

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

84947

**KONİK YANSITICILARIN İÇ MEKAN AYDINLATMA
DÜZENLERİNDEKİ YERİ VE KARŞILAŞTIRMASI**

Mimar Bahar BENLİOĞLU

**F.B.E. Mimarlık Anabilim Dalı Yapı Fiziği Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Y.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

84947

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Leyla DOKUZER ÖZTÜRK

Leyla

A. Ö. Ö.

İSTANBUL, 1999

İÇİNDEKİLER

Sayfa

SİMGE LİSTESİ	iv
TEŞEKKÜR.....	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. AYDINLATMA AYGIT TANIMI.....	2
3. AYDINLATMA AYGITININ AYDINLATMA ÖZELLİKLERİ.....	4
3.1 Işık Yeğnlik Dağılımı.....	4
3.2 Işık Akısı Dağılımı.....	6
3.3 Geriverim	7
4 Aydınlik Düzeyi Dağılımı.....	8
4. AYDINLATMA AYGITININ YAPIM ÖZELLİKLERİ.....	11
4.1 Aygıt Gerecinin Işığı Yansıtma ve Geçirme Özellikleri.....	11
4.2 Aygıtın Geometrik Özellikleri.....	13
5. KONİK YANSITICILARIN AYDINLATMA ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ.....	15
5.1 Işık Yeğnlik Dağılımı.....	18
5.1.1 Parabolit yansıtıcı.....	20
5.1.2 Elipsoit yansıtıcı.....	24
5.1.3 Hiperbolit yansıtıcı.....	28
5.2 Işık Akısı Dağılımı.....	32
5.3 Geriverim.....	32
5.3.1 Parabolit yansıtıcı.....	33
5.3.2 Elipsoit yansıtıcı.....	33
5.3.3 Hiperbolit yansıtıcı.....	34
5.4 Aydınlik Düzeyi Dağılımı.....	34
5.4.1 Parabolit yansıtıcı.....	35
5.4.2 Elipsoit yansıtıcı.....	38
5.4.3 Hiperbolit yansıtıcı.....	41
6. KONİK YANSITICILARIN AYDINLATMA ÖZELLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI.....	43
6.1 Işık Yeğnlik Dağılımı.....	43
6.2 Işık Akısı Dağılımı.....	49

6.3	Geriverim.....	49
6.4	Aydınlık Düzeyi Dağılımı.....	50
7.	KONİK YANSITICILARININ AYDINLATMA ÖZELLİKLERİNE BAĞLI OLARAK İÇ MEKANLARDA KULLANIM YERLERİ.....	57
7.1	Yansıtıcıların İç Mimari Düzende Yer Alış Biçimleri.....	58
7.2	Konik Yansıtıcıların İç Mekanlarda Kullanım Yerleri.....	64
8.	SONUÇ.....	68
KAYNAKLAR.....		72
EKLER.....		74
Ek 1	Konik Yansıtıcıların Geometrik Özellikleri.....	74
1.	Paraboloit Yansıtıcı.....	75
2.	Elipsoit Yansıtıcı.....	79
3.	Hiperboloit Yansıtıcı.....	86
Ek 2	Hiperboloit Yansıtıcı Örnekleri ve Aydınlik Düzeyi Eğrileri.....	92
Ek 3	Hacim Acısı Yöntemi ile Aydınlik Dağılımının Belirlenmesi.....	115
ÖZGEÇMİŞ.....		133

SİMGE LİSTESİ

A, A'	Elipsoidin ve hiperboloidin asal köşeleri.
a	Elipsoidin ve hiperboloidin büyük ekseninin yarısı.
$\hat{a}$	Işığın, yansıtıcı yüzeye geliş doğrultusunun, yansıtıcının x eksenini ile yaptığı açı.
$\hat{a}_{\min}$	Işığın, etek noktasına geliş doğrultusunun, yansıtıcının x eksenini ile yaptığı açı. (dolaysız ışığın yayılma açısı yarısı).
B, B'	Elipsoidin ve hiperboloidin yedek köşeleri.
$B\hat{C}$	Bölge çarpanı.
b	Elipsoidin ve hiperboloidin küçük ekseninin yarısı.
$\hat{b}$	Dağılma açısı yarısı.
c	Elipsoit merkezi ile odak arasındaki uzaklık; hiperboloidin iki odak arası uzaklığının yarısı.
D	Doğrultman.
D'	Paraboloidin tepe teğeti.
E	Aydınlık düzeyi.
E_1	Yansıtıcının 1 numaralı bölümünden yansıyan ışık ile oluşan aydınlık düzeyi (aygıt eksenindeki aydınlık düzeyi).
$E_{\max}$	Maksimum aydınlık düzeyi.
E_{ort}	Ortalama aydınlık düzeyi.
e	Odak ile yansıtıcı arasındaki uzaklık.
F, F'	Odak.
FF'	İki odak arası uzaklık.
f	Odak uzaklığı.
h	Yansıtıcının P noktasının aydınlanan düzleme uzaklığı.
h_K	Aygıt yüksekliği.
I	Işık yeğirliği.
I_0	Doğrusal ışık kaynağının, kaynağa dik doğrultudaki ışık yeğirliği.
I_α	Aydınlatma aygıtının, aydınlanan yüzeyin P noktası doğrultusundaki ışık yeğirliği.
$I_{\max}$	Aydınlatma aygıtının en büyük ışık yeğirliği.
$\hat{j}$	Nokta ışık kaynağından çıkan ışığın yansıtıcıya geliş doğrultusu ile yansıma doğrultusu arasındaki açı.
$\hat{k}$	Nokta ışık kaynağından çıkan ışığın hiperboloit yansıtıcıya geliş doğrultusu ile yansıma doğrultusu arasındaki açı.
K	Işık kaynağı.
$K\hat{T}A$	Koni tepe açısı.
k_ϕ	Işık kaynağı çapı.
L	Nokta ışık kaynağından çıkarak yansıtıcıya gelen ışığın yansıma doğrultusunun doğrultmanı kestiği nokta.
$\hat{n}$	Işığın, elipsoit ve hiperboloit yansıtıcıdan yansıma doğrultusunun aygıt eksenini ile yaptığı açı.
O	Elipsoidin merkezi; hiperboloidin simetri merkezi.
P	Aydınlanan yüzeyin -yansıtıcının- bir noktası.
$P_{\min}$	Yansıtıcının etek noktası.
$P_{\max}$	Yansıtıcının duy noktası.
p	Parametre.
R	Yansıtıcının P noktasından yansıyan ışığın yayılma alanı yarıçapı.

R_1	Yansıtıcının P noktasından yansıyan ışığın yayıldığı daire halkasının büyük dairesinin yarıçapı.
R_2	Yansıtıcının P noktasından yansıyan ışığın yayıldığı daire halkasının küçük dairesinin yarıçapı.
r	Yansıtma çarpanı.
$\hat{f}$	Odak ışını ve doğrultman ışını arasındaki açı.
S	Aydınlanan toplam alan.
T	Yansıtıcının tepe noktası.
TF	Tepe noktası ile odak arasındaki uzaklık.
v	Aygıt geriverimi.
v_d	Dolaysız ışık geriverimi.
v_y	Yansımış ışık geriverimi.
x	P noktasının, yansıtıcının y eksenine uzaklığı.
x_{min}	P_{min} noktasının, yansıtıcının y eksenine uzaklığı.
y	P noktasının, yansıtıcının x eksenine uzaklığı.
y_{max}	P_{max} noktasının, yansıtıcının y eksenine uzaklığı.

GREK ALFABESİ

α	Aydınlatma aygıtından çıkan ışığın aydınlanan yüzeyin P noktasına geliş doğrultusu ile bu noktadaki normal arasındaki açı; ışık konisi tepe açısı.
Φ	Işık akısı.
Φ_{top}	Işık kaynağının belli büyüklükteki bir hacim açısının belirlediği bölgeye yayımladığı ışık akısı.
β	En büyük ışık yegınlık değerinin 1/200' e düştüğü açının iki katı.



Bu çalışmayı yaptığım süre içinde, beni destekleyen, tez danışmanı değerli hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Leyla Dokuzer Öztürk'e teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

Kapalı bir mekandaki aydınlatma düzeni, mekanın işlevsel ve yapımsal özelliklerine göre saptanan, gerekli aydınlık niceliği ve niteliğini oluşturmak için kurulur. Aydınlatma düzeninin kurulmasında temel araç aydınlatma aygıtıdır ve hacim içinde iyi görme koşullarının eksiksiz sağlanabilmesi, önemli ölçüde aygıt özelliklerinin doğru belirlenmesine bağlıdır. Lamba ışığının istenen nicelik ve nitelikteki aydınlığı sağlamak üzere biçimlendirilmesi ise, aydınlatma aygıtının belirli nitelikleri taşıması durumunda gerçekleştirilebilir. Öte yandan, aygıt özelliklerinin doğru saptanması, aydınlatma düzeninin, iç mimari anlatımla, mekan özellikleri ve yapımsal gereçlerle uyumunun sağlanması açısından da önemli rol oynar.

Bu çalışmanın amacı,

- düzgün yansıma yapan konik yansıtıcıların (paraboloit, elipsoit, hiperboloit) aydınlatma özelliklerini belirleyip karşılaştırmak,
- yapılan belirleme ve karşılaştırmalar sonucunda, konik yansıtıcıların iç mimari düzende yer alış biçimleri ve kullanım alanlarını ortaya koymaktır.

Belirtilen amaca yönelik yapılan bu çalışma, yedi ana bölüm ve ekler bölümünden oluşmaktadır.

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

Bölüm 2’de, aydınlatma aygıtının tanımı yapılmış, aydınlatma düzenlerinde önemli rol oynamasının nedenleri ve özellikleri açıklanmıştır.

Bölüm 3’te, aydınlatma aygıtının, aydınlatma özellikleri belirtilmiştir. Bir aygıtın aydınlatma özelliklerini belirleyen büyüklüklerden, ışık yeğnlik dağılımı, ışık akısı dağılımı, geriverim ve aydınlık düzeyi dağılımı konuları ele alınmıştır.

Bölüm 4’te, aydınlatma aygıtının yapım özellikleri konusuna değinilmiş ve aygıt gerecinin ışığı yansıtma-geçirme özellikleri ile aygıtın geometrik özelliklerine ilişkin temel bilgiler verilmiştir.

Bölüm 5’te düzgün yansıma yapan konik yansıtıcılar (paraboloit, elipsoit, hiperboloit), bölüm 3’te belirtilen, aydınlatma özellikleri açısından incelenmiştir. Her yansıtıcı türü için değişik değerler verilerek saptanan, 5 ayrı durum belirlenmiştir. 15 yansıtıcının içinde üç farklı boyutta ışık kaynağının bulunması durumu için, toplam 45 ayrı ışık yeğnlik eğrisi oluşturulmuştur. Ayrıca, üç değişik aygıt yüksekliği ele alınarak, hiperboloit yansıtıcıya ilişkin 45 adet aydınlık düzeyi eğrisi, hacim açısı yöntemi aracılığı ile elde edilmiştir. Seçilen 15 ayrı yansıtıcının geriverim değeri hesaplanmıştır.

Bölüm 6’da aydınlatma özellikleri belirlenen paraboloit, elipsoit, hiperboloit yansıtıcıların aydınlatma özellikleri, ışık yeğnliği dağılımı, ışık akısı dağılımı, geriverim değeri ve aydınlık düzeyi dağılımı açısından karşılaştırılmıştır.

Bölüm 7’de, konik yansıtıcı aydınlatma aygıtlarının iç mimari düzende yer alış biçimleri konusunda bir sınıflandırma yapılmıştır. Ayrıca, bölüm 6’ da yapılan karşılaştırmalara dayanarak, parabolit, elipsoit ve hiperboloit yansıtıcıların kullanım amaçları ve alanları saptanmaya çalışılmıştır.

Bölüm 8’de, sonuç olarak, yansıtıcıların aydınlatma özellikleri ve iç mimaride kullanım biçimleri konusunda yapılan saptamalar değerlendirilmiştir.

Ekler bölümünde ise, yukarıda belirtilen konuların açıklanmasına yardımcı olan kimi kuramsal bilgiler, hacim açısı yöntemi, ve çalışma sürecinde oluşturulan hiperboloit yansıtıcı çizimleri ve aydınlık düzeyi eğrileri verilmiştir.



ABSTRACT

The lighting system in an interior is established, according to the functional and constructional characteristics of the place, to constitute a necessary light quantity and quality. The basic tool to organize the lighting system is the luminaire. The perfect visual conditions in a place, mostly depend on how the luminaire properties are determined correctly. Forming the lamp light, for providing the desired light quantity and quality, can realize only if the luminaire supports specific qualities. On the other hand, determining the properties of the luminaire correctly, plays an important role in the expression of the lighting system in relation with the interior design, characteristics of the place and harmony with the constructional materials.

The aim of this study is,

- determining and comparing the lighting characteristics of the conic reflectors, as paraboloid, ellipsoid, hyperboloid making regular reflection.
- on behalf of these determinations and comparisons, emphasizing the location and usage of the conic reflectors in an interior design.

This study which is made in terms of the above mentioned aim, consists of seven main chapters and an appendix.

In the first chapter, the introduction topic is being presented and the aim and the scope of the study is determined.

In the second chapter, the definition of the luminaire is made, the reasons that play important role in the lighting systems and the characteristics of the luminaire are explained in detail.

In the third chapter, the lighting properties of the luminaire are explained in detail. The symmetrical luminous intensity distribution, luminous flux distribution, the luminaire efficiency and lighting level distribution subjects, which determine the properties of a luminaire, are revealed in this chapter.

In the fourth chapter, the manufacturing of the luminaire and the basic principles about the reflection and the transmission of the luminaire and the geometrical characteristics of the luminaire are mentioned.

In the fifth chapter, conic reflectors, such as paraboloid, ellipsoid and hyperboloid which make regular reflection, are been studied according to the characteristics discussed in the third chapter. For every type of the reflector, different values are given in order to obtain five different states. To constitute three different sizes of light source in fifteen reflectors, fortyfive different luminous intensity curves are designed. Also, by taking three different luminaire height, fortyfive illuminance curves have been drawned related to the hyperboloid reflector which has been calculated through the method of 'solid angle'. The luminaire efficiency of the selected fiftyfive different reflector has been calculated.

In sixth chapter , the comparison of the paraboloid, ellipsoid and hyperboloid reflectors, of which illumination characteristics are determined, is discussed from the point of view of their illumination characteristics, luminous intensity distribution, luminous flux distribution, luminaire efficiency and illuminance distribution.

In seventh chapter , there is a classification of the luminaires with a conic reflectors, on their locations in an interior design. Also, according to the comparisons that are made in the sixth chapter, the objectives and the fields of usage of the paraboloid, ellipsoid and hyperboloid reflectors are established.

In eighth chapter, at the conclusion, the lighting characteristics of the reflectors and their manner of use in an interior design are been evaluated.

In the appendix, some of the theoretical informations , such as the method of ‘solid angle’, the drawings of the hyperboloid reflectors and lighting level curves which are formed during the studying process, additional to the explanations of the topics written in the upper parts are given.



1. GİRİŞ

İyi görme koşullarının sağlanabilmesi için kurulan aydınlatma düzenlerinde amaç, mekan için gerekli olan aydınlık nicelik ve niteliğinin sağlanmasıdır. Işığın mekan içinde istenilen biçime sokulabilmesi, aydınlatma aygıtı aracılığı ile olanaklıdır. Bir aydınlatma aygıtı, lamba ışığını çok değişik amaçlar doğrultusunda biçimlendirir, mekan işlevine uygun aydınlık niteliğini ve niceliğini belirler, iç mimari ile aydınlatma düzeninin uyumunu sağlar. Aydınlatma düzeninin kurulmasında önemli bir araç olan aydınlatma aygıtının tüm özelliklerinin iyi bilinmesi gerekir.

Bir aydınlatma aygıtında lamba ışığını yönlendiren, aydınlığın nitelik ve nicelik özelliklerini belirleyen aygıtın içindeki yansıtıcıdır. Yansıtıcıya gelen ışığın, yansdıktan sonra aygıt dışına çıkma doğrultusu, ancak saydamsız, düzgün yansıma yapan ve geometrik özellikleri bilinen yansıtıcı türünün kullanılması durumunda belirlenebilir.

Bu çalışmanın amacı,

- düzgün yansıma yapan konik yansıtıcıların (paraboloit, elipsoit, hiperboloit), seçilen belli durumları için,
 - ışık yeğinlik dağılımı,
 - ışık akısı dağılımı,
 - geriverim,
 - aydınlık düzeyi dağılımı,
 özelliklerinin belirlenmesi ve karşılaştırılması,
- yapılan karşılaştırmalar sonucunda, konik yansıtıcıların iç mimari aydınlatma düzenlerinde kullanım biçim ve alanlarının belirlenmesi,

olarak saptanmıştır.

Aydınlatma özelliklerinin belirlenmesi ve karşılaştırılması sonucunda, konik yansıtıcı kullanılacak aydınlatma aygıtlarının, iç mimari düzenlerde yer alabileceği biçimler ve yansıtıcıların farklı özelliklerine bağlı olarak saptanan değişik kullanım amaçları ortaya konmuştur.

2. AYDINLATMA AYGITI TANIMI

Aydınlatma aygıtı (ışıklık), 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 tanımlanmıştır (CIE, 1987; Sirel 1997). Lambalar genellikle aydınlatma aygıtları içinde kullanılır. Çünkü, aydınlatma tekniğinin belli bir konuya uygulanması, önemli ölçüde aydınlatma aygıtı aracılığıyla gerçekleşir. Buna bağlı olarak, aygıtların biçimi, gereç ve konum bakımından etüdü, bir aydınlatma projesinin temelini oluşturur. Bir mekandaki aydınlatma düzeninin kurulmasında, aygıtın önemli rol oynamasının nedenleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Lamba ışığı çok değişik aydınlatma amaçlarına göre aydınlatma aygıtlarında biçimlendirilir. Yani ışık, aydınlatma aygıtında istenen her biçime sokulabilir, istenen her niteliğe kavuşturulabilir ve bir çok değişik amaca yönelik aydınlıklar oluşturulabilir.
- Bir mekanda, mekanın işlevsel özelliklerine uygun aydınlık niceliği ve niteliği (aydınlık düzeyi değişimleri, ışığın renksel niteliği, ışığın doğrultusu ve oluşturduğu gölgelerin niteliği) aygıtlar aracılığıyla sağlanır.
- Aygıtlar aracılığıyla lambayı gözden gizlemek ya da ışıklılığını azaltarak göz kamaşmasını önlemek ve dış etkilere korumak olanaklıdır.
- Aydınlatma aygıtı, iç mimari ile aydınlatma düzeninin uyumunu sağlar. Işıklı nesnelerin görsel algılamada önceliği bulunması nedeniyle, bir mekan içindeki aygıtlar, görünürlüğü en fazla olan nesnelerdir. Bir hacme girildiğinde, ilk görsel etki, onların konum, biçim, gereç, sayı gibi özellikleridir. Aygıtlar, söz konusu özellikleri bakımından, iç mimari anlatım, mekan özellikleri ve karakteri ile bütünleşmeleri sağlandığında, iç mimari düzeni vurgulayan elemanlar olarak algılanırlar.

