumlu sonuçlara ulaşılan yansıtıcı kesitleri ve oluşturdukları ışık yeğinlik dağılımları

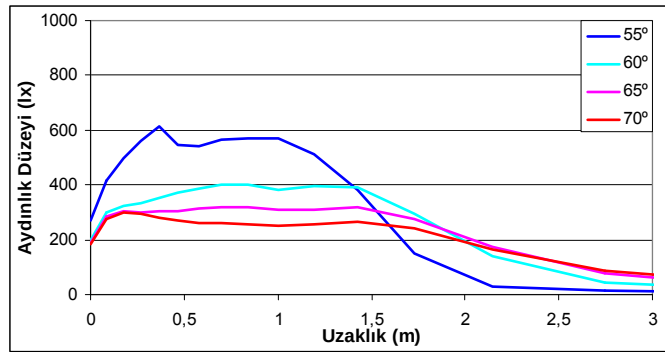


Şekil 10.2 9.1.bölümde ele alınan durumlar arasından en olumlu sonuçların oluşturduğu aydınlık dağılımları

9.3.1.bölümde ele alınan yansıtıcılar arasında en olumlu sonuçlara ulaşılan yansıtıcı kesitleri (θ : 55° A_4+B_{4-1} , θ : 60° A_5+B_{5-2} , θ : 65° A_6+B_{6-3} , θ : 70° A_7+B_{7-3}) ve ışık yeğinlik dağılımları Şekil 10.3’te verilmiş, oluşan aydınlık dağılımları Şekil 10.4’te gösterilmiştir.

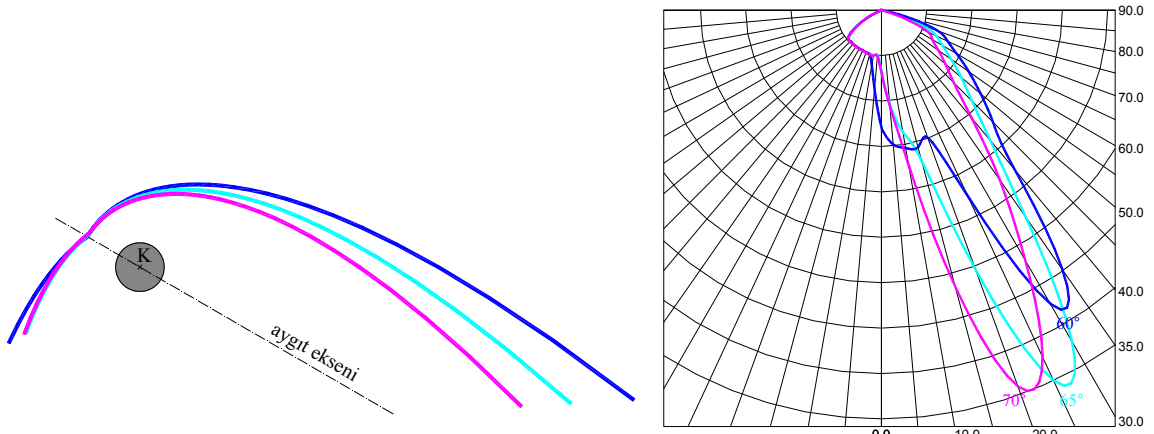


Şekil 10.3 9.3.1.bölümde ele alınan durumlar arasından en olumlu sonuçlara ulaşılan yansıtıcı kesitleri ve oluşturdukları ışık yeğinlik dağılımları

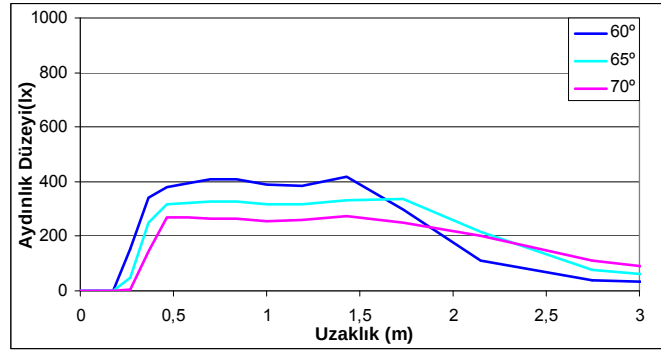


Şekil 10.4 9.3.1.bölümde ele alınan durumlar arasından en olumlu sonuçların oluşturduğu aydınlık dağılımları

9.3.2 bölümde tanımlanan yansıtıcılar arasında en olumlu sonuçlara ulaşılan yansıtıcı kesitleri (θ : $60^\circ A_{5b}+B_{5-3}$, θ : $65^\circ A_{6b}+B_{6-3}$, θ : $70^\circ A_{7b}+B_{7-3}$) ve ışık yeğinlik dağılımları Şekil 10.5’de ve oluşan aydınlık dağılımlarına Şekil 10.6’da yer verilmiştir.

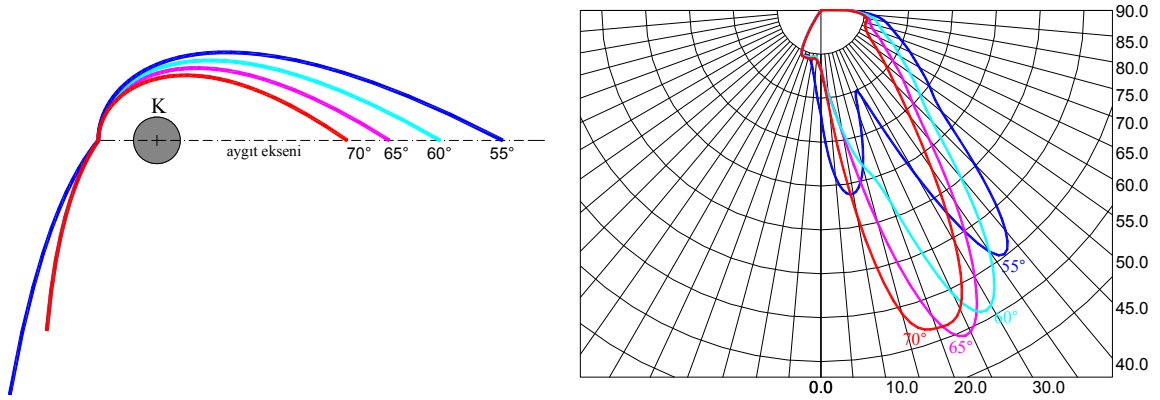


Şekil 10.5 9.3.2.bölümde ele alınan durumlar arasından en olumlu sonuçlara ulaşılan yansıtıcı kesitleri ve oluşturdukları ışık yeğinlik dağılımları

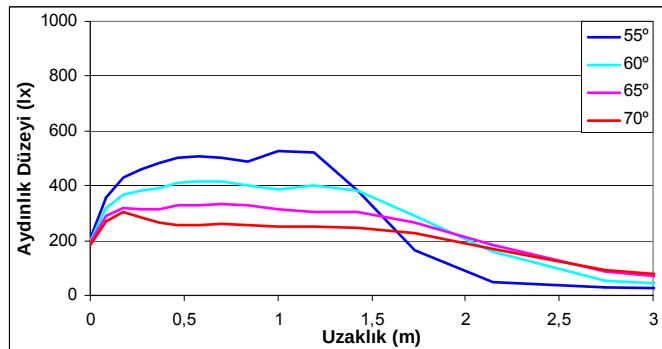


Şekil 10.6 9.3.2.bölümde ele alınan durumlar arasından en olumlu sonuçların oluşturduğu aydınlık dağılımları

9.5.bölümde tanımlanan yansıtıcılar arasından en olumlu sonuçlara ulaşılan yansıtıcı kesitleri (θ : 55° A_4+B_{4-6} , θ : 60° A_5+B_{5-4} , θ : 65° A_6+B_{6-4} , θ : 70° A_7+B_{7-4}) ve ışık yeğirlik dağılımları Şekil 10.7’de yer gösterilmiştir. Oluşan aydınlık dağılımlarına Şekil 10.8’de yer verilmiştir.