Lamba ışığının nicel ve nitel özelliklerini yukarıda sıralanan amaçlara uydurmak için düşünülen bir aygıt mimari düzen içinde, küre, silindir ve benzeri biçimli yalın bir yayıcıdan başlayarak, ışıklı tavan, ışıklı korniş gibi yapı bölümleri ile bütünleşmiş, karmaşık biçimlere dek uzanan çeşitli durumlarda yer alabilir. Bu nedenle, aygıt türlerini

kesin olarak sınırlamak olanaklı değildir. Ayrıca, aydınlatma tekniğinin gelişmesine koşut olarak, aygıt çeşitlerine her an yenileri katılmaktadır. Aygıtlar, birbirinden farklı özellikleri göz önüne alındığında, genel olarak,

- aydınlatma özelliklerine (ışık yeğirliğı dağılımı, ışık akısı dağılımı, ışıklılık dağılımı, geriverim, aydınlık düzeyi dağılımı),
- yapıım özelliklerine (aygıtın ışığı yansıtma- geçirme ve geometrik özellikleri),
- içinde kullanılan lamba türüne (akkor lamba aygıtları, flüoresan lamba aygıtları vb.),
- içindeki lamba sayısına (bir lambalı aygıtlar, çok lambalı aygıtlar vb),
- kullanım yerine (iç aydınlatma aygıtları, dış aydınlatma aygıtları),
- koruma biçimine (kuru hacimler, nemli hacimler, tozlu hacimler için aygıtlar),
- tespit biçimine (taşınmaz aygıt, taşınır aygıt, gömülü aygıt, asılı aygıt vb.),

göre sınıflandırılabilir. Aşağıda yalnızca, amaca uygun aygıt seçiminde belirleyici olan “aygıtın aydınlatma özellikleri” ve lamba ışığını biçimlendirmede önemli olan “aygıtın yapıım özellikleri” ele alınmıştır.

3. AYDINLATMA AYGITININ AYDINLATMA ÖZELLİKLERİ

Bu bölümde, bir aydınlatma aygıtının aydınlatma özellikleri,

- ışık yeğirlik dağılımı,
- ışık akısı dağılımı,
- geriverim,
- aydınlık düzeyi dağılımı,

başlıkları altında incelenmiştir. Bu çalışmada, aydınlatma aygıtlarının aydınlatma özellikleri incelenirken, konu yalnızca aygıtla bağı olan özellikler ile sınırlanmış, aygıtın içinde yer aldığı hacmin özellikleri dikkate alınmamıştır. Buna bağı olarak, “aydınlık düzeyi dağılımı” başlığı altında, aygıttan çıkarak doğrudan doğruya aydınlanan düzleme düşen ışığın oluşturduğu aydınlığın dağılım özelliğı üzerinde durulmuştur.

Ancak, bir aygıtın aydınlatma özelliklerinin eksiksiz saptanabilmesi için, o aygıtla ilişkin konforsuzluk kamaşması değerlerinin belirlenmesi ve kullanma çarpanı değerlerinin hesaplanması da gereklidir. Söz konusu değerlerin belirlenmesi ise, aygıt özelliklerinin yanı sıra, aygıt yerleşim düzeni, hacim biçimi ve boyutları, hacmin iç yüzeylerinin ışık yansıtma çarpanları, gözlemcinin bakış doğrultusu ve konumu gibi etkenlere de bağıdır. Yukarıda da belirtildiğı üzere, hacme bağı özelliklerin göz önüne alınmadığı bu çalışma içinde, konforsuzluk kamaşması ve kullanma çarpanı belirlemeleri yapılmamıştır.

3.1. Işık Yeğirlik Dağılımı

Işık yeğirliğı dağılımı, CIE tarafından, “ışık yeğirliğı uzaysal dağılımının belirlenmiş düzlemler ile arakesiti” olarak tanımlanmaktadır (CIE, 1987; Sirel, 1997). Daha açık bir deyişle, bir kaynağın ışık yeğirliğı uzaysal dağılımını belirten vektörlerin uç noktalarının geometrik yeri, yeğirlik dağılım yüzeyini oluşturur. Bu ışık kaynağının merkezinden geçen ve yeğirlik dağılım yüzeyini kesen düzlem ile yeğirlik dağılım yüzeyinin ara kesiti “ışık yeğirliğı (düzlemsel) dağılımı” ya da kısaca “ışık yeğirlik eğrisi” olarak adlandırılır. Işık yeğirlik eğrisi, bir ışık kaynağının -aydınlatma aygıtının- hangi doğrultuya ne nicelikte ışık akısı yayımladığını belirtir. Söz konusu eğri, polar koordinat sisteminde, açıya göre ışık

yeğinlik değerlerini cd/klm olarak gösterir.

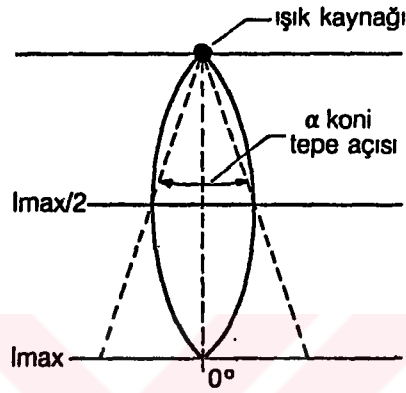
Işık yeğinlik eğrisinde,

I_0 : 0° doğrultusundaki ışık yeğinliğini,

I_{max} : en büyük ışık yeğinliğini,

α : ışık konisinin tepe açısını (I_{max} 'ın yarıya düştüğü açının iki katı),

β : en büyük ışık yeğinliğinin (I_{max}) $1/200$ 'e düştüğü açının iki katını, belirtir (Şekil 3.1).



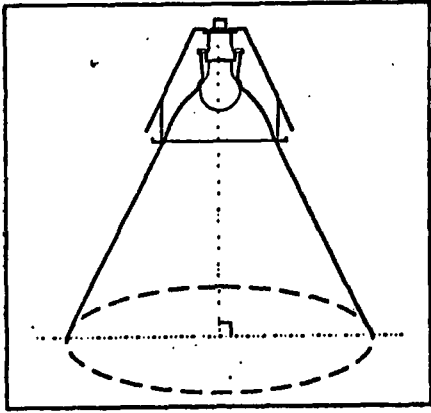
Şekil 3.1- Işık yeğinlik eğrisi.

Aydınlatma aygıtları, ışık konisi tepe açısının -koni tepe açısının ($\hat{K\hat{T}A}$)- büyüklüğüne göre,

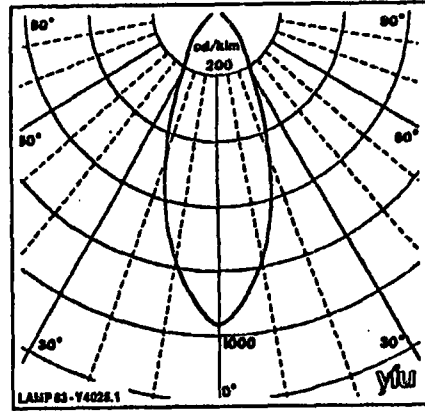
- dar açılı aygıt ($\alpha < 20^\circ$),
- orta açılı aygıt ($\alpha = 20^\circ - 40^\circ$),
- geniş açılı aygıt ($\alpha > 40^\circ$),

olarak sınıflandırılır (Philips, 1993).

Dönel simetri ekseni olan eksenel simetrik aygıtlar için bir eğri (Şekil 3.2), eksenel simetrik olmayan aygıtlar için enine ve boyuna kesiti gösteren en az iki ayrı ışık yeğinlik eğrisi verilir (Şekil 3.3).

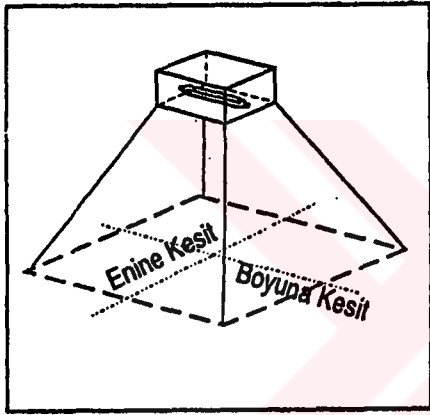


a- Eksenel simetrikli aydınlatma aygıtı.

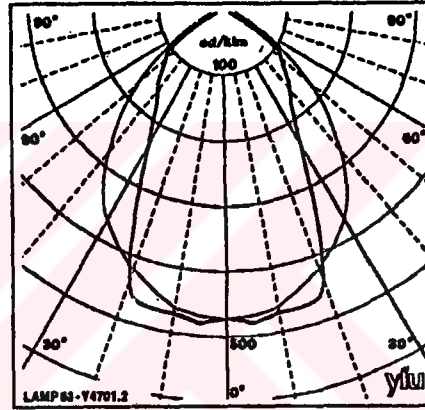


b- Eksenel simetrikli aygıtın ışık yeğirlik eğrisi.

Şekil 3.2- Eksenel simetrikli aydınlatma aygıtı ve aygıtın ışık yeğirlik eğrisi (Lamp 83, 1996).



a- Eksenel simetrikli olmayan aydınlatma aygıtı.



b- Eksenel simetrikli olmayan aygıtın ışık yeğirlik eğrileri.

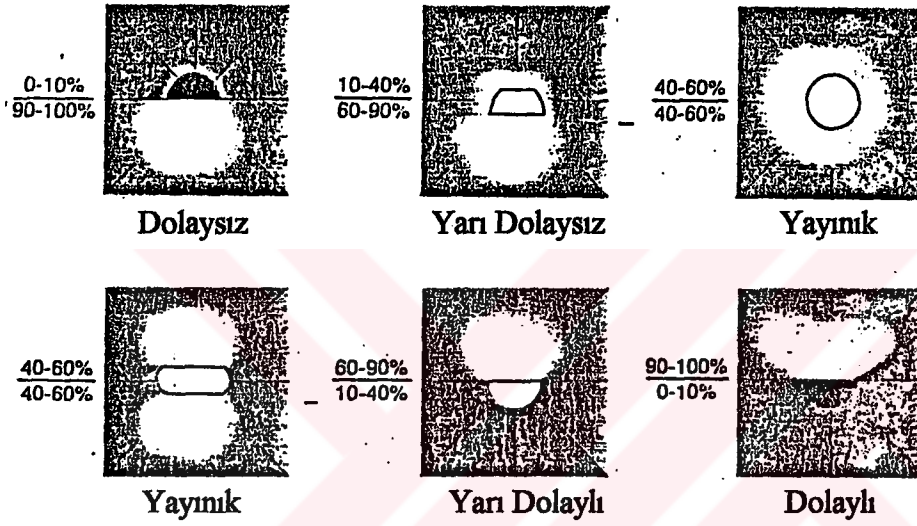
Şekil 3.3- Eksenel simetrikli olmayan aydınlatma aygıtı ve aygıtın ışık yeğirlik eğrileri (Lamp 83, 1996).

3.2 Işık Akısı Dağılımı

Bir aydınlatma aygıtının, aşağıya ya da yukarıya yolladığı ışık akısının, yayımladığı tüm ışık akısına oranı aydınlatma biçimini belirler. Söz konusu orana göre, aydınlatma aygıtının ışık akısı dağılımı, beş grupta toplanmıştır (Çizelge 3.1; Şekil 3.4; Sirel, 1983; Handbuch für Beleuchtung, 1992; Philips, 1989).

Çizelge 3.1- Aydınlatma aygıtının ışık akısı dağılımı -Aydınlatma biçimi.

Aydınlatma biçimi	ışık 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 3.4- Işık akısı dağılımları -Aydınlatma biçimleri- (Philips, 1989).

3.3 Geriverim

Bir aydınlatma aygıtının geriverimi, aygıtın yayımladığı ışık akısının, söz konusu aygıt içinde bulunan lambanın yayımladığı (ya da lambaların yayımladıkları) ışık akısına oranıdır (Sirel, 1984). Bu oran her zaman 1 den küçüktür. Lambadan çıkan ışık akısının doğrultusal özelliğini amaca uygun olarak belirleyebilmenin koşulu, lambanın ışık dağılım özelliklerini dikkate alarak, lambadan çıkan ışığı aygıt aracılığı ile belli bir düzene sokmaktır. Bu düzene sokma işlemi sırasında ışık akısının olabildiğince büyük bir oranda aydınlatma aygıtından dışarı çıkıp aydınlanması istenen düzleme düşmesi gerekir. Bu nedenle, aygıt tasarımında ışık enerjisinin etkin kullanılabilmesi için aygıt geriveriminin yüksek olması istenir.

Aygıt içinde bulunan lamba ya da lambaların ışık akıları çevre koşulları nedeniyle iki biçimde

düşünülebilir.

- Lambaların aygıt içinde iken yayımladıkları ışık akısı söz konusu ise, geriverim ‘aygıtın optik geriverimi’ adını alır. Bir aygıtın optik geriverimi, aygıtın toplam ışık akısının, aygıtın içinde bulunan lamba ya da lambaların, aygıt içindeyken yayımladıkları ışık akısı toplamına oranıdır (Sirel, 1997).
- Lambaların aygıt dışında ve belirli koşullar altında yayımladıkları ışık akısı söz konusu ise, geriverim ‘aygıt standart geriverimi’ adını alır. Bir aygıtın standart geriverimi, aygıtın belirlenmiş pratik (uygulamasal) koşullarda kendi donanım ve lambaları ile verdiği tüm ışık akısının, aynı donanım ile çalışan aynı lambaların, aygıtın dışında ve belirlenmiş koşullarda verdikleri ışık akısına oranıdır (Sirel, 1997).

Aygıt geriveriminin yüksek olması,

- aygıt geometrisi,
- aygıt yapımında kullanılan gereçlerin özellikleri,

olmak üzere iki koşula bağlıdır. Aygıt geometrisi tasarlanırken lambadan çıkan ışığın olabildiğince büyük bir bölümünün aydınlanması istenen alana düşmesi sağlanmalıdır. Aygıt yapımında kullanılan gereçlerin yansıtma ya da geçirme çarpanlarının yüksek olması, aygıt geriverinin yüksek olmasına yol açar. İyi tasarlanmış aygıtların geriverimleri, türlerine göre 0.45 ile 0.85 arasında değişir. Etüdsüz, rasgele yapılmış aygıtların geriverimleri ise çok düşük olur.

3.4 Aydınlık Düzeyi Dağılımı

Bir aydınlatma aygıtının aydınlattığı düzlemdeki aydınlık düzeyi dağılımı,

- aydınlık düzeyi tabloları,
- aydınlık düzeyi eğrileri,

oluşturularak belirlenebilir.

a) Aydınlık düzeyi çizelgeleri

Eksenel simetrik bir aydınlatma aygıtından çıkan ışık daire biçimindeki bir alanı (aydınlık dairesi) aydınlatır. Aydınlik dairesinin büyüklüğü, koni tepe açısı ve aygıtın aydınlanan

düzleme uzaklığına bağlı olarak hesaplanır (Şekil 3.1). Aydınlik düzeyi çizelgeleri, aydınlanan düzlemde oluşan aydınlık dairesindeki minimum, ortalama ve maksimum aydınlık düzeyinin bulunmasını sağlar. Söz konusu aydınlık düzeyleri, aygıt ile aydınlanan düzlem arasındaki belli bir uzaklığa değin, eşit aralıklar için hesaplanır (Şekil 3.5; Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2. Eksenel simetrik bir aydınlatma aygıtına ait aydınlık düzeyi çizelgesi (Lamp 83, 1996).

Uzaklık (H) (m)	Çap(D) (m)	E_{min} (lx)	E_{ort} (lx)	E_{max} (lx)
.50	.58	900	1.792	2.868
1.00	1.15	225	448	717
1.50	1.73	100	199	319
2.00	2.31	56	112	179
2.50	2.89	36	72	115
3.00	3.46	25	50	80
3.50	4.04	18	37	59
4.00	4.62	14	28	45
4.50	5.20	11	22	35
5.00	5.77	9	18	29

LAMP 83 - Y4017.1

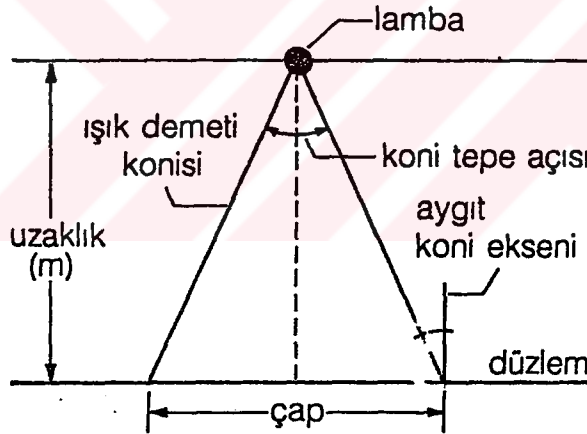
H : Aygıtın aydınlatılan düzleme uzaklığı.

D : Aydınlik dairesinin çapı.

E_{min} : Aydınlatılan düzlemdeki en düşük aydınlık düzeyi.

E_{ort} : Aydınlatılan düzlemdeki ortalama aydınlık düzeyi.

E_{max} : Aydınlatılan düzlemdeki en yüksek aydınlık düzeyi.

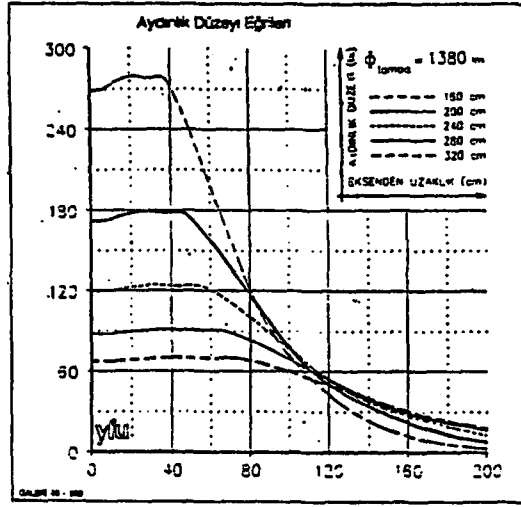


Şekil 3.5- Eksenel simetrik bir aydınlatma aygıtının oluşturduğu aydınlık dairesi (Lamp 83 1993).

b) Aydınlik düzeyi eğrileri

Bir aydınlatma aygıtının aydınlattığı düzlemdeki aydınlık dağılımı, aydınlık düzeyi eğrisiyle ortaya konur. Aydınlik düzeyi eğrisi aracılığı ile aydınlanan düzlemin herhangi bir noktasındaki aydınlık düzeyi bulunabilir. Aydınlik düzeyi eğrisi, yatay ekseninde aygıt

ekseninden uzaklık, düşey ekseninde aydınlık düzeyi değerlerinin bulunduğu bir grafik ile gösterilir (Şekil 3.6).



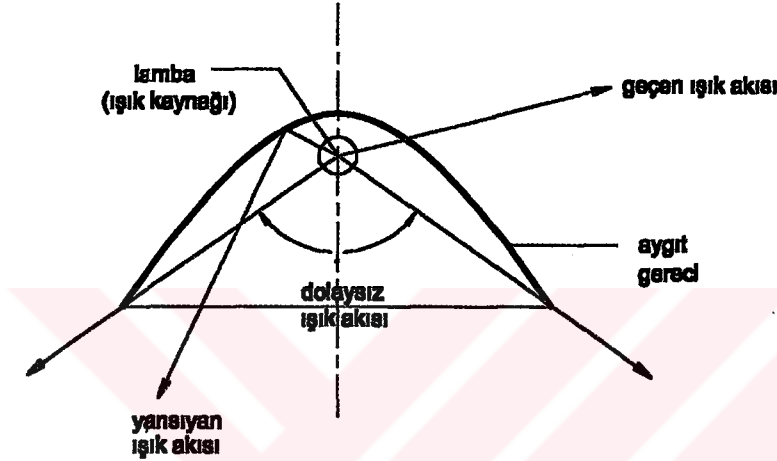
Şekil 3.6- Aydınlik düzeyi eğrileri (Lamp 83, 1993).