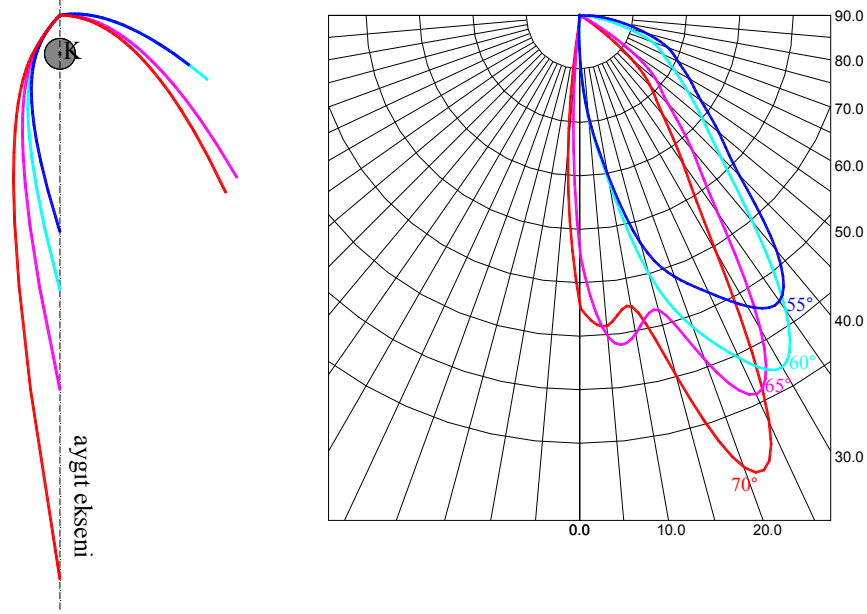


Şekil10.7 9.5.bölümde ele alınan durumlar arasından en olumlu sonuçlara ulaşılan yansıtıcı kesitleri ve oluşturdukları ışık yeğirlik dağılımları

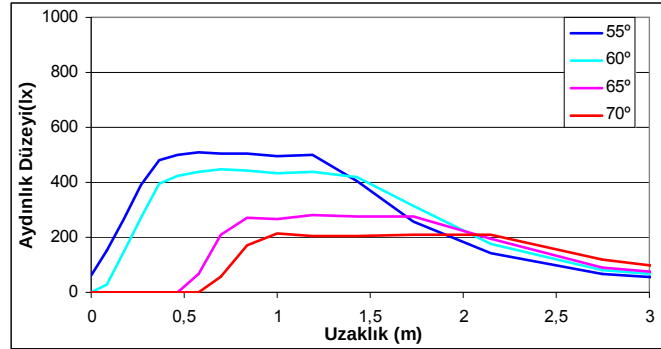


Şekil 10.8 9.5.bölümde ele alınan durumlar arasından en olumlu sonuçların oluşturduğu aydınlık dağılımları

9.6.1. bölümde tanımlanan yansıtıcılar arasından en olumlu sonuçlara ulaşılan yansıtıcı kesitleri (θ : 55° -24, θ : 60° -14, θ : 65° -8, θ : 70° -14) ve ışık yeğirlik dağılımlarına Şekil 10.9’da yer verilmiştir. Oluşan aydınlık dağılımları Şekil 10.10’da gösterilmiştir.