Aydınlik düzeyi eğrileri, aygıt aralıklarına göre aydınlık düzeylerinin hesaplanmasında ya da verilmiş bir aydınlık düzeyinin minimum ve maksimum oranına göre aygıt aralıklarının saptanmasında kullanılabilir.

4. AYDINLATMA AYGITININ YAPIM ÖZELLİKLERİ

Bir aygıtın yayımladığı ışık akısı, ışık kaynağından çıkarak,

- doğrudan aygıt dışına çıkan “dolaysız ışık akısı”,
 - aygıt gerecine gelen ışık akısının, gereçten yansıdıktan sonra aygıt dışına çıkan “yansıyan ışık akısı” ve gerecin saydam olması durumunda, gereçten geçtikten sonra aygıt dışına çıkan “geçen ışık akısı”,
- gibi iki bölümden oluşur (Şekil 4.1; Öztürk, 1995).



Şekil 4.1- Aydınlatma aygıtının yayımladığı, dolaysız ve yansıyan / geçen ışık akısı bölümleri.

Işık kaynağından -lambadan- çıkan ışığın denetlenmesi, biçimlendirilmesi, ve buna bağlı olarak gerekli yerlerde, istenen nitelik ve niceliklerde aydınlıkların elde edilmesinde bu iki bölüm ayrı-ayrı önem taşır. Bu nedenle, bir aydınlatma aygıtını belirleyen nitelikler,

- aygıt gerecinin ışığı yansıtma ve geçirme özellikleri,
- aygıtın geometrik özellikleri,

olmak üzere, iki bölümde incelenmelidir.

4.1 Aygıt Gerecinin Işığı Yansıtma ve Geçirme Özellikleri

• Yansıma ve geçmede nicelik

Bir gerecin yüzeyinden yansıyan ya da gereçten geçen ışığın, gerece gelen ışığa oranı, yansıma ve geçmede nicelik olarak tanımlanır. Yansımada nicelik, yüzeyin açıklık koyuluğuna bağlı olarak değişim gösterir. Açık renkli yüzeyler ışığı büyük oranda yansıtırken, koyu renkli yüzeyler ışığı

az oranda yansıtır. Geçmede nicelik ise, gerecin açıklık koyuluğunun yanı sıra, ışığın geçme biçimi ile gerecin kalınlığına da bağlıdır. Yansıyan ya da geçen ışık oranının büyük olması için, aygıt tasarımında bu özellikler göz önüne alınmalıdır.

• Yansıma ve geçmede nitelik

Mimari mekanlarda kullanılan aygıt gereçlerinin renksel özellikleri, lamba ışığının tayfsal bileşimi -rengi- değiştirilmek istendiğinde önem kazanır. Bir mekanda elde edilmek istenen etki renkli ışığın kullanılması ile olanaklı ise, kullanılacak lamba ya da aygıt gereci buna göre seçilmelidir. Ancak, genellikle normal mimari aydınlatmada renkli ışığın kullanılması, mimari elemanların doğru algılanması açısından, önerilmez. Mimari mekanlarda, genelde kullanılan ışık kaynaklarının beyaza yakın ışık renklerinin, gözün renksel uyuma sınırları içinde kalarak beyaz görünmesi ve bu tür mekanlarda beyaz renkli ışığın kullanılmasının doğru olması nedeniyle, aygıt gerecinin türsüz olması gerekir.

Kullanılan gerecin saydam olması durumunda, ışığın geçme ve yansıma biçimleri önem taşır. Saydam aygıt gereci, lamba ışığının niceliği ya da lamba ışıklılığını azaltmak istendiğinde kullanılabilir. Ancak, aygıt gerecinden geçen ışığın bir yüzeyin belli bir bölümüne düşürülmesi ya da belli doğrultulara yöneltilmesi olanaksızdır. Buna bağlı olarak, ışığın denetlenmesinin söz konusu olduğu durumlarda, saydam gereçlerden yararlanılmaz. Aygıt gerecinin saydamsız olması durumunda, lamba ışığının aygıt üzerine düşen bölümünün yalnızca yansıyarak aygıt dışına çıkması söz konusudur. Bu durumda, aygıt gerecinin yalnızca yansıtma biçimi önem taşır. Işığın yansıma biçimine göre, aydınlığın denetlenmesi olanaklıdır.

Gerecin yayımlık ya da karışık yansıma yapması durumunda, ışık ışınlarının yansıma doğrultuları konusunda kesin bir belirleme yapılamaz. İzotrop yayımlık yansımada ise, bir noktadan yansıyan ışık sonsuz doğrultuya yayılır. Bu nedenle, bu yansıma biçimlerinin söz konusu olduğu durumlarda, yansıyan ışık geometrik kurallar aracılığıyla istenen bölgelere düşürülemez ve aydınlık denetlenemez.

Yansıyan ışığın denetlenmesi, yani istenen doğrultulara yönlendirilmesi, yalnızca düzgün yansıma yapan aygıt gerecinin kullanılması ile olanaklıdır. Düzgün yansıma yapan yüzeyler, üzerlerine

gelen ışığı, yalnızca geliş doğrultusu ile ilgili belirli bir doğrultuda yansıtırlar. Yansıyan ışığın doğrultusu, düzgün yansıtma geometrisi kurallarıyla belirlenebilir. Yansımış ışığın denetlenmiş aydınlıklara dönüştürülebilmesi ve bu aşamadaki kayıpların minimum boyutlarda olması, düzgün yansıtma geometrisinin doğru bir biçimde uygulanmasına bağlıdır.

Yukarıda yapılan açıklamalar doğrultusunda, aydınlığın denetlenebilmesi ve ışığın istenen yüzeylere, en az kayıpla düşürülebilmesi için, yüksek değerli (açık renkli), tırsız, saydamsız ve düzgün yansıtma yapan aygıt gerecinin kullanılması gerekir.

4.2 Aygıtın Geometrik Özellikleri

Bir aygıt içinde kullanılan lambadan yayımlanan ışığın bir bölümü aygıt gerecine gelir, öteki bölümü ise doğrudan aygıt dışına çıkar (Şekil 4.1). Lamba ışığının aygıt gerecine düşen bölümünün yansıtma doğrultusunun belirlenmesi ile aydınlık denetlenebilir. Ancak, Şekil 4.1’ de görülen, aygıttan doğrudan çıkan dolaysız ışığın denetlenmesi çok güçtür. Aygıttan dolaysız çıkan ışığın dağılım özelliği, doğrudan doğruya lambanın özelliğine bağlı olduğundan, aydınlığın denetlenmesine katkıda bulunamaz. Işık aygıttan dolaysız çıkması, aygıt ya da lamba üzerinde alınabilecek kimi önlemler ile önlenir.

Aygıt gerecine gelen ışık, yansıldıktan sonra aygıt dışına çıkma doğrultusu, saydamsız ve düzgün yansıtma yapan yansıtıcının, ayrıca geometrik özellikleri bilinen bir biçimde olması durumunda belirlenebilir. Burada önemli olan bir başka konu, ışık yansıtıcı yüzeyden bir kez yansıldıktan sonra aygıt dışına çıkması ve böylece, aygıt içinde olabilecek ışık kayıplarının önlenmesidir. Bir başka deyişle, yansıtıcı yüzeyin geometrik özellikleri, ışık yansıtma doğrultusunun belirlenmesi ve bir yansıtma ile aygıttan çıkmasında belirleyici olmaktadır.

Aydınlatma aygıtlarında kullanılan ve yüzeyleri düzgün yansıtma yapan yansıtıcılar, geometrik biçimleri açısından,

- düzlem yüzeyli yansıtıcılar,
- bükümlü yüzeyli yansıtıcılar,
 - tekli bükümlü yüzeyler (dairesel silindir, koni, eliptik silindir, parabolik silindir gibi yüzeyler),

□ ikili bükely yüzeyler (küre, tor, elipsoit, parabolait, hiperbolait gibi yüzeyler‘*’), olmak üzere iki ana bölümde toplanabilir. Bu tür geometrik biçimdeki düzgün yansıma yapan saydamsız yansıtıcılar kullanılarak ışığın yansıma doğrultusunu saptamak, aydınlığı denetlemek olanaklıdır. Bundan sonraki bölümde, ikili bükely yüzeyler olan parabolait, elipsoit, hiperbolait yansıtıcılar ele alınarak, ışık yeğirlik dağılımları, ışık akısı dağılımları, geriverimleri, aydınlık düzeyi dağılımları belirlenmiştir.



* Parabolait, elipsoit ve hiperbolait yansıtıcıların geometrik özellikleri Ek 1’ de incelenmiştir.

5. KONİK YANSITICILARIN AYDINLATMA ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Bu bölümde, konik yansıtıcıların aydınlatma özelliklerini belirleyebilmek amacıyla, 5 adet parabolit, 5 adet elipsoit ve 5 adet hiperboloit yansıtıcı* için, ışık kaynağı çapı ve aygıt yüksekliğine değişik değerler verilerek oluşturulan toplam 135 duruma ilişkin,

- ışık yeğnlik dağılımları,
- ışık akısı dağılımları,
- geriverimleri,
- aydınlık düzeyi dağılımları,

yer almaktadır.

Ele alınan parabolit, elipsoit ve hiperboloit yansıtıcılar ile ilgili olarak seçilen değerler Çizelge 5.1-5.6 da gösterilmiştir. Parabolit yansıtıcı ile ilgili değerler, Çizelge 5.1 ve 5.2' de, elipsoit yansıtıcıya ilişkin değerler, Çizelge 5.3 ve 5.4' te, hiperboloit yansıtıcı ile ilgili olan değerler de, Çizelge 5.5 ve 5.6'da verilmiştir.

Çizelge 5.1- Parabolit yansıtıcı için ele alınan değerler (Öztürk, 1995).

Odak uzaklığı (f ; cm)	3		4.5
Dolaysız ışığın yayılma açısı ($2\theta_{min}$; derece)	90	110	130
Işık kaynağı çapı (k_g ; cm)	1	2	3
Duy boşluğu ($2y_{max}$; cm)	5		
Işık kaynağının yayımladığı toplam ışık akısı (Φ_{top} ; lm)	1000		

* Ele alınan parabolit ve elipsoit yansıtıcılar, (Öztürk,1995) tarafından oluşturulan yansıtıcı örnekleri arasından, hiperboloit yansıtıcılar ise, bu çalışma içinde oluşturulan 23 adet hiperboloit arasından seçilmiştir (Ek 2). Her üç yansıtıcı türüne ilişkin örneklerin seçiminde, yansımış ışık geriveriminin (v_y) 0.45' den büyük olması göz önüne alınmıştır.

Çizelge 5.2- Ele alınan parabolit yansıtıcıların ağız açıklıkları ($2y_{min}$) ve yükseklikleri (x_{min} ; Öztürk, 1995).

$\begin{matrix} 2y_{min} \\ x_{min} \end{matrix}$ (cm)		f (cm)	
		3	4.5
$2\hat{\alpha}_{min}$ (derece)	90	17.49	26.23
	110	11.07	16.61
	130		11.09

Çizelge 5.3- Elipsoit yansıtıcı için ele alınan değerler (Öztürk, 1995).

İki odak arası uzaklık (FF' ; cm)	15	30	45
Tepe noktası ile odak arası uzaklık (TF' ; cm)	3	4.5	
Dolaysız ışığın yayılma açısı ($2\hat{\alpha}_{min}$; derece)	98	104	116.2
Koni tepe açısı ($K\hat{T}A$; derece)	45	60	75
Işık kaynağı çapı (k_q ; cm)	1	2	3
Duy boşluğu ($2y_{max}$; cm)	5		
Işık kaynağının yayımladığı toplam ışık akısı (Φ_{top} ; lm)	1000		

Çizelge 5.4- Ele alınan elipsoit yansıtıcıların ağız açıklıkları ($2y_{min}$) ve yükseklikleri ($a-x_{min}$; Öztürk, 1995).

$\begin{matrix} 2y_{min} \\ a - x_{min} \end{matrix}$ (cm)		$K\hat{T}A$ (derece)			
		45	60	75	90
TF (cm)	3			14.47	
	4.5			8.66	
	3	23.37			18.54
	4.5	19.69			10.27
	3		23.84		
	4.5		13.81		
	3	27.47			
	4.5	16.44			

Çizelge 5.5- Hiperboloit yansıtıcı için ele alınan, değerler.

İki odak arası uzaklık (FF' ; cm)	35	40	45
Tepe noktası ile odak arası uzaklık (TF' ; cm)	2.25	3	3.75
Dolaysız ışığın yayılma açısı ($2\hat{\alpha}_{min}$; derece)	90	110	130
Işık kaynağı çapı ($k\phi$; cm)	1	2	3
Duy boşluğu ($2y_{max}$; cm)	5		
Işık kaynağının yayımladığı toplam ışık akısı (Φ_{top} ; lm)	1000		

Çizelge 5.6- Ele alınan hiperboloit yansıtıcıların ağız açıklıkları ($2y_{min}$) ve yükseklikleri ($x_{min}-a$).

$\frac{2y_{min}}{x_{min}-a}$ (cm)		$2\hat{\alpha}_{min}$				
		90	110	130		
TF (cm)	2.25	—	10.32	11.36	35	FF' (cm)
	3	—	—	11.92	40	
	3.75	—	—	15.87	45	
	2.25	18.20	—	11.20	45	
	3	—	14.08	15.82	45	

Yukarıda verilen değerler saptanırken amaç, uygulamada kullanılabilir boyutlar oluşturmak ve aygıt geriveriminin yüksek olmasını sağlamaktır. Nitekim, incelenen yansıtıcıların ağız açıklıkları ile yansıtıcıların yükseklikleri,

- parabolit yansıtıcı için, 23.05 cm-38.46 cm ile 11.07 cm-26.23 cm arasında,
- elipsoit yansıtıcı için, 14.47 cm-27.47 cm ile 8.66 cm-19.69 cm arasında,
- hiperboloit yansıtıcı için, 11.36 cm-15.92 cm ile 9.84 cm-18.20 cm arasında,

değişmektedir. Söz konusu yansıtıcıların toplam geriverimleri ise, 0.65-0.80 arasında değişen değerler almaktadır (Bölüm 5.3). İncelenen yansıtıcıların odak uzaklığı, iki odak arasındaki uzaklık, tepe noktası ile odak arasındaki uzaklık ile ışık kaynağı boyutu ve aygıt

yüksekliğine ilişkin değerler, yukarıda değinildiği gibi, iç mimaride uygulanabilecek ölçüler göz önüne alınarak ve birbirinin katları olacak biçimde seçilmiştir. Tüm yansıtıcılarda duy boşluğu, iç mimari aydınlatmada yaygın olarak kullanılan lamba dibi (E 27) dikkate alınarak saptanmıştır.

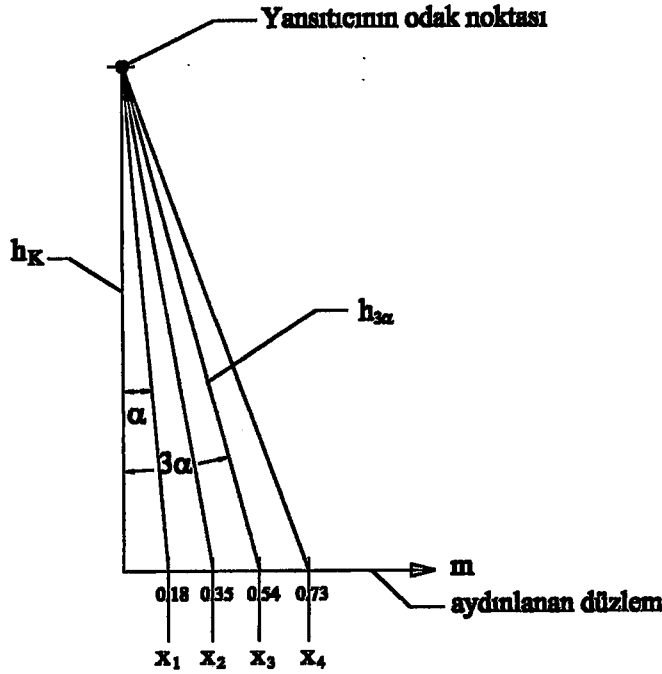
5.1 Işık Yeğİnlik Dağılımı

Bir aydınlatma aygıtının ışık yeğİnliği dağılımı (ışık yeğİnlik eğrisi) ölçme ya da hesaplama yolu ile belirlenebilir. Aygıt ışık yeğİnlik eğrisinin, ölçme yolu ile belirlenmesi durumunda, ölçme aygıtlarının duyarlı, ölçme düzeninin doğru olması koşulu ile, elde edilen sonuçlar daha kesin olmaktadır. Ancak, ölçme yolu ile aygıt ışık yeğİnlik dağılımının laboratuvar ortamında belirlenmesi, yalnızca kullanıma hazır aygıtlar için olanaklıdır. Aygıt üretilmeden, yansıtıcının tasarımı aşamasında, aygıt ışık yeğİnlik eğrisini saptayabilmek için ise, yalnızca hesaplama yolu kullanılabilir.

Bu çalışmada, seçilen konik yansıtıcıların ışık yeğİnlik eğrileri, hacim açısı yöntemi uygulanarak oluşturulan aydınlık düzeyi dağılımlarından yola çıkarak, hesaplama yolu ile oluşturulmuştur (Şekil 5.3-5.5). Aşağıda, ışık yeğİnlik eğrisinin hesaplanmasında izlenen yol verilmiştir.

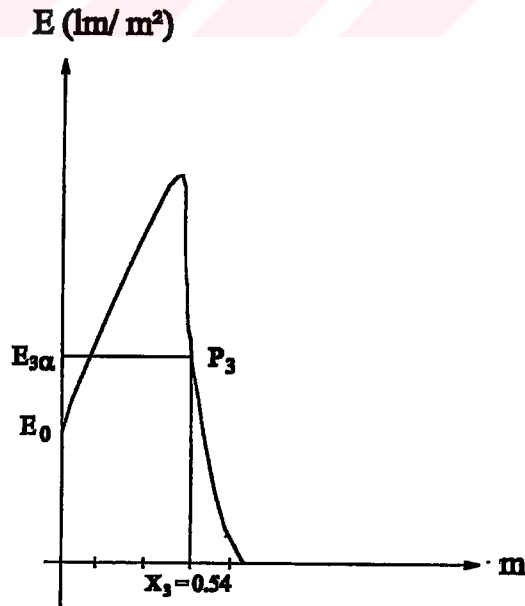
- Işık yeğİnlik dağılımının belirlenmesi

1. Aydınlık düzeyi eğrisinden, aygıt eksenindeki (E_0) aydınlık düzeyi okunur ve ışık kaynağının bulunduğu yansıtıcı odak noktasının aydınlanan düzleme uzaklığının (h_K) karesi ile çarpılır. Böylece, aygıtın 0° doğrultusundaki ışık yeğİnlik değeri (I_0) bulunmuş olur ($I_0 = E_0 \cdot h_K^2$).
2. Aydınlatma aygıtının 0° doğrultusu (aygıt ekseni doğrultusu) ile α , 2α , 3α ... $n\alpha$ açısı yapan ışınsal doğrular çizilir ve bu doğruların aydınlanan düzlemi kestiği x_1 , x_2 , x_3 ... x_n noktaları bulunur (Şekil 5.1).



Şekil 5.1- Işık kaynağı merkez alınarak ışığın α açısındaki doğrultusunun belirlenmesi.

3. 2. adımda bulunan $x_1, x_2, x_3 \dots x_n$ noktalarının aygıt eksenine uzaklığı saptanır. Saptanan bu uzaklıklar aydınlık düzeyi eğrisinin x eksenine taşınır (Şekil 5.2).
4. Aydınlık düzeyi eğrisine taşınan her bir x noktasından aygıt eksenine paralel doğrular çizilir. Bu doğruların aydınlık düzeyi eğrisini kestiği noktalar ($P_1, P_2, P_3 \dots P_n$) bulunur. Her bir P noktasına ilişkin aydınlık düzeyi ($E_\alpha, E_{2\alpha}, E_{3\alpha} \dots E_{n\alpha}$) aydınlık düzeyi eğrisinden okunur.



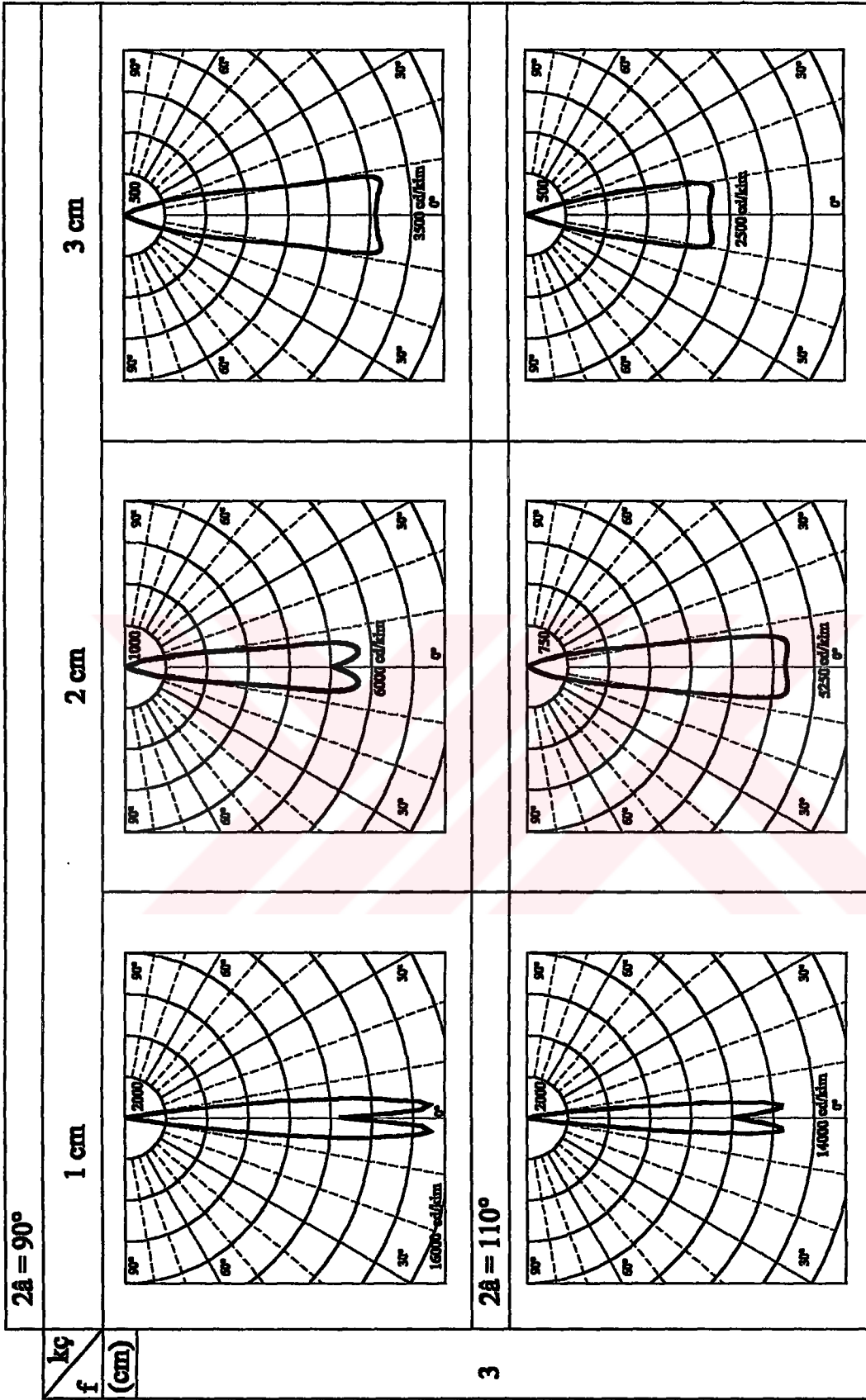
Şekil 5.2- Şekil 5.1' de saptanan x_3 uzaklıklarının aydınlık düzeyi eğrisine taşınması ve P_3 noktasının bulunması.

5. Aydınlatma aygıtının α doğrultusundaki ışık yeğirliğı (I_α), " $I_\alpha = (E_{\alpha} \cdot (h_\alpha)^2 / \cos \alpha$ " işleml aracıllğı ile hesaplanır.
6. 5. adımda yapılan işlem $2\alpha, 3\alpha \dots n\alpha$ açılarl için yinelenir ve aygıtın bu açılar doğrultusundaki ışık yeğirlikleri hesaplanır.

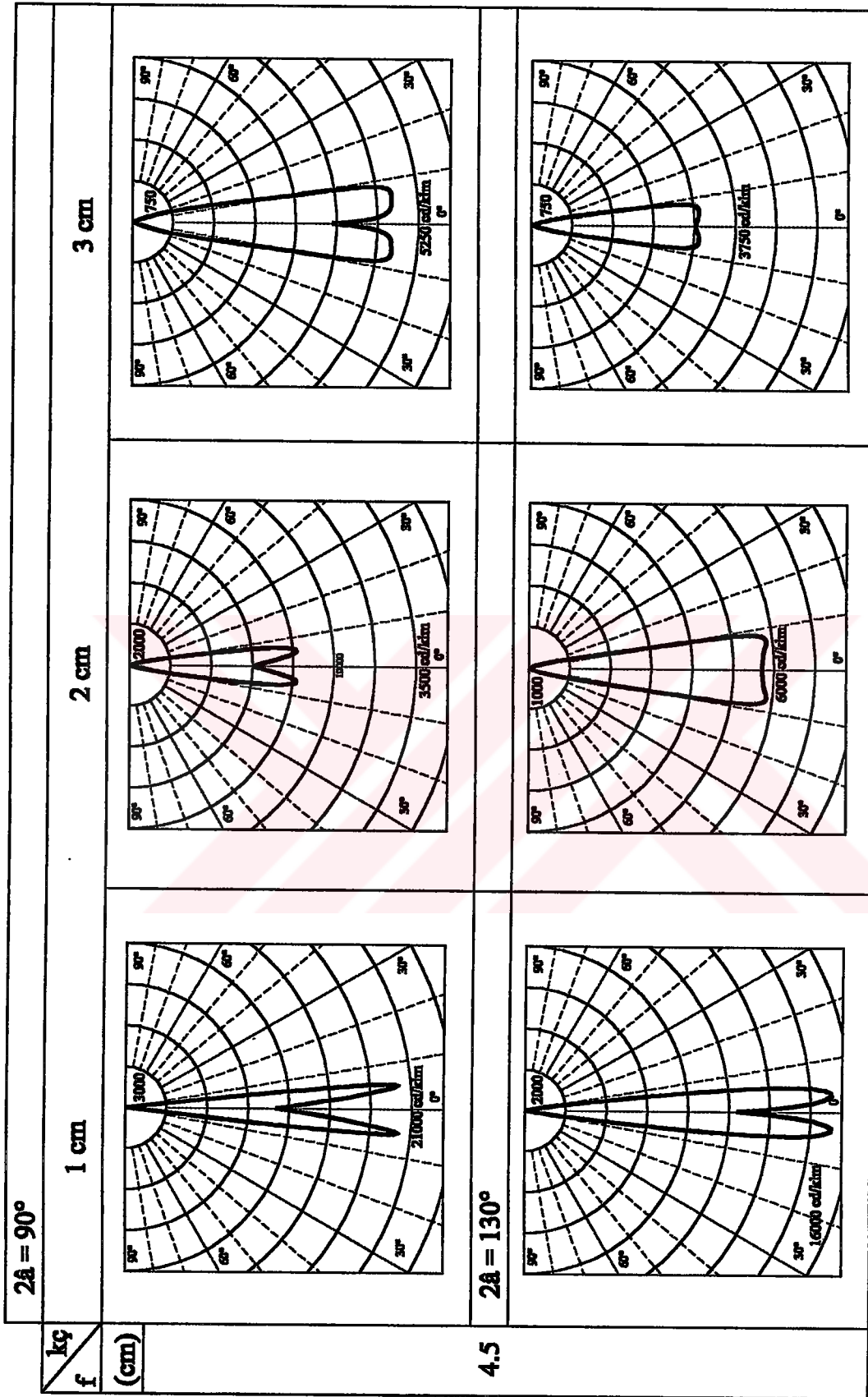
Yukarıda belirtildiğı gibi, aygıt ışık yeğirlik değeri belli açl aralıkları (α) için hesaplanır. Bu açl (α) ne kadar küçük alınırsl, aygıt ışık yeğirlik eğrisi de o denli duyarlı olur. Bu çalışmada, elipsoit ve hiperboloit yansıtıcılar için 5° açl aralıkları, parabeloit yansıtıcı için, ışık konisi tepe açısı daha dar olduğundan, 2.5° açl aralıkları için işlem yapılmıştır.

5.1.1 Parabeloit yansıtıcı

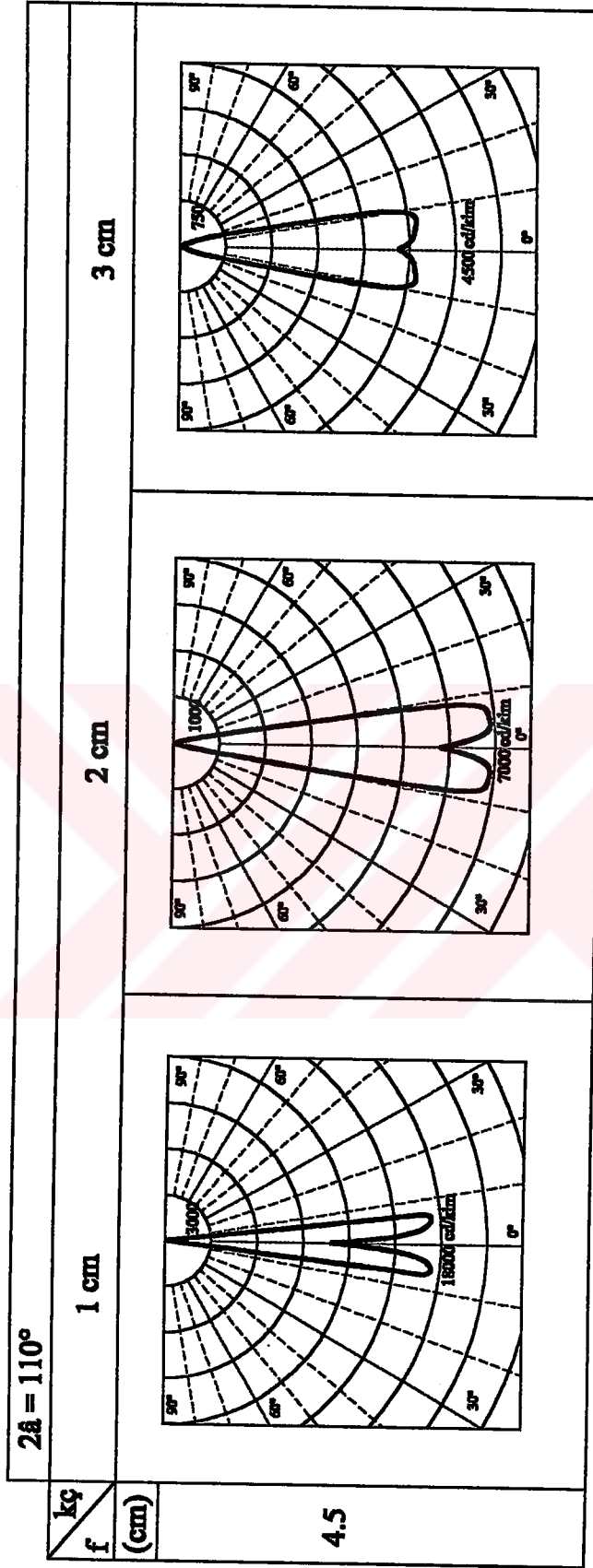
Bu çalışmada, parabeloit yansıtıcı ile ilgili olarak oluşturulan, 15 ayrı durumdaki ışık yeğirlik dağılımı eğrilerle belirlenmiştir. Çizelge 5.1' de belirtilen değeri aracıllğı ile 15 ayrı durum için oluşturulan ışık yeğirlik eğriieri, Şekil 5.3 a-c' deki grafiklerde gösterilmiştir.



Şekil 5.3.a- Paraboloid yansıtıcı için oluşturulan ışık yoğunluk eğrileri.



Şekil 5.3.b- Parabolit yansıtıcı için oluşturulan ışık yegünlük eğrileri.

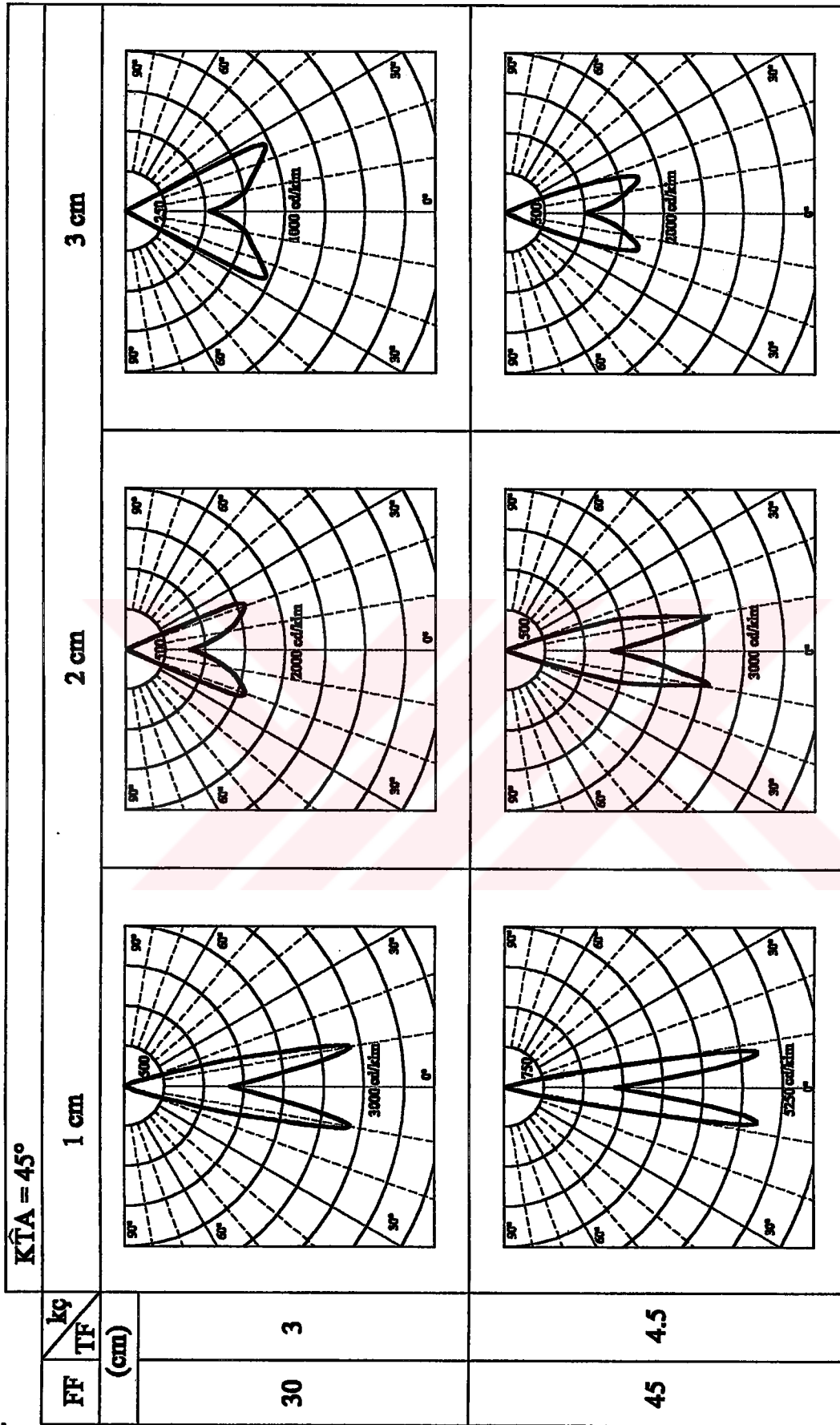


Şekil 5.3.c- Paraboloid yansıtıcı için oluşturulan ışık yegünlük eğrileri.

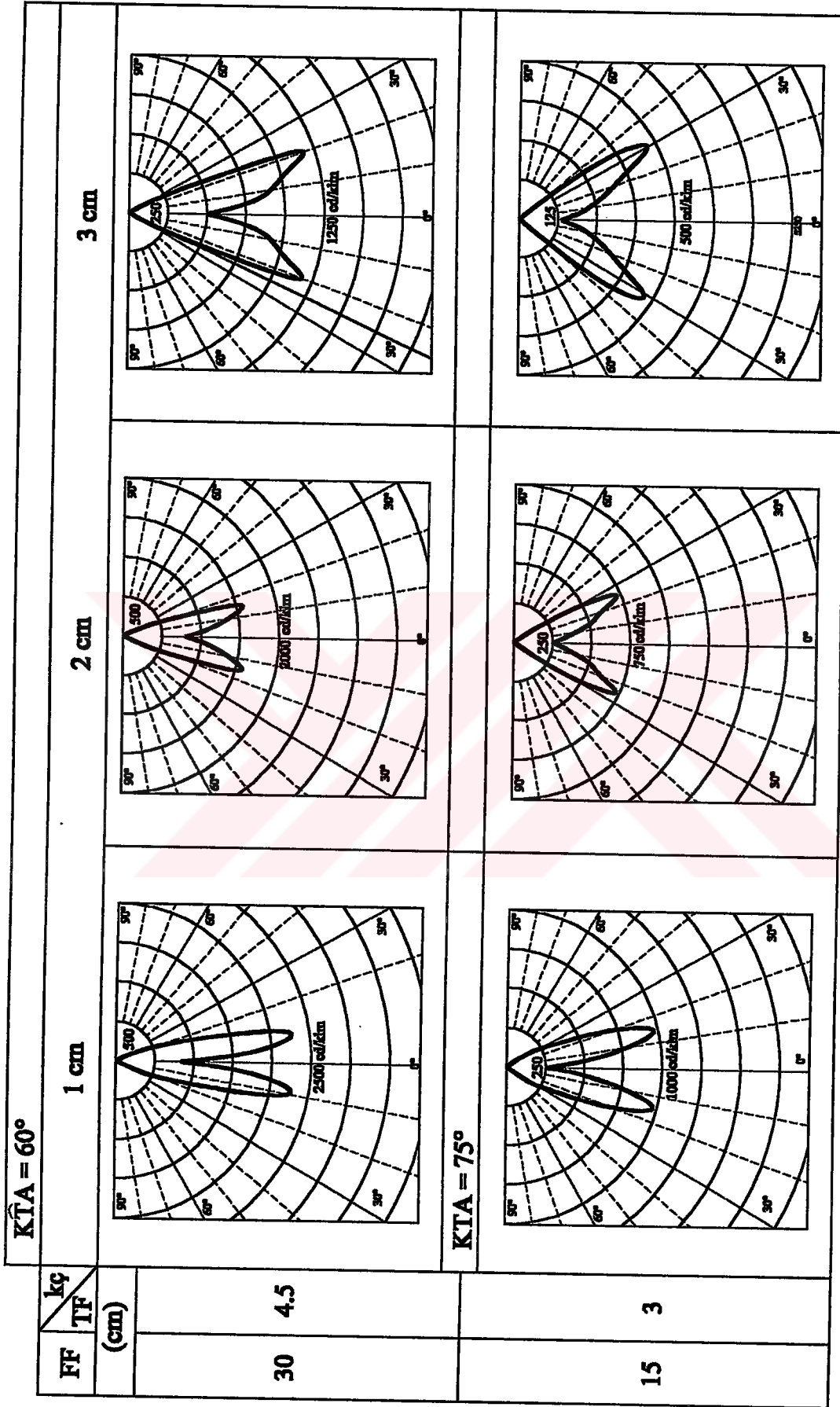
5.1.2 Elipsoit yansıtıcı

Bu bölümde, elipsoit yansıtıcı ile ilgili olarak oluşturulan, 15 ayrı durumdaki ışık yeğnlik dağılımları eğrilerle gösterilmiştir. Çizelge 5.3'te verilen değerler aracılığı ile 15 ayrı durum için elde edilen ışık yeğnlik eğrileri, Şekil 5.4 a-c' deki grafiklerde verilmiştir.