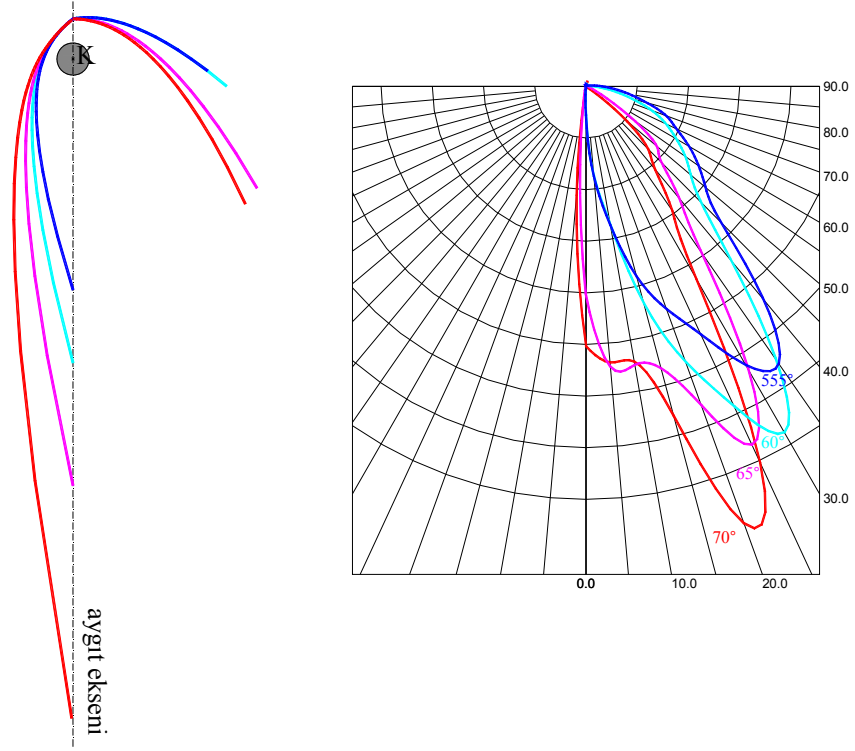


Şekil 10.9 9.6.1.bölümde ele alınan durumlar arasından en olumlu sonuçlara ulaşılan yansıtıcı kesitleri ve oluşturdıkları ışık yeğirlik dağılımları

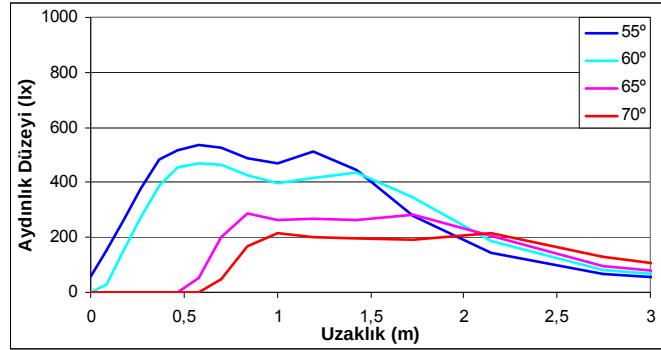


Şekil 10.10 9.6.1.bölümde ele alınan durumlar arasından en olumlu sonuçların oluşturduğu aydınlık dağılımları

9.6.2. bölümde ele alınan yansıtıcılar arasından en olumlu sonuçlara ulaşılan yansıtıcı kesitleri ve ışık yeğirlik dağılımları Şekil 10.11’de gösterilmiş, oluşan aydınlık dağılımlarına Şekil 10.12’de yer verilmiştir.



Şekil 10.11 9.6.2.bölümde ele alınan durumlar arasından en olumlu sonuçlara ulaşılan yansıtıcı kesitleri ve oluşturdukları ışık yeğinlik dağılımları



Şekil 10.12 9.6.2.bölümde ele alınan durumlar arasından en olumlu sonuçların oluşturduğu aydınlık dağılımları

Tez kapsamında yapılan çalışmalarda, asimetrik yansıtıcı kesitleri tasarımları altı farklı yaklaşım uyarınca yapılmıştır. Her bir yaklaşım kendi içinde değerlendirilerek, ulaşılan sonuçlar analiz edilmiştir. Yukarıda açıklanan dört bölümde (9.1. bölüm, 9.3. bölüm, 9.5. bölüm ve 9.6. bölümde) aydınlığın düzgünlüğü açısından en olumlu sonuçlara ulaşılan yansıtıcı kesitleri, ışık yeğinlik dağılımları ve aydınlık dağılımlarına yer verilmiştir

11. SONUÇ

Düşey yüzeylerde düzgün yayılmış aydınlık asimetric ışık yeğnlik dağılımı olan aydınlatma aygıtlarının kullanılması ile sağlanabilir. Tez kapsamında yapılan çalışmalarda, doğrusal flüoresan lamba için asimetric yansıtıcı tasarımları yapılmış ve sonuçlar aydınlığın düzgünlüğü bakımından değerlendirilmiştir.