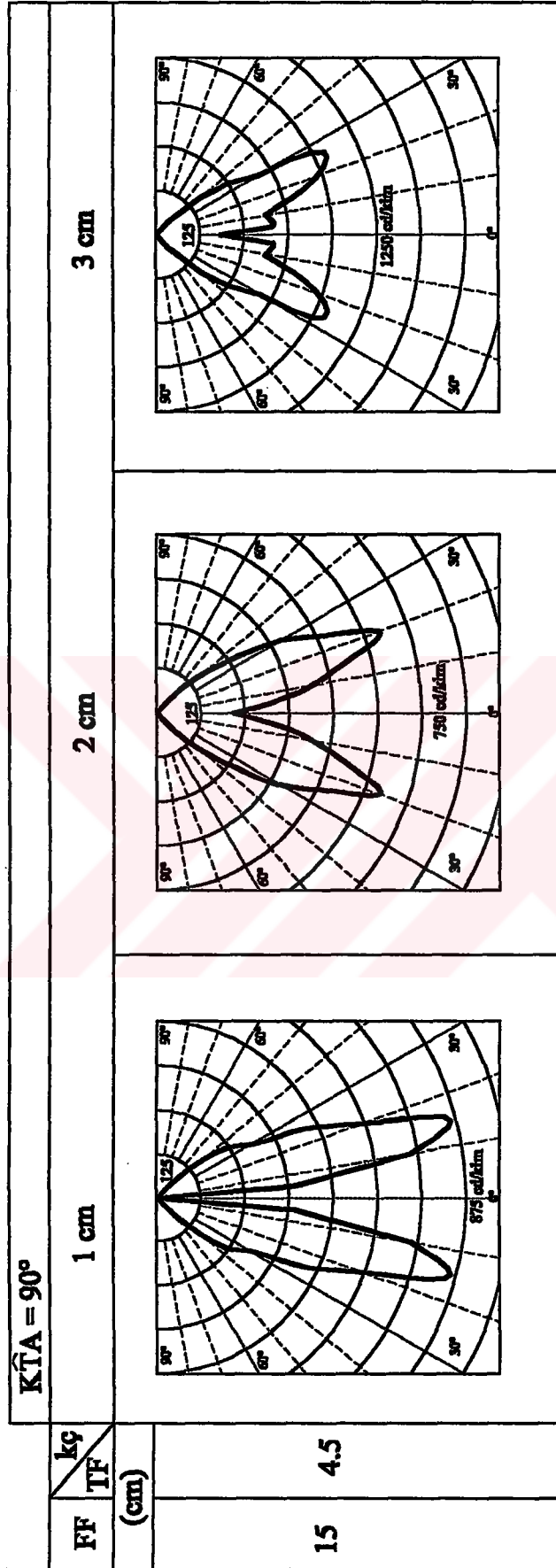




Şekil 5.4.2- Elipsoit yansıtıcı için oluşturulan ışık yegimlik eğrileri.



Şekil 5.4.b- Elipsoit yansıtıcı için oluşturulan ışık yegünlük eğrileri.

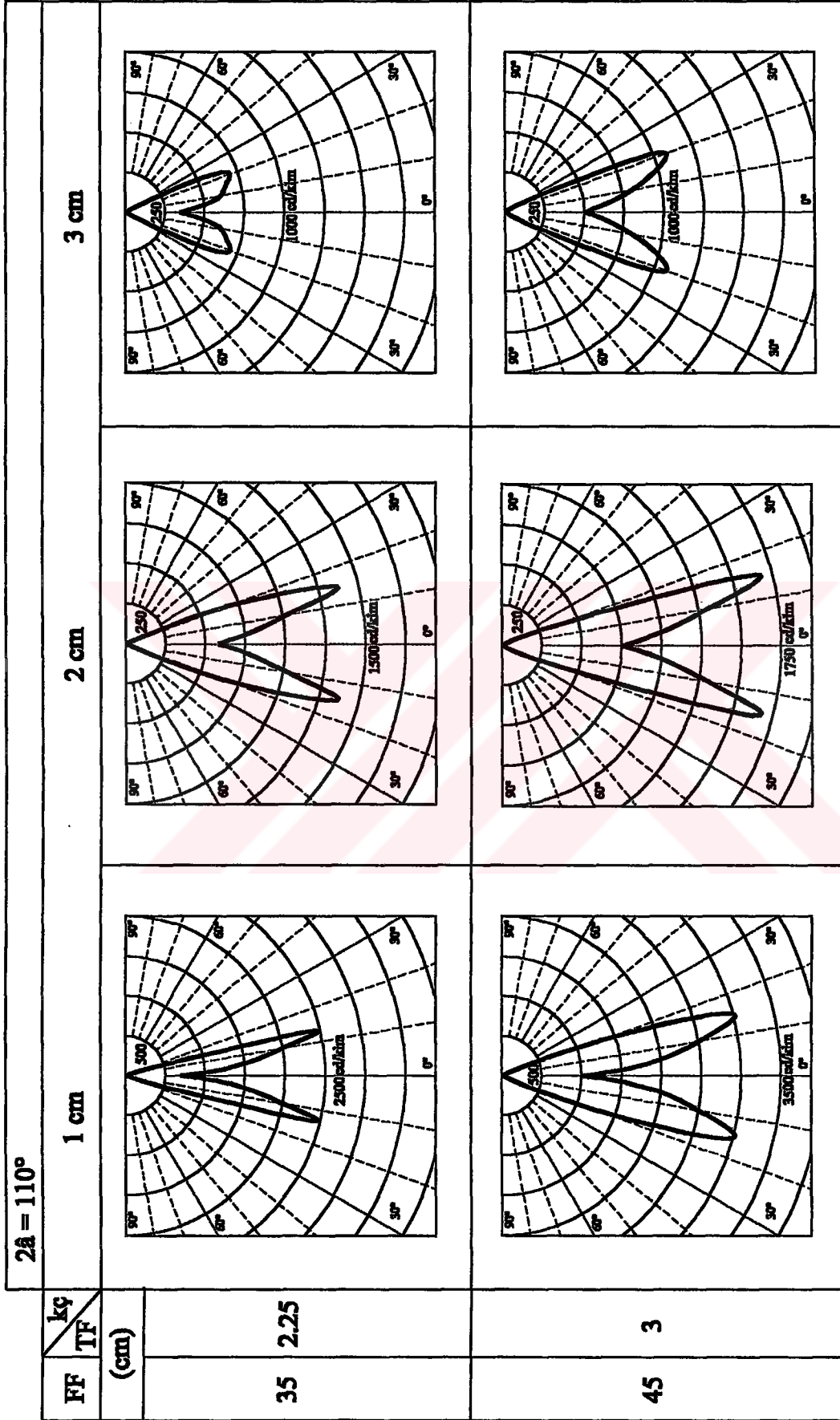


Şekil 5.4.c- Elipsoit yansıtıcı için oluşturulan ışık yegirlik eğrileri.

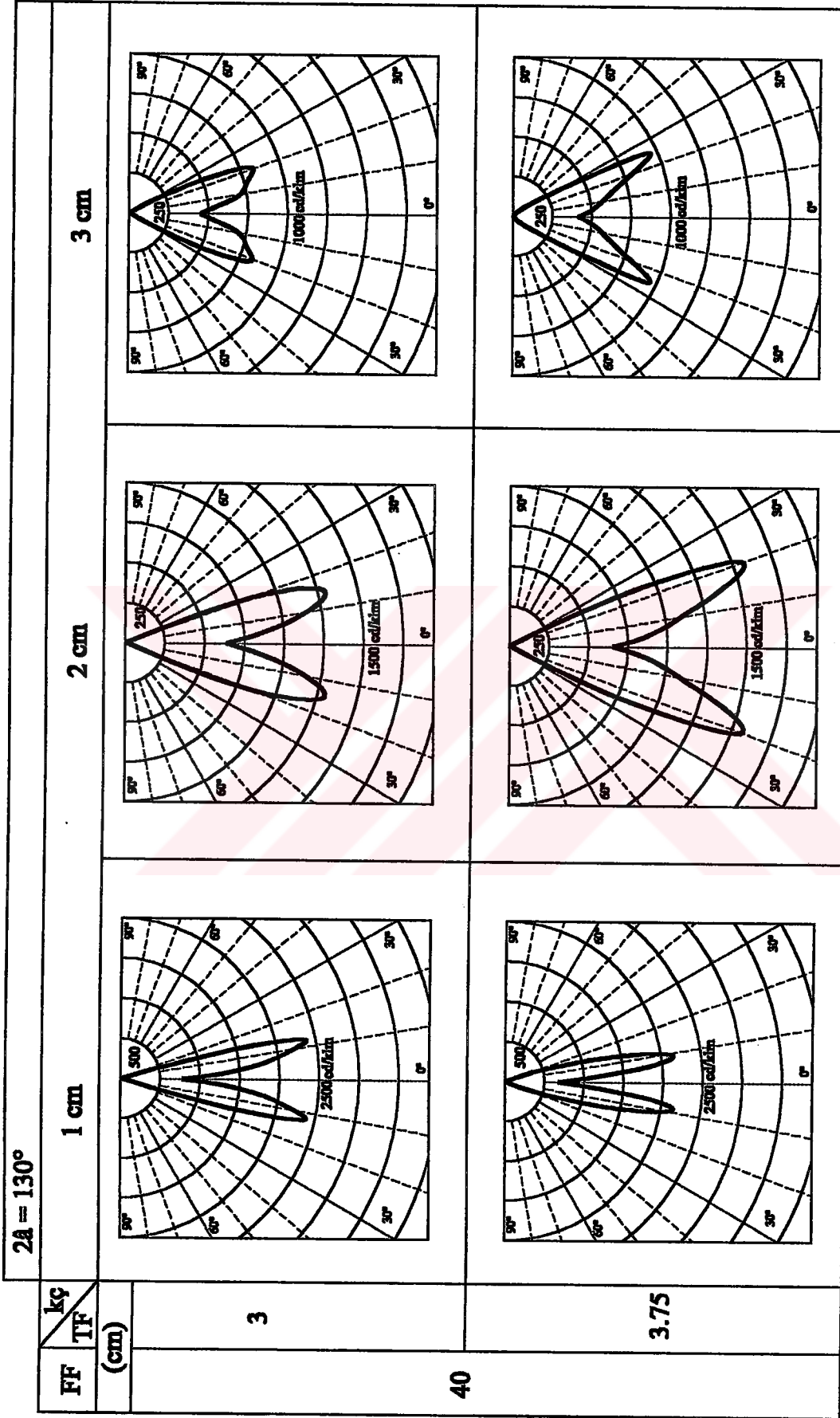
5.1.3 Hiperboloit yansıtıcı

Burada hiperboloit yansıtıcı ile ilgili olarak oluşturulan, 15 ayrı durumdaki ışık yeğirlik dağılımı eğrileri verilmiştir. Çizelge 5.5’de belirtilen değerler aracılığı ile 15 ayrı durum için saptanan ışık yeğirlik eğrileri, Şekil 5.4 a-c’ deki grafiklerde gösterilmiştir.

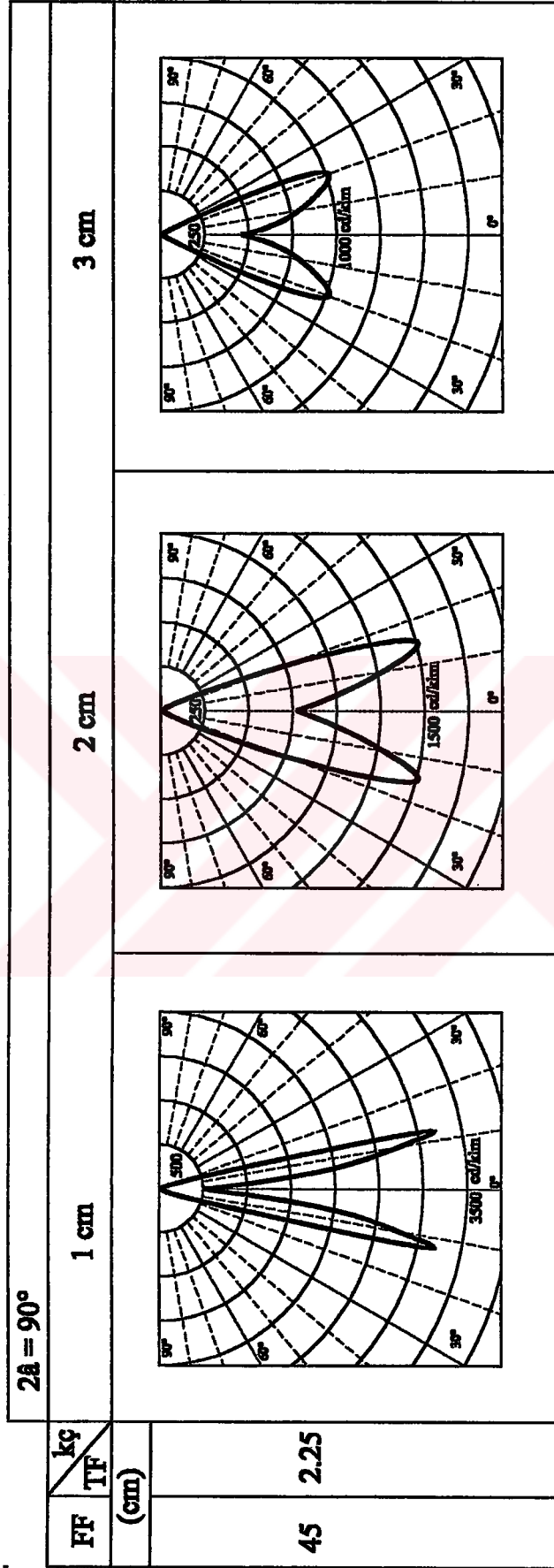




Şekil 5.5.a- Hiperboloit yansıtıcı için oluşturulan ışık yegünlük eğrileri.



Şekil 5.5.b- Hiperboloit yansıtıcı için oluşturulan ışık yegirlik eğrileri.



Şekil 5.5.c- Hiperboloit yansıtıcı için oluşturulan ışık yoğunluk eğrileri.

5.2 Işık Akısı Dağılımı

Bu çalışma içinde, lamba ışığının yansıtıcı üzerine düşen bölümünün yalnızca yansıtıcıya aygıt dışına çıkmasına yol açan, saydamsız konik yansıtıcılar ele alınmıştır. Bu nedenle incelenen her üç konik yansıtıcı türünde, ışık akısı dağılımına göre belirlenen aydınlatma biçimlerinden, dolaysız aydınlatma söz konusudur. Dolaysız aydınlatma biçiminde, aygıtın aşağı doğru yolladığı ışık akısının, yayımladığı tüm ışık akısına oranı % 100-90 arasındadır (Çizelge 3.1; Şekil 3.4).

5.3 Geriverim

Bu bölümde, ele alınan parabolit, elipsoit ve hiperbolit yansıtıcılar için saptanan aygıt geriverimi değerleri ve geriverimin hesaplanmasında izlenen yol yer almaktadır.

• Aygıt geriveriminin bulunması

Çalışmada yapılan geriverim hesapları temelde, aygıttan çıkan dolaysız ışık (v_d) ve yansımış ışık (v_y) oranlarının hesaplanmasına dayanmıştır. Aygıt geriveriminin hesaplanmasında izlenen işlem dizisi aşağıda verilmiştir (Ünver, 1991; Öztürk, 1995).

1. Yansıtıcının ölçekli bir kesiti çizilir.
2. Kesit üzerinde, odak noktasını yansıtıcı etek noktalarına birleştiren ışınsal doğrular çizilerek, dolaylı ve yansımış ışık ışınlarına ait bölümler belirlenir.
3. Yansıtıcı kesiti, başlangıcı odak olan eşit düzlem açılar ile çok sayıda bölgeye ayrılır.
4. Yansıtıcı bölgelerine ilişkin düzlem açılar aracılığı ile her bölgenin hacim açısı (steradyan) karşılığı belirlenir.
5. 2. bölgenin hacim açısı değerinden 1. bölgenin hacim açısı değeri çıkartılarak, 2. bölgeye ilişkin gerçek hacim açısı değeri hesaplanır. Bu işlem, öteki bölgeler için yinelenir.
6. Dolaysız ışık bölgesine ve yansımış ışık bölgelerine ilişkin olarak hesaplanan hacim açısı değerleri, toplam hacim açısına (4π) bölünerek, belirlenen her bölgenin yayımladığı ışık oranı bulunur.

7. Yansımış ışık akısı gönderen bölgelere ilişkin olarak hesaplanan oranlar, yansıtıcı gerecin yansıtma çarpanı ile çarpılarak, gerçek yansımış ışık oranları bulunur^{**}.
8. Dolaysız ışık bölgesine ve yansımış ışık gönderen bölgelere ilişkin hesaplanan oranlar toplanarak, aygıt geriverimi bulunur.

5.3.1 Parabolit yansıtıcı

Beş adet parabolit yansıtıcı için hesaplanan geriverim değerleri, Çizelge 5.7'de verilmiştir. Çizelge 5.7'de dolaysız ışık ile yansımış ışık bölümlerine ait geriverim değerleri ayrı ayrı gösterilmiştir.

Çizelge 5.7- Parabolit yansıtıcıya ilişkin geriverim değerleri.

α_{min} (derece)	f (cm)	Dolaysız ışık geriverimi (v_d)	Yansımış ışık geriverimi (v_y)	Toplam geriverim (v)
45°	4.5	0.15	0.63	0.78
	3	0.15	0.56	0.71
55°	4.5	0.22	0.51	0.73
		0.22	0.57	0.79
65°		0.29	0.51	0.80

5.3.2 Elipsoit yansıtıcı

Beş ayrı elipsoit yansıtıcı için hesaplanan geriverim değerleri, Çizelge 5.8'de verilmiştir. Çizelge 5.8'de dolaysız ışık ile yansımış ışık bölümlerine ilişkin geriverimler ayrı ayrı belirtilmiştir.

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
TEKNOLOJİ GELİŞTİRME MERKEZİ

^{*}Bu çalışmada yansıtıcı yüzeyin yansıtma çarpanı (r): 0.80 olarak alınmıştır (Ek 3).

Çizelge 5.8- Elipsoit yansıtıcıya ilişkin geriverim değerleri.

K _T A (derece)	FF' (cm)	TF (cm)	Dolaysız ışık geriverimi (v _d)	Yansımış ışık geriverimi (v _y)	Toplam geriverim (v)
45°	45	4.5	0.17	0.61	0.78
	30	3	0.17	0.54	0.71
60°		4.5	0.19	0.59	0.78
75°	15	3	0.19	0.52	0.71
90°		4.5	0.24	0.55	0.79

5.3.3 Hiperboloit yansıtıcı

Beş farklı hiperboloit yansıtıcı için, hesaplanan geriverim değerleri Çizelge 5.8' de yer almaktadır. Çizelge 5.8' de dolaysız ışık ile yansımış ışık bölümlerine ilişkin geriverim değerleri ayrı ayrı verilmiştir.

Çizelge 5.9- Hiperboloit yansıtıcıya ilişkin geriverim değerleri.

θ_{min} (derece)	FF' (cm)	TF (cm)	Dolaysız ışık geriverimi (v_d)	Yansımış ışık geriverimi (v_y)	Toplam geriverim (v)
45°	45	2.25	0.15	0.50	0.65
55°		3	0.22	0.52	0.74
	35	2.25	0.22	0.46	0.68
65°	40	3	0.29	0.50	0.79
		3.75	0.29	0.46	0.75

5.4 Aydınlık Düzeyi Dağılımı

Seçilen paraboloid, elipsoit ve hiperboloit yansıtıcılardan çıkan yansımış ışık ile oluşan aydınlık dağılımları hacim açısı yöntemi^{**} uygulanarak belirlenmiş ve aydınlık düzeyi eğrilerinde gösterilmiştir. Oluşturulan aydınlık düzeyi eğrilerinde, yatay eksen, aydınlanan

* Hacim açısı yöntemi Ek 3'te verilmiştir.

düzlemin aygıt ekseninden uzaklıkları (m), düşey eksen ise aydınlık düzeyi değerlerini (E (lm/m^2)) göstermektedir. Bir yansıtıcının kaynak çapına göre değişen aydınlık düzeyi eğrileri farklı çizgi tipleri ile gösterilmiş, yansıtıcılara ait aygıt-aydınlanan düzlem arası uzaklıklar (h_K), odak (f), iki odak arası (FF'), odak ile tepe noktası arasındaki uzaklıklar (TF), koni tepe açıları ($K\hat{T}A$) ve dolaysız ışığın yayılma açıları ($2\hat{\alpha}_{min}$), grafiklerde belirtilmiştir.

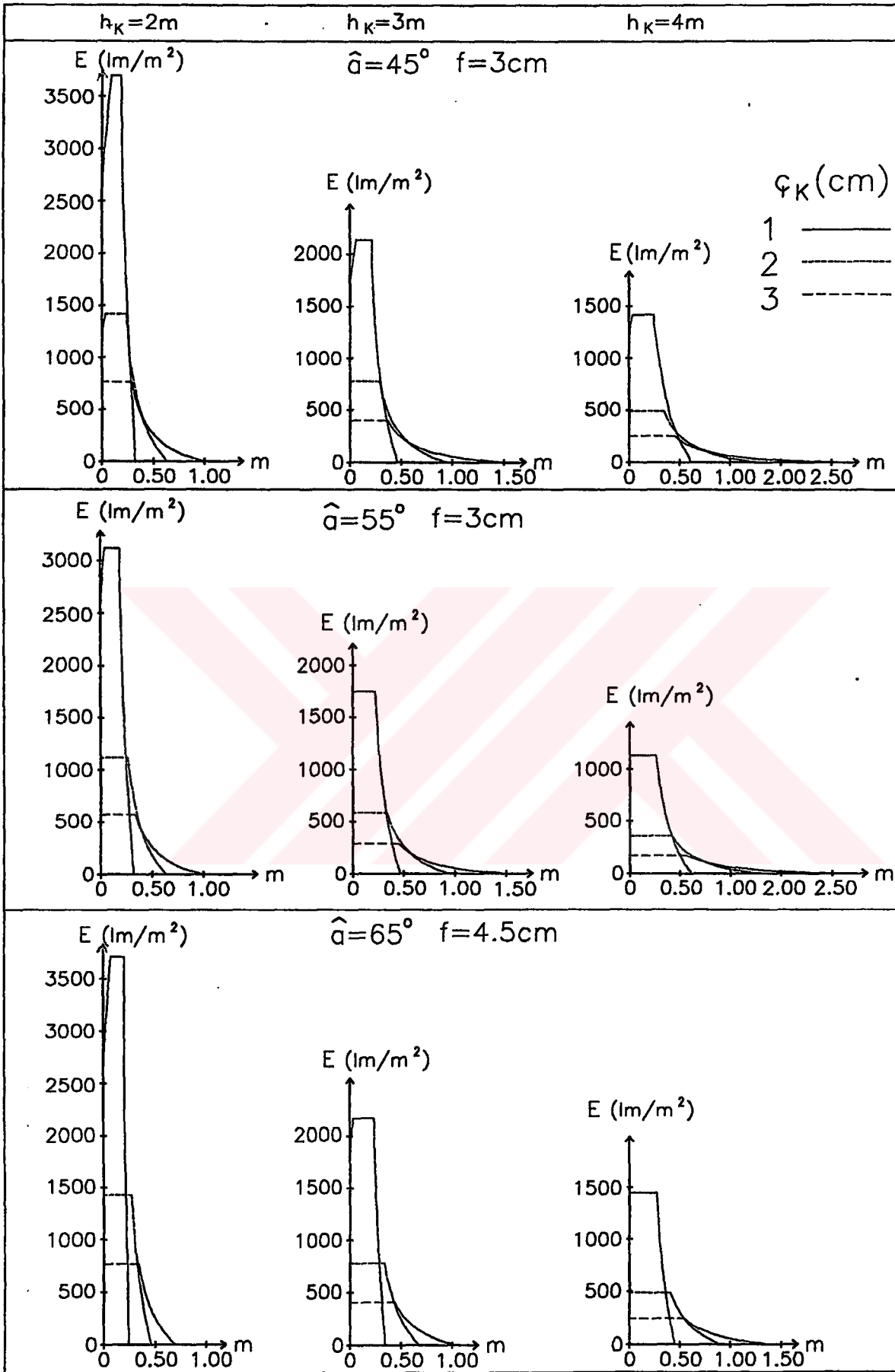
Aydınlık düzeyi eğrileri oluşturulurken,

- aydınlanan düzlemin, aygıt eksenine -yansıtıcının x eksenine- dik yatay düzlem,
- ışık kaynağının, küre biçiminde ve izotrop dağıtımli,
- yansıtıcının iç yüzeyinin düzgün yansıma yaptığı ve yansıtma çarpanının 0.80,
- aygıttan çıkan dolaysız ışık akısının, aydınlanan düzleme düşmesi engellenerek, bu düzlemdeki aydınlığa, yalnızca, yansıtıcıdan yansıyarak gelen ışıkların katkısı,
- yansıtıcıdan yansıyan ışık akısının, lamba ampulüne değmeden tümü ile aygıt dışına çıktığı düşünülerek, yansımış ışık akısında yalnızca, yansıtıcı yüzeyin yansıtma çarpanına bağlı olarak azalma,

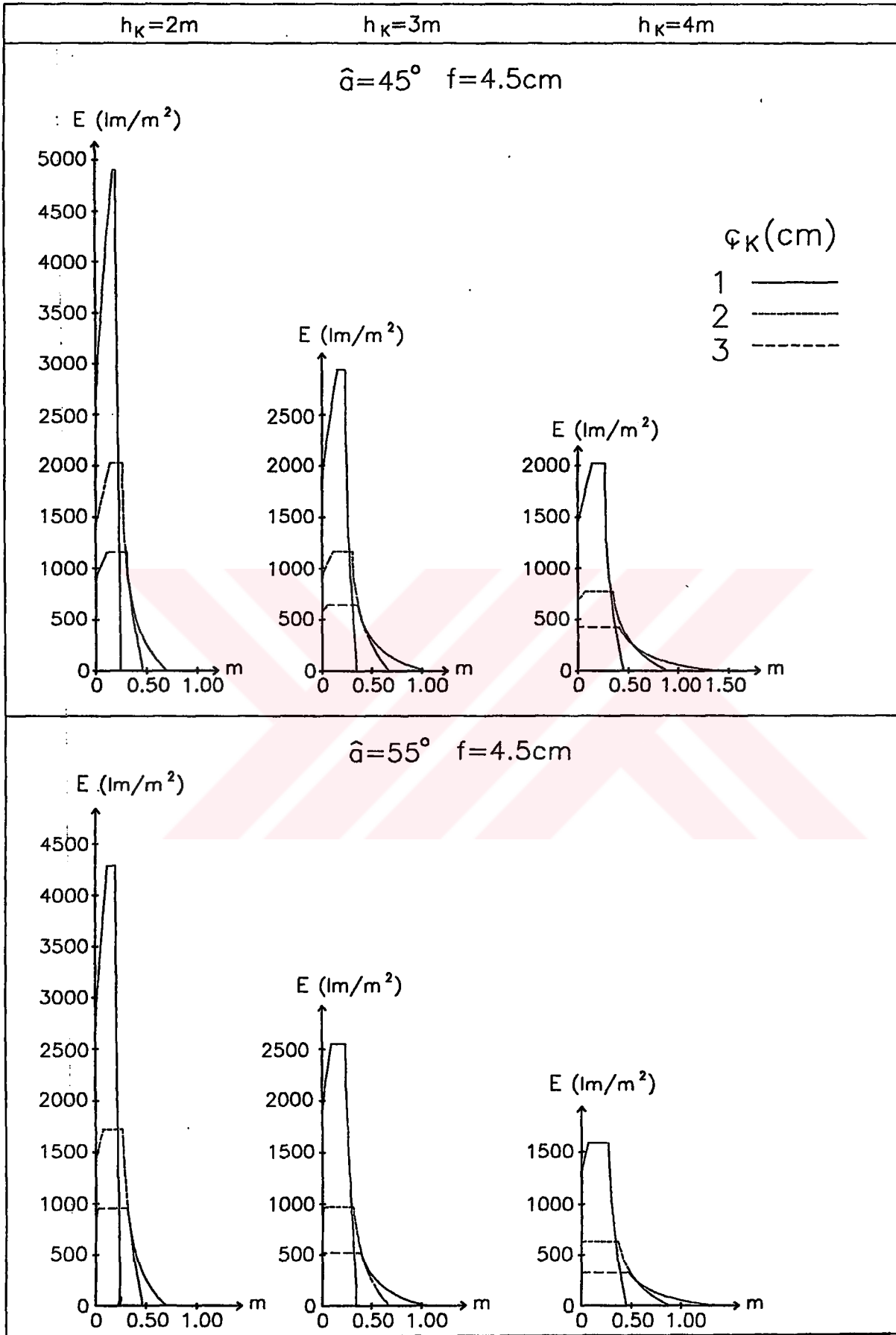
olduğu varsayılmıştır.

5.4.1 Paraboloid yansıtıcı

Ele alınan paraboloid yansıtıcılar ile ilgili olarak, 45 ayrı durumdaki aydınlık dağılımları Şekil 5.6 a,b' deki aydınlık düzeyi eğrileri ile gösterilmiştir.



Şekil 5.6.a- Paraboloid yansıtıcı için oluşturulan aydınlık düzeyi eğrileri (Öztürk, 1999).

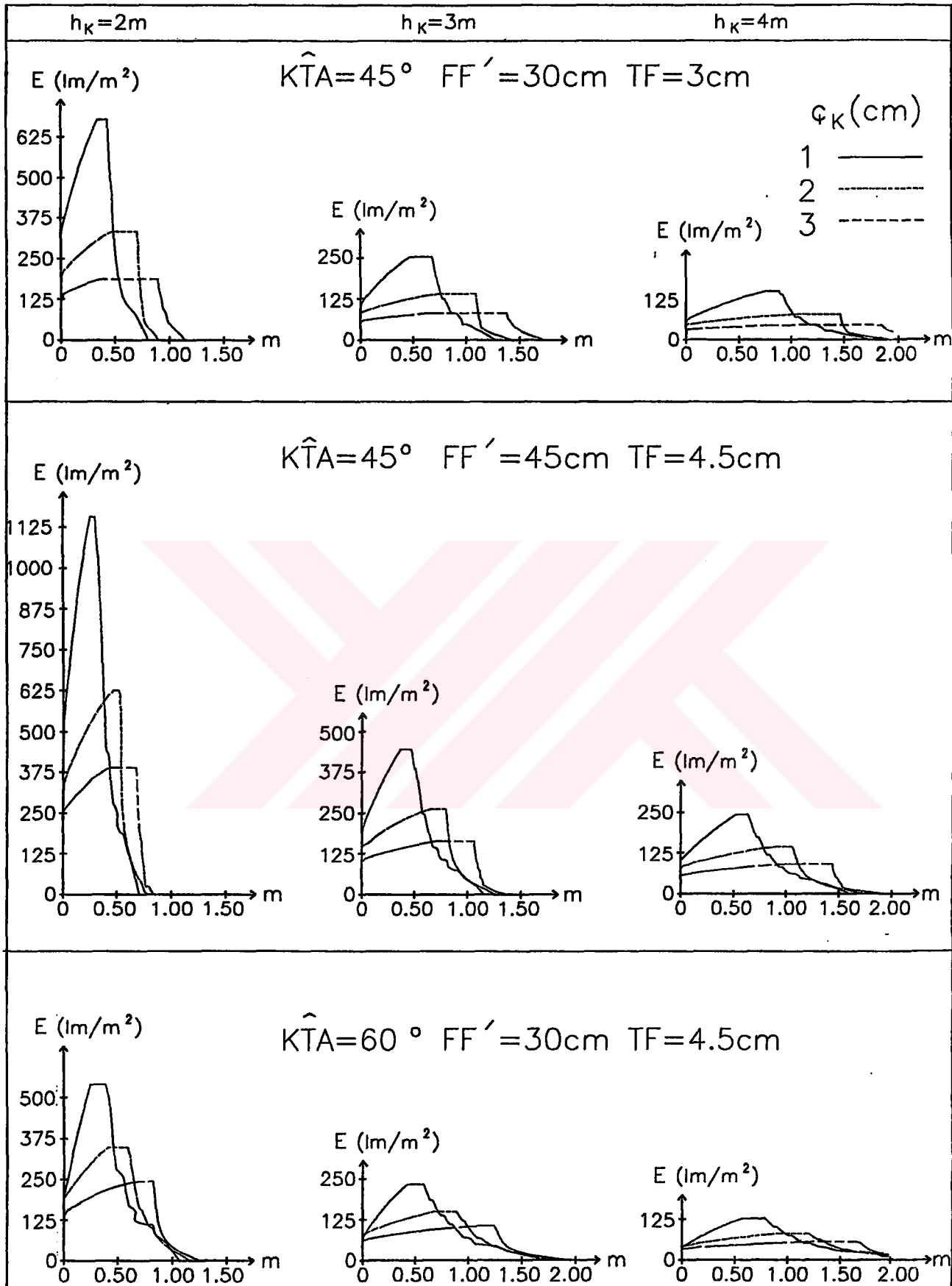


Şekil 5.6.b- Parabolit yansıtıcı için oluşturulan aydınlık düzeyi eğrileri (Öztürk, 1999).

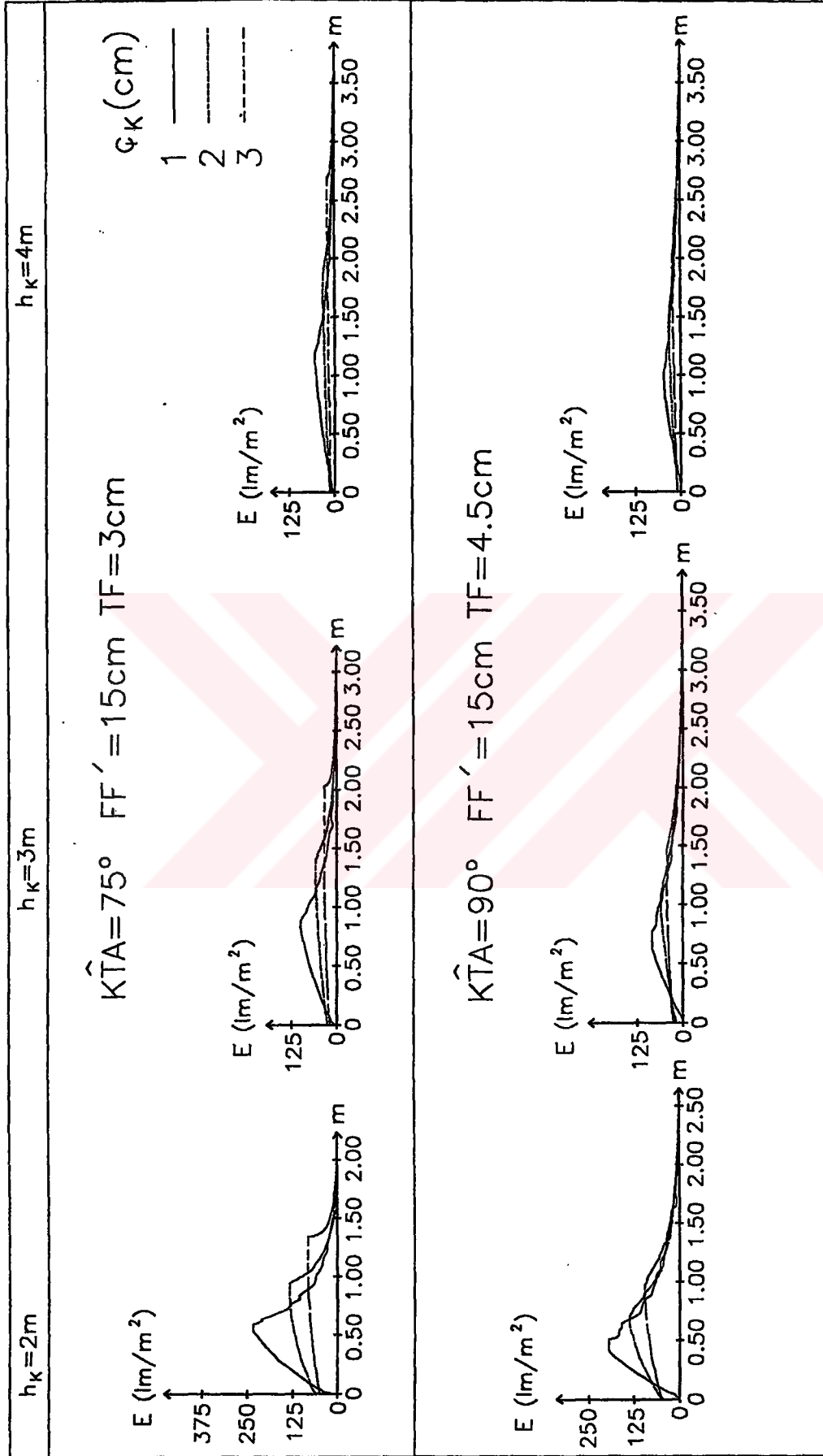
5.4.2 Elipsoit yansıtıcı

İncelenen elipsoit yansıtıcılar ile ilgili olarak, 45 ayrı duruma ilişkin aydınlık düzeyi dağılımları, Şekil 5.7 a,b' deki aydınlık düzeyi eğrileri ile gösterilmiştir.