Bu araştırma kapsamında, asimetric yansıtıcı kesitleri aşağıdaki aşağıda açıklanan altı farklı yaklaşım uyarınca tasarlanmıştır,

- Simetric genel silindir yansıtıcı tasarımında kullanılan grafik bütünleşme yaklaşımının asimetric genel silindir yansıtıcı tasarımına uygulanması,
- Aygıttan çıkan ışığın yayılma açısının iki eşit parçaya bölünmesi ve her bir parça için üst ve alt yansıtıcı tasarımı,
- Üst yansıtıcının, ışık yeğnlik dağılımının alt yarısının veri alınarak tasarlanması,
- Üst yansıtıcının, ışık yeğnlik dağılımının bütününün veri alınarak tasarlanması,
- Aygıt ekseninin yatay olduğu durum için üst yansıtıcı tasarımı,
- Aygıt ekseninin düşey olduğu durum için sol yansıtıcı tasarımı.

Asimetric yansıtıcı tasarımlarının yapıldığı altı farklı yaklaşım için de, düzgün yayılmış aydınlık oluşturabilmek için gerekli ışık yeğnlik dağılımları, aygıttan çıkan ışığın yayılma açısının değişik büyüklüklerde olduğu 7 ayrı durum için belirlenmiş ve ele alınan farklı her durumu sağlayacak yansıtıcının tasarımı kendine özgü kapsam ve doğrultuda etüdü gerektirmiştir. Aygıttan çıkan ışığın yayılma açısının değişik büyüklüklerde olduğu farklı durumların ele alınması ile değişik büyüklüklerdeki düzlemlerde aydınlığın denetlenebildiği koşullar belirlenebilmiştir.

Ele alınan her bir farklı koşul aydınlık dağılımındaki düzgünlük açısından değerlendirilmiş ve ışık yeğnlik dağılımlarında düzgün yayılmış aydınlık sağlayan ışık yeğnliği doğrultuları değişik derecelendirmeler için belirtilmiştir.

Bu değerlendirmeler sonucunda, aydınlığın düzgünlüğü bakımından en olumlu sonuçlara “aygıt ekseninin düşey olduğu durum için sol yansıtıcı tasarımı” yaklaşımda ulaşılmıştır. Bunu, sırasıyla “üst yansıtıcının, ışık yeğnlik dağılımının alt yarısının veri alınarak tasarlanması” yaklaşımı ve “aygıt ekseninin yatay olduğu durum için üst yansıtıcı tasarımı”

yaklaşımı izlemiştir. Doğal olarak varılan olumlu sonuçlar, ele alınan yansıtıcıların geometrik özellik ve boyutları ile birlikte değerlendirilecektir.

Bu verilerden yararlanarak, aydınlatma aygıtının aydınlanan düşey düzleme uzaklığı ve bu düzlemde aydınlığın düzgün yayılmasının istendiği bölümün büyüklüğüne bağlı olarak aydınlatma aygıtı tasarımcısı ve/ya da üreticisinin amacına en uygun olan yansıtıcıyı seçmesine olanak tanınmıştır. Işık kaynağı merkezinin yansıtıcının tepe noktasına uzaklığı açısından farklı değerlerin ele alınması ve/ya da farklı yansıtıcı gereçlerinin kullanılması ile yapılacak başka etütler sonucunda uygulamada yararlanılabilir örnek sayısının artırılacağı açıktır. Asimetrik yansıtıcı tasarımına ilişkin yapılan araştırma kapsamında bugüne değin ulaşılmış olan pratikte yararlanılabilir sonuçlara yenilerinin eklenmesi sağlanmıştır.