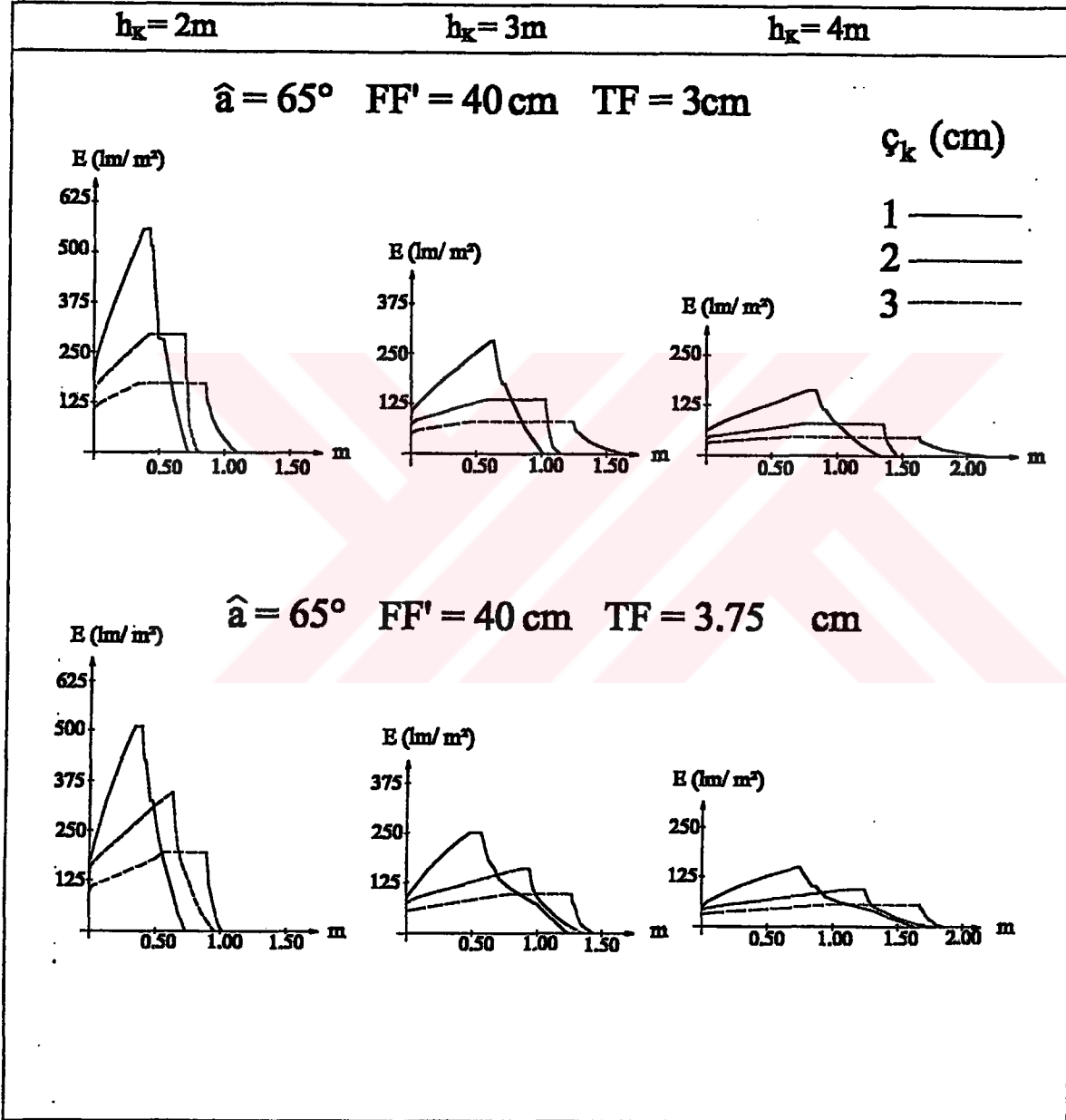
Şekil 5.7.a- Elipsoit yansıtıcı için oluşturulan aydınlık düzeyi eğrileri (Öztürk, 1999).



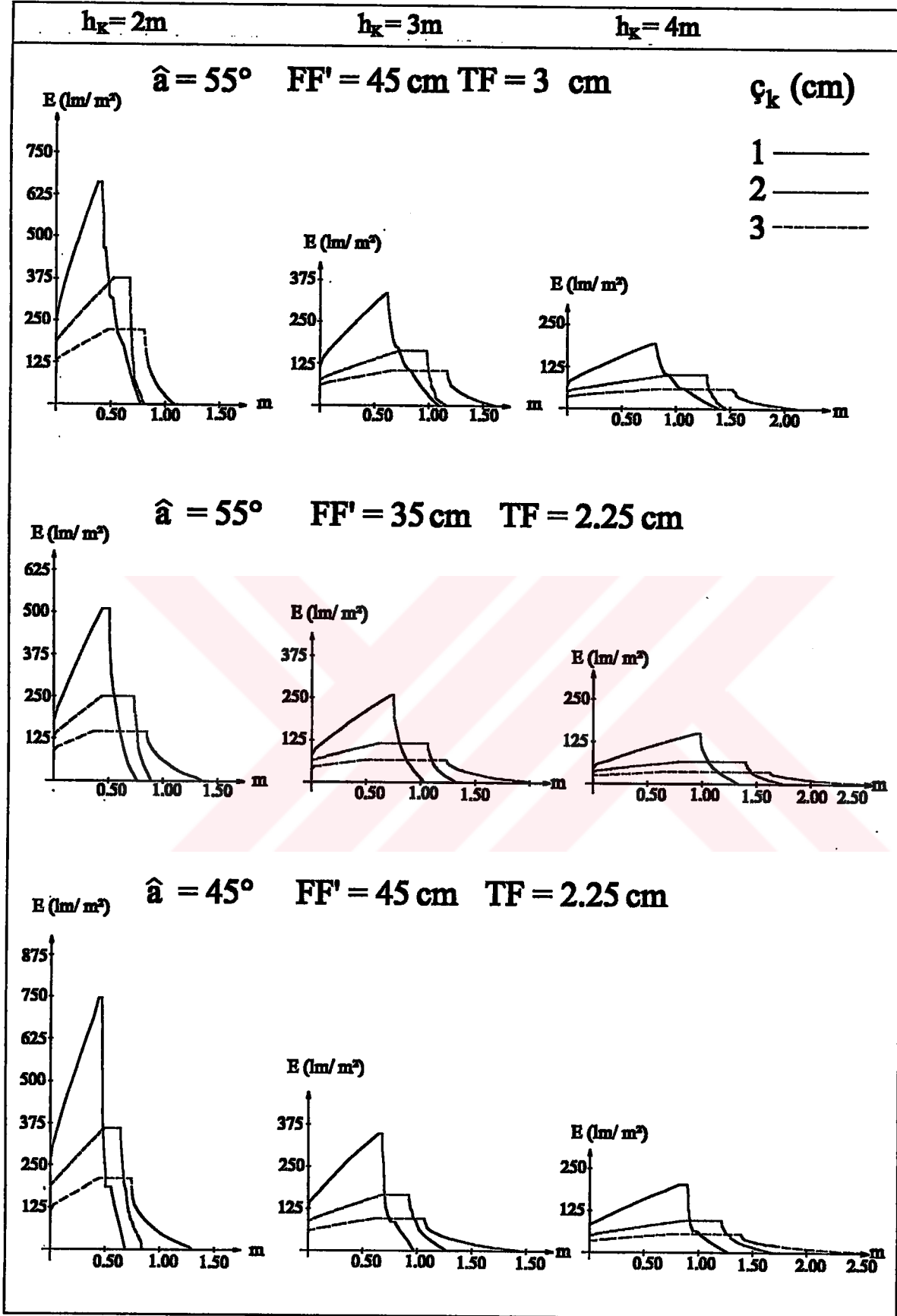
Şekil 5.7.b- Elipsoit yansıtıcı için oluşturulan aydınlık düzeyi eğrileri (Öztürk, 1999).

5.4.3 Hiperboloit yansıtıcı

Bu çalışmada, hiperboloit yansıtıcı ile ilgili olarak, oluşturulan 45 ayrı durumdaki aydınlık düzeyi dağılımları, Microsoft Excell 97 programı aracılığı ile hesaplanarak belirlenmiştir. Çizelge 5.5'te belirtilen değerler aracılığıyla oluşturulan aydınlık düzeyi eğrileri, Şekil 5.8 a,b' deki grafikler ile gösterilmiştir.



Şekil 5.8.a- Hiperboloit yansıtıcı için oluşturulan aydınlık düzeyi eğrileri..



Şekil 5.8.b- Hiperboloit yansıtıcı için oluşturulan aydınlık düzeyi eğrileri.

6. KONİK YANSITICILARIN AYDINLATMA ÖZELLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Bu bölümde konik yansıtıcıların, 5. bölümde incelenen,

- ışık yeğirlik dağılımı,
- ışık akısı dağılımı,
- geriverim,
- aydınlık düzeyi dağılımı,

özelliikleri karşılaştırılmıştır.

6.1 Işık Yeğirlik Dağılımı

İncelenen parabolit, elipsoit ve hiperbolit yansıtıcılara ilişkin yapılan ışık yeğirliği dağılımı hesaplama sonuçları ve oluşturulan ışık yeğirlik eğrilerinden yararlanılarak,

- $I_{\max}$ (en büyük ışık yeğirliği),
- I_0 (0° doğrultusundaki ışık yeğirliği),
- α (ışık konisinin tepe açısı),

değerleri belirlenmiştir. Her yansıtıcı tipi için, belirtilen büyüklüklere ilişkin değerlerin kaynak çapına göre değişimleri, Çizelge 6.1- 6.3' te verilmiştir.

Çizelge 6.1- Parabolit yansıtıcıda yer alan ışık kaynağının boyutuna (k_q) bağlı olarak, 0° doğrultusundaki ışık yeg'inliğinin (I_0), en büyük ışık yeg'inliğinin (I_{max}), ışık konisi tepe açısının (α) değışimini.

		Odak uzaklığı (f, cm)				
		3			4.5	
		k_q / I_0	k_q / I_{max}	k_q / α	k_q / I_0	k_q / α
		$1 / 10436$	$1 / 14808$	$1 / 12$	$1 / 11040$	$1 / 12$
90		$2 / 5040$	$2 / 5708$	$2 / 16$	$2 / 6000$	$2 / 18$
		$3 / 3068$	$3 / 3077$	$3 / 24$	$3 / 3671$	$3 / 20$
		$1 / 10000$	$1 / 12477$	$1 / 10$	$1 / 10822$	$1 / 13$
110		$2 / 4712$	$2 / 4768$	$2 / 20$	$2 / 5808$	$2 / 20$
		$3 / 2244$	$3 / 2250$	$3 / 26$	$3 / 3884$	$3 / 22$
					$1 / 10384$	$1 / 14$
130					$2 / 5696$	$2 / 21$
					$3 / 3013$	$3 / 23$

k_q : kaynak çapı (cm)

α : ışık konisinin tepe açısı

I_0 : 0° doğrultusundaki ışık yeg'inliği (cd)

I_{max} : en büyük ışık yeg'inliği (cd)

Çizelge 6.2- Elipsoit yansıtıcıda yer alan ışık kaynağının boyutuna (k_g) bağlı olarak, 0° doğrultusundaki ışık yegünlüğünün (I_0), en büyük ışık yegünlüğünün (I_{max}), ışık konisi tepe açısının (α) değışimini.

Koni tepe açısı (KTA; derece)												
45				60				75				90
k_g / I_0	k_g / I_{max}	k_g / α	k_g / I_0	k_g / I_{max}	k_g / α	k_g / I_0	k_g / I_{max}	k_g / α	k_g / I_0	k_g / I_{max}	k_g / α	k_g / I_0
15						1 / 180	1 / 1106	1 / 44				
						2 / 252	2 / 725	2 / 60				
						3 / 135	3 / 550	3 / 72				
30	1 / 1320	1 / 2844	1 / 25									
	2 / 800	2 / 1592	2 / 44									
	3 / 520	3 / 970	3 / 56									
45	1 / 2080	1 / 4762	1 / 20									
	2 / 1328	2 / 2596	2 / 30									
	3 / 1000	3 / 1738	3 / 40									
15									1 / 0	1 / 861	1 / 50	
									2 / 216	2 / 671	2 / 66	
									3 / 180	3 / 583	3 / 70	
30				1 / 840	1 / 2271	1 / 28						
				2 / 800	2 / 1574	2 / 36						
				3 / 500	3 / 1020	3 / 46						

Tepe noktası ile odak arasındaki uzaklık (TF; cm)

k_g : kaynak çapı (cm)

α : ışık konisinin tepe açısı

I_0 : 0° doğrultusundaki ışık yegünlüğü (cd)

I_{max} : en büyük ışık yegünlüğü (cd)

İki odak arası uzaklık (TF; cm)

Çizelge 6.1-6.3'teki sonuçların karşılaştırılması ve değerlendirilmesi aşağıdaki gibi yapılabilir:

- I_0 (0° doğrultusundaki ışık yoğunluğu), her üç yansıtıcı için de, genel olarak, kaynak boyutu büyüdükçe düşmektedir. Belirlenen I_0 değerleri,
 - parabolit yansıtıcı için,
 - kaynak çapının 1 cm olduğu durumda, 10000 cd-11040 cd,
 - kaynak çapının 2 cm olduğu durumda, 4712 cd-6000 cd,
 - kaynak çapının 3 cm olduğu durumda, 2244 cd-3884 cd,
 - elipsoit yansıtıcı için,
 - kaynak çapının 1 cm olduğu durumda, 0 cd-2800 cd,
 - kaynak çapının 2 cm olduğu durumda, 216 cd-1328 cd,
 - kaynak çapının 3 cm olduğu durumda, 135 cd-1000 cd,
 - hiperbolit yansıtıcı için,
 - kaynak çapının 1 cm olduğu durumda, 460 cd-1000 cd,
 - kaynak çapının 2 cm olduğu durumda, 580 cd-772 cd,
 - kaynak çapının 3 cm olduğu durumda, 412 cd-500 cd,

arasında değişmektedir. Kaynak çapının 1,2,3 cm olduğu her üç durumda da, en büyük I_0 değerleri sırası ile parabolit, elipsoit ve hiperbolit yansıtıcıda elde edilmiştir. Bununla birlikte, elipsoit ve hiperbolit yansıtıcılarda bulunan değerler birbirine yakın büyüklüktedir.
- I_{max} (en büyük ışık yoğunluğu), her üç yansıtıcı için de, kaynak boyutu büyüdükçe düşmektedir. Belirlenen I_{max} değerleri,
 - parabolit yansıtıcı için,
 - kaynak çapı 1 cm olduğu durumda, 12477 cd-19825 cd,
 - kaynak çapı 2 cm olduğu durumda, 4768 cd-8205 cd,
 - kaynak çapı 3 cm olduğu durumda, 2250 cd-4784 cd,
 - elipsoit yansıtıcı için,
 - kaynak çapı 1 cm olduğu durumda, 861 cd-4762 cd,
 - kaynak çapı 2 cm olduğu durumda, 671 cd-2596 cd,
 - kaynak çapı 3 cm olduğu durumda, 550 cd-1738 cd,

□ hiperboloit yansıtıcı için,

kaynak çapı 1 cm olduğu durumda, 2146 cd-3182 cd,

kaynak çapı 2 cm olduğu durumda, 1119 cd-1676 cd,

kaynak çapı 3 cm olduğu durumda, 830 cd-1079 cd,

arasında değişmektedir. Burada, en büyük $I_{\max}$ değerleri sırası ile, parabolit, hiperboloit ve elipsoit yansıtıcıda elde edilmiştir. Ancak, hiperboloit ve elipsoit yansıtıcılar arasındaki ayırım, parabolit ve hiperboloit arasındaki ayırım kadar büyük değildir.

- α (ışık konisinin tepe açısı), her üç yansıtıcı için de kaynak boyutu küçüldükçe büyümektedir. Belirlenen α değerleri,

□ parabolit yansıtıcı için,

kaynak çapı 1 cm olduğu durumda, 10° - 14° ,

kaynak çapı 2 cm olduğu durumda, 16° - 21° ,

kaynak çapı 3 cm olduğu durumda, 20° - 26°

□ elipsoit yansıtıcı için,

kaynak çapı 1 cm olduğu durumda, 20° - 50° ,

kaynak çapı 2 cm olduğu durumda, 30° - 66° ,

kaynak çapı 3 cm olduğu durumda, 40° - 72° ,

□ hiperboloit yansıtıcı için,

kaynak çapı 1 cm olduğu durumda, 26° - 35° ,

kaynak çapı 2 cm olduğu durumda, 38° - 46° ,

kaynak çapı 3 cm olduğu durumda, 46° - 56°

arasında değişmektedir. Burada en küçük α değerleri sırası ile, parabolit, hiperboloit ve elipsoit yansıtıcıda çıkmaktadır. Ancak, elipsoit yansıtıcıda en büyük α değerleri görülmesine rağmen, hiperboloit yansıtıcı ile birbirine yakındır.

6.2 Işık Akısı Dağılımı

Bölüm 5.2’de değinildiği gibi, aydınlatma özellikleri incelenen parabolit, elipsoit ve hiperbolit yansıtıcıların her biri, ışık akısı dağılımları -aydınlatma biçimleri- açısından dolaysız aydınlatma biçimine girmektedir.

6.3 Geriverim

Bölüm 5.3’te geriverim hesapları yapılan parabolit, elipsoit ve hiperbolit yansıtıcıların ,

- v_d (dolaysız ışık geriverimi),
- v_y (yansımış ışık geriverimi),
- v (dolaysız+yansımış ışık geriverimi),

değerleri belirlenmiş, Çizelge 5.7-5.9’da verilmiştir. Çizelge 5.7-5.9’daki sonuçların karşılaştırması ve değerlendirilmesi aşağıdaki gibi yapılabilir:

- v_d (dolaysız ışık geriverimi) değerleri,
 - parabolit yansıtıcı için, 0.15-0.29 arasında,
 - elipsoit yansıtıcı için, 0.17-0.24 arasında,
 - hiperbolit yansıtıcı için, 0.15-0.29 arasında,
 değişmektedir. Belirlenen v_d değerleri, parabolit ve hiperbolit yansıtıcıda dolaysız ışığın yayılma açısı ($2\hat{\alpha}_{min}$), elipsoit yansıtıcıda ise koni tepe açısı ($K\hat{T}A$) büyüdükçe artmaktadır.
- v_y (yansımış ışık geriverimi) değerleri,
 - parabolit yansıtıcı için, 0.51-0.63 arasında,
 - elipsoit yansıtıcı için, 0.52-0.61 arasında,
 - hiperbolit yansıtıcı için, 0.46-0.52 arasında,
 değişmektedir. Belirlenen v_y oranları içinde en düşük değerler, hiperbolit yansıtıcı için çıkmıştır.
- v (dolaylı+yansımış ışık geriverimi) değerleri,
 - parabolit yansıtıcı için, 0.71-0.80 arasında,
 - elipsoit yansıtıcı için, 0.71-0.79 arasında,

□ hiperboloit yansıtıcı için, 0.65-0.79 arasında, değişmektedir. Belirlenen v değerleri içinde, en düşük değerler hiperboloit yansıtıcıda elde edilmiştir. Parabeloite ve elipsoit yansıtıcıların toplam geriverim değerleri birbirine yakındır.

6.4 Aydınlik Düzeyi Dağılımı

Bölüm 5.4'te aydınlık düzeyi eğrileri verilen parabeloite, elipsoit ve hiperboloite yansıtıcıların, yalnızca aygıt yüksekliğinin 2 m olduğu durum ele alınarak,

- E_1 (aygıt eksenindeki aydınlık düzeyi),
- E_{max} (en yüksek aydınlık düzeyi),
- E_1/E_{max} (aydınlık dağılımı düzgünlüğü)
- S (yansımış ışık ile aydınlanan toplam alan),

değerleri belirlenmiş ve her yansıtıcı tipinde, kaynak boyutuna bağlı olarak ortaya çıkan değişimler Çizelge 6.4-6.6' da verilmiştir.