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, (2001), CIE 5 008/E, Lighting of Indoor Work Places.
- Anon., CIE, (2004), Control of Damage to Museum Objects by Optical Radiation, CIE no 147.
- Anon., IES, (1984), Lighting Handbook.
- Anon., IESNA, (1996), Museum and Art Gallery Lighting: A Recommended Practice, IESNA RP-30-96, New York.
- Anon., IESNA, (2000), The Lighting Handbook, 9. Edition, ISBN: 0-87995-150-8, New york, ABD.
- Anon., NEUFERT, (1998) Yapı Tasarımı, 35.Baskıdan Çeviri, ISBN:975-486-928-9, İstanbul.
- Anon., Philips Lighting, (1989), Luminaire Optics and Photometrics, Printed in the Netherlands.
- Anon., Philips Lighting, Luminaire Optics and Photometrics, 07b Power Point Sunumu.
- Anon., (1992), Handbuch für Beluchtung, SLG, LITG, LTAG, NSVV, ISBN:3-609-75390-0, Druckerei Schoder, Gersthofen-Almanya.
- 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.
- Benlioğlu, B., (1999), Konik Yansıtıcıların İç Mekan Aydınlatma Düzenlerindeki Yeri ve Karşılaştırması, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- DIN EN 12464-1 (2003), Beleuchtung von Arbeitsstätten, Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen.
- Elmer, W.B., (1983), “The Optics of Reflectors for Illumination”, IEEE Transactions on Industry Applications, Vol IA-19, No5.
- Jolley, L.B.W; Waldram, J. M.; Wilson G. H., (1930), The Theory and Design of Illuminating Engineering Equipment, İngiltere.
- Özmen, S., Öztürk, L. D., (2008), “Asimetrik Yansıtıcı Tasarımında Yeni Bir Yaklaşım”, 7. Ulusal Aydınlatma Kongresi, 27-28 Kasım, İstanbul.
- Öztürk, L. D., (1995), İç Mimari Aydınlatmada, Düzgün Yansıma Geometrisi ile Aydınlığın Denetlenmesinde Kullanılabilecek Yeni Bir Yöntem Önerisi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- 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, IBSN: 975-461-273-0, YTÜ Basım-Yayın Merkezi, Genişletilmiş 2. Baskı: 118 sayfa, İstanbul.
- Öztürk, L. D., (2004), “Yansıtıcı Tasarımında Temel İlkeler”, 1.Aydınlatma Semineri,

İstanbul.

Öztürk, L. D., (2009), “Çok İşlevli Yapılarda Yapı Fiziği Konuları Açısından gereksinimler ve Önlemleri”, YTÜ, Mimari Tasarım 7 Semineri, İstanbul.

Photopia 2.0.0.17, Aydınlatma Aygıtı Tasarım ve Analiz Programı.

Sirel, Ş., (1974), “Aydınlatma Terimleri”, YTÜ yayınları, 112, İstanbul.

Sirel, Ş., (19781), Işık Ölçümsel İlişkiler Konusunda Bir Kaç Örnek, İDMMA, İstanbul.

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

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

Yıldırım S., (1995) Kütüphanelerde Aydınlatma ve Teknolojik Gelişmelerin Kütüphane Aydınlatmasına Etkileri, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Yiğit, O., (2007), Doğrusal Flüoresan Lambalı Aygıtlar ile Düzgün Yayılmış Aydınlığın Sağlandığı Koşulların Belirlenmesi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Young, G. W. D., (2000), “Exploring Reflection: Designing Light Reflectors for Uniform Illumination”, SIAM Review, Vol. 42, No. 4, pp.727-735.

Zhao, F., (2007), “Aberrations of Asymmetric Reflector Design”, Proc. Of SPIE, Vol.6670, 66700B.

İNTERNET KAYNAKLARI

- http://www.erco.com/download/data/30_media/55_wallwasher/en_erco_verticalillumiance.pdf
- <http://www.aulerlichtkabel.de/gif/HILFEN.PDF>
- <http://www.freepatentsonline.com/2717954.pdf>
- <http://www.freepatentsonline.com/3679893.pdf>
- <http://www.freepatentsonline.com/4229779.pdf>
- <http://www.freepatentsonline.com/4349866.pdf>
- <http://www.freepatentsonline.com/4379322.pdf>
- <http://www.freepatentsonline.com/4799136.pdf>
- <http://www.freepatentsonline.com/5075827.pdf>
- <http://www.freepatentsonline.com/5146393.pdf>

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi 28.12.1981

Doğum yeri İstanbul

Lise 1995 – 1999 Kadir Has Lisesi

Lisans 1999 – 2006 Yıldız Üniversitesi Mimarlık Fakültesi
Mimarlık Bölümü

Yüksek Lisans 2006- Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Mimarlık. Anabilim Dalı, Yapı Fiziği Programı

Çalıştığı kurum(lar)

2008-Devam ediyor Kreon Aydınlatma San. ve Tic. A. Ş., İstanbul