Çizelge 6.4- Paraboloid yansıtıcıda yer alan ışık kaynağının boyutuna (k_q) bağlı olarak, aygıt eksenindeki aydınlık düzeyi (E_1), en yüksek aydınlık düzeyi (E_{max}), aydınlık dağılımı düzgünlüğü (E_1/E_{max}) ve aydınlanan toplam alanının (S) değişimi.

Odak uzaklığı (f, cm)									
3					4.5				
k _q	E ₁	E _{max}	E ₁ /E _{max}	S	k _q	E ₁	E _{max}	E ₁ /E _{max}	S
1	2538.7	3698.2	0.69	0.32	1	2575.9	4890.9	0.53	0.18
2	1263.2	1411.1	0.90	1.23	2	1285.4	2020.6	0.64	0.65
3	759.9	759.9	1	3.08	3	858.8	1157.4	0.74	1.49
1	2538.7	3110.9	0.82	0.31	1	2575.9	4287.0	0.60	0.18
2	1117.9	1117.9	1	1.23	2	1285.4	1718.3	0.75	0.65
3	569.6	569.6	1	3.08	3	858.8	956.1	0.90	1.49
					1	2575.9	3704.5	0.70	0.18
					2	1285.4	1427.9	0.90	0.65
					3	763.4	763.4	1	1.49

Dolaysız ışığın yayılma açısı (2θ _{min} , derece)	90	110	130

h : 2 m

k_q : kaynak çapı (cm)

E_1 : aygıt eksenindeki aydınlık düzeyi (lm/m^2) E_1/E_{max} : aydınlık dağılımı düzgünlüğü

E_{max} : en büyük aydınlık düzeyi (lm/m^2)

S : aydınlanan toplam alan (m^2)

Çizelge 6.5- Elipsoit yansıtıcıda yer alan ışık kaynağının boyutuna (k_q) bağlı olarak, aygıt eksenindeki aydınlık düzeyi (E_1), en yüksek aydınlık düzeyi (E_{max}), aydınlık dağılımı düzgünlüğü (E_1/E_{max}) ve aydınlanan toplam alanının (S) değişimi.

Koni tepe açısı (KTA; derece)																				
45					60					75					90					
k_0	E_1	E_{max}	E_1/E_{max}	S	k_0	E_1	E_{max}	E_1/E_{max}	S	k_0	E_1	E_{max}	E_1/E_{max}	S	k_0	E_1	E_{max}	E_1/E_{max}	S	
15										1	17.0	242.8	0.07	8.13						
										2	58.2	140.1	0.42	10.17						
										3	47.7	82.2	0.58	12.81						
30	1	274.7	691.5	0.40	2.01															
	2	189.5	331.4	0.57	2.50															
	3	124.7	188.4	0.66	4.08															
45	1	448.8	1222.1	0.37	1.58															
	2	352.1	667.1	0.53	1.86															
	3	260.2	392.8	0.66	2.16															
15																1	-	215.3	-	13.19
																2	45.0	144.2	0.31	15.89
																3	46.8	99.5	0.47	19.46
30						1	139.4	629.6	0.22	3.59										
						2	171.4	379.2	0.45	4.15										
						3	137.0	243.2	0.56	4.90										

İki odak arası uzaklık (TF; cm)

Tepe noktası ile odak arasındaki uzaklık (TF; cm)

E_{max} : en büyük aydınlık düzeyi (lm/m^2)

S : aydınlanan toplam alan (m^2)

E_1 : aygıt eksenindeki aydınlık düzeyi (lm/m^2) E_1/E_{max} : aydınlık dağılım düzgünlüğü

h : 2 m

k_q : kaynak çapı (cm)

Çizelge 6.6- Hiperboloit yansıtıcıda yer alan ışık kaynağının boyutuna (k_q) bağlı olarak, aygıt eksenindeki aydınlık düzeyi (E_1), en yüksek aydınlık düzeyi (E_{max}), aydınlık dağılımı düzgünlüğü (E_1/E_{max}) ve aydınlanan toplam alanının (S) değişimi.

Dolaysız ışığın yayılma açısı ($2\theta_{\min}$; derece)														
90					110					130				
k_q	E_1	$E_{\max}$	$E_1/E_{\max}$	S	k_q	E_1	$E_{\max}$	$E_1/E_{\max}$	S	k_q	E_1	$E_{\max}$	$E_1/E_{\max}$	S
35					1	175.7	559.5	0.31	1.45					
					2	120.7	249.7	0.48	2.43					
					3	86.2	144.2	0.60	5.63					
40										1	185.4	652.7	0.28	1.44
										2	156.2	294.2	0.53	1.86
										3	110.2	171.5	0.64	3.63
45	1	261.0	809.9	0.32	1.31									
	2	163.0	359.8	0.45	2.18									
	3	114.0	210.1	0.54	5.19									
40										1	130.6	744.3	0.17	2.16
										2	139.9	346.3	0.40	2.54
										3	118.2	208.7	0.56	2.96
45					1	251.9	832.3	0.30	1.57					
					2	166.5	377.0	0.44	1.86					
					3	116.9	223.1	0.52	3.54					

İki odak arası uzaklık (RF; cm)				Tepe noktası ile odak arasındaki uzaklık (TF; cm)			
35				2.25			
40				3			
45				2.25			
40				3.75			
45				3			

Tepe noktası ile odak arasındaki uzaklık (TF; cm)

2.25 3 2.25 3.75 3

h : 2 m

k_q : kaynak çapı (cm)

E_1 : aygıt eksenindeki aydınlık düzeyi (lm/m^2) E_1/E_{max} : aydınlık dağılımı düzgünlüğü

E_{max} : en büyük aydınlık düzeyi (lm/m^2)

S : aydınlanan toplam alan (m^2)

Çizelge 6.4-6.6' daki sonuçların karşılaştırılması ve değerlendirilmesi aşağıdaki gibi yapılabilir:

- E_1 (aygıt eksenindeki aydınlık düzeyi), her üç yansıtıcı içinde, genelde kaynak boyutu büyüdükçe düşmektedir. Belirlenen E_1 değerleri,
 - parabolit yansıtıcı için,
 - kaynak çapının 1 cm olduğu durumda, 2538 lm/m²-2575 lm/m²,
 - kaynak çapının 2 cm olduğu durumda, 1263 lm/m²-1285 lm/m²,
 - kaynak çapının 3 cm olduğu durumda, 569 lm/m²-858 lm/m²,
 - elipsoit yansıtıcı için,
 - kaynak çapının 1 cm olduğu durumda, 0-448 lm/m²,
 - kaynak çapının 2 cm olduğu durumda, 45 lm/m²-260.2 lm/m²,
 - kaynak çapının 3 cm olduğu durumda, 46 lm/m²-260 lm/m²,
 - hiperboloit yansıtıcı için,
 - kaynak çapının 1 cm olduğu durum için, 130 lm/m²-261 lm/m²,
 - kaynak çapının 2 cm olduğu durum için, 120 lm/m²-166.5 lm/m²,
 - kaynak çapının 3 cm olduğu durum için, 86 lm/m²-118.2 lm/m²,

arasında değişmektedir. Buna göre, en yüksek E_1 değerleri sırasıyla, parabolit, elipsoit, hiperboloit yansıtıcıda görülmektedir. Elipsoit ve hiperboloit yansıtıcılara ait değerler birbirlerine yakındır.
- E_{max} (en yüksek aydınlık düzeyi) değeri, her üç yansıtıcı içinde, kaynak boyutu büyüdükçe düşmektedir. Belirlenen E_{max} değerleri,
 - parabolit yansıtıcı için,
 - kaynak çapının 1 cm olduğu durumda, 3110 lm/m²-4890 lm/m²,
 - kaynak çapının 2 cm olduğu durumda, 1117 lm/m²-2020 lm/m²,
 - kaynak çapının 3 cm olduğu durumda, 569 lm/m²-1157 lm/m²,
 - elipsoit yansıtıcı için,
 - kaynak çapının 1 cm olduğu durumda, 215 lm/m²-1221 lm/m²,
 - kaynak çapının 2 cm olduğu durumda, 140 lm/m²-667 lm/m²,
 - kaynak çapının 3 cm olduğu durumda, 82.2 lm/m²-392 lm/m²,

- hiperboloit yansıtıcı için,

kaynak çapının 1 cm olduğu durumda, 559 lm/m²-832 lm/m²,

kaynak çapının 2 cm olduğu durumda, 249 lm/m²-377 lm/m²,

kaynak çapının 3 cm olduğu durumda, 144 lm/m²-223 lm/m²,

arasında değişmektedir. Buna göre, en yüksek E_{max} değerleri parabolit yansıtıcıda görülmektedir. Elipsoit ve hiperboloit yansıtıcılara ait değerler daha düşük ve birbirine yakındır.

- E_1/E_{max} (aydınlık dağılımının düzgünlüğü) oranı, her üç yansıtıcı içinde, kaynak boyutu büyüdükçe artmaktadır. Belirlenen E_1/E_{max} oranları,

- parabolit yansıtıcı için,

kaynak çapının 1 cm olduğu durumda, 0.53-0.82,

kaynak çapının 2 cm olduğu durumda, 0.64-1,

kaynak çapının 3 cm olduğu durumda, 0.74-1,

- elipsoit yansıtıcı için,

kaynak çapının 1 cm olduğu durumda, 0-0.40,

kaynak çapının 2 cm olduğu durumda, 0.31-0.57,

kaynak çapının 3 cm olduğu durumda, 0.47-0.66,

- hiperboloit yansıtıcı için,

kaynak çapının 1 cm olduğu durumda, 0.17-0.32,

kaynak çapının 2 cm olduğu durumda, 0.40-0.53,

kaynak çapının 3 cm olduğu durumda, 0.52-0.64,

arasında değişmektedir. Bu değerlere göre, en düzgün aydınlık dağılımının elde edildiği yansıtıcı tipinin parabolit olduğu söylenebilir. Elipsoit ve hiperboloit yansıtıcıda ise bu oranlar daha düşük ve birbirine yakındır.

- S (yansımış ışık ile aydınlanan toplam alan) büyüklüğü, her üç yansıtıcı için de, kaynak boyutu büyüdükçe artmaktadır. Belirlenen S değerleri,

- parabolit yansıtıcı için,

kaynak çapının 1 cm olduğu durumda, 0.18-0.32,

kaynak çapının 2 cm olduğu durumda, 0.65-1.23,

- kaynak ϕ apının 3 cm olduğu durumda, 1.49-3.08,
- elipsoit yansıtıcı için,
 kaynak ϕ apının 1 cm olduğu durumda, 0-8.13,
 kaynak ϕ apının 2 cm olduğu durumda, 0.31-10.17,
 kaynak ϕ apının 3 cm olduğu durumda, 0.47-12.81,
 - hiperboloit yansıtıcı için,
 kaynak ϕ apının 1 cm olduğu durumda, 1.31-2.16,
 kaynak ϕ apının 2 cm olduğu durumda, 1.86-2.54,
 kaynak ϕ apının 3 cm olduğu durumda, 2.96-5.63,

arasında değişmektedir. Buna göre değişen kaynak boyutuna göre en büyük S değerleri sırasıyla elipsoit, hiperboloit ve parabeloit yansıtıcıda elde edilmiştir. Bir başka deyişle, yansıcıdan yansıyarak çıkan ışığın yayılma alanı parabeloit yansıtıcının kullanıldığı durumda en küçük, elipsoit yansıtıcıdan yararlanıldığı koşulda ise en büyük olmaktadır.

Yukarıda, konik yansıtıcılar, değişik açılardan ele alınarak, aralarındaki ayrımlar ortaya konmuştur. Teknik özellikleri birbirinden farklı olan yansıtıcı türlerinin, doğal olarak iç mekanlarda yer alış biçimleri ve kullanım alanları da ayrımlar gösterir. Bundan sonraki bölümde, konik yansıtıcıların iç mekanlarda yer alış biçimleri ve kullanım alanları ele alınmıştır.

7. KONİK YANSITICILARIN AYDINLATMA ÖZELLİKLERİNE BAĞLI OLARAK İÇ MEKANLARDA KULLANIM YERLERİ

Bilindiği gibi, aydınlatma iyi görme koşullarını gerçekleştirmek amacıyla yapılır. İyi görme koşullarını sağlayabilmek için oluşturulan aydınlatma tasarımının değişik aşamaları vardır. Bu aşamalar,

- yapının ve hacmin işlevsel, mimari ve yapımsal özelliklerinin incelenmesi,
- yapıdaki işlev, tefriş ve iç mimari açısından farklı her hacim için aydınlığın nicelik ve niteliğinin belirlenmesi,
- gerekli aydınlık niteliklerini sağlayacak aydınlatma düzenlerinin kurulması ve bu düzenlerin, iç mimari anlatım, mekan özellikleri, yapımsal gereçlere uyumunun sağlanması,
- gerekli aydınlık niceliklerini sağlayacak hesapların yapılması,

olarak sıralanabilir (Ünver ve Öztürk, 1998).

Aydınlatma tasarımının üçüncü aşaması olan aydınlatma düzenlerinin kurulması, temel olarak uygun lamba, aygıt seçiminin -tasarımının- yapılması ve aygıt yerleşim düzeninin oluşturulmasını içerir. Lamba seçiminde, ışık rengi, renksel geriverimi, lamba verimi, boyutu, kullanım ve bakım harcamaları, kullanım kolaylığı, ilk döşem giderleri gibi etkenler rol oynar. Ancak, bir aydınlatma düzeninin kurulmasında temel araç aydınlatma aygıtıdır. Buna bağlı olarak, gerekli aydınlık nicelik ve niteliklerini sağlamak üzere, aydınlatma aygıtının biçim, gereç, boyut vb. özelliklerini belirleme çalışmaları büyük önem taşır.

Bir aydınlatma düzeninde kullanılacak aygıt, tasarım yolu ile oluşturulabilir, ya da hazır aygıtlar arasından amaca uygun olanı seçilerek belirlenebilir. Her iki durumda da, aygıt özelliklerinin belirlenmesi çalışmalarının ilk aşaması, aygıtta yer alacak yansıtıcı türünün, yansıtıcının geometrik özelliklerine bağlı olarak saptanması; ikinci aşaması ise, saptanan yansıtıcı türünün biçim, boyut gibi niteliklerinin görsel algılama konusunun verilerine uygun duruma getirilmesidir.

Öte yandan, aygıtlar, tavan, duvar ve döşeme yüzeylerine gömülü, bu yüzeylere takılı ya da mobilya gibi hacmin içinde bulunabildikleri gibi, ışıklı tavan, korniş aydınlatması örneklerine benzer biçimde, mimari ile bütünleşerek hacmin içinde doğrudan doğruya bir yapı elemanı olarak da yer alabilirler. Mekanın mimari ve yapımsal özellikleri, işlevi ve gerekli aydınlık nicelik ve nitelikleri, aydınlatma aygıtlarının hacmin neresinde ve hangi biçimlerde kullanılacağını belirler.

Bu bölümde, konik yansıtıcıların, 5. bölümde, seçilen belli durumlar için saptanan aydınlatma özelliklerine bağlı olarak, iç mekanlarda kullanılabilecekleri yerler belirlenmeye çalışılmıştır. Ancak bundan önce, genel olarak noktasal ışık kaynaklarının kullanıldığı yansıtıcı aygıtların, iç mimari düzende yer alış biçimleri ele alınmıştır.

7.1 Yansıtıcıların İç Mimari Düzende Yer Alış Biçimleri

Bir iç mekandaki aydınlatma düzeni, işlev ve dolayısıyla görsel algılama konusunun özelliklerine, tefrişe, mekana ilişkin boyut, biçim, iç mimari düzen, yapımsal konular gibi verilere bağlı olarak değişen, çeşitli ışık kaynağı ve aydınlatma aygıtlarının kullanımını, çeşitli aygıt yerleşim planlarının oluşturulmasını gerektirir. Bu durum, aydınlatma aygıtlarının iç mimari düzende yer alış biçimlerinin sınıflandırılmasında bir takım güçlükler getirmektedir.

Noktasal ışık kaynaklarının kullanıldığı aydınlatma aygıtları, iç mimari düzen içinde, genel olarak,

- a) sıva üstü aygıtlar,
- b) gömme aygıtlar,
- c) yönlendirmeli aygıtlar,
- d) sarkıt aygıtlar,
- e) raylı sistemde kullanılan aygıtlar,

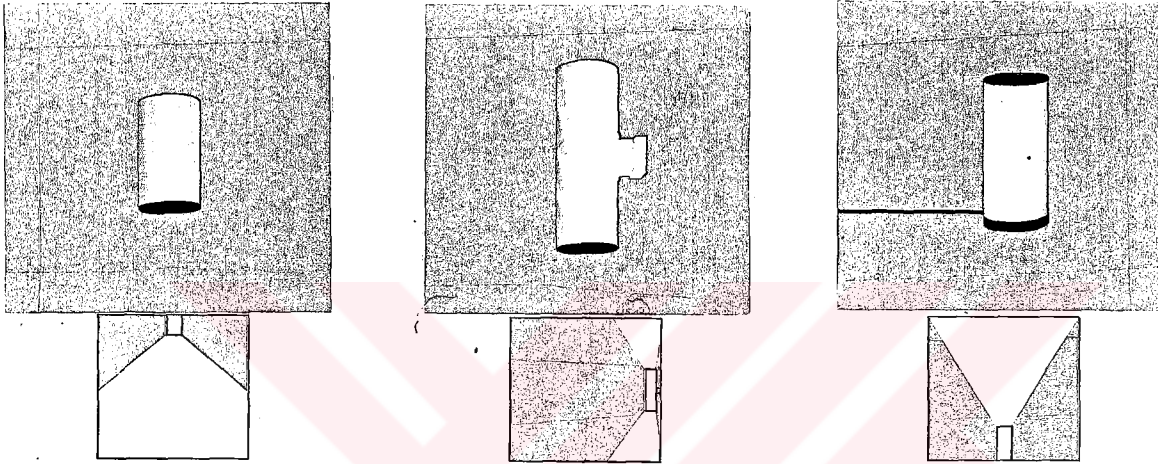
olarak yer alırlar. Bunun yanı sıra, aplik, abajur, ayaklı aygıt, masa üstü aygıtı, gibi değişik adlarla kullanılan aygıt türleri de bulunmaktadır. Ancak, bu bölümde yalnızca yukarıda belirtilen beş durum ele alınıp, örnekler verilmiştir.

a) Sıva üstü aygıtlar

Bir yüzey üzerine takılarak tespit edilen aygıtlar, 'sıva üstü aygıtlar' olarak adlandırılabilirler. Sıva üstü aygıtlar, iç mimaride,

- tavana,
- duvara,
- döşemeye,

tespit edilebilirler (Şekil 7.1).



a- tavana tespit edilen sıva üstü aygıt.

b- duvara tespit edilen sıva üstü aygıt.

c- döşemeye tespit edilen sıva üstü aygıt.

Şekil 7.1- Sıva üstü aydınlatma aygıtı örnekleri (Erco, 1998).

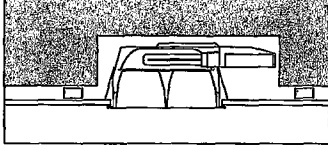
Sıva üstü aygıtlar, iç mekan yüzeyleri üzerinde yer alıp, mimari bir eleman gibi görünürler. Bu nedenle, söz konusu aygıtlar, iyi görme koşullarını sağlamanın yanı sıra, iç mimari düzen ile uyumlu olacak biçim, renk doku ve boyutlarda olmalıdır. Böylece, mekan içinde yaratılmak istenen etkinin oluşmasına katkıda bulunup, mimari anlatımı güçlendirirler.

b) Gömme aygıtlar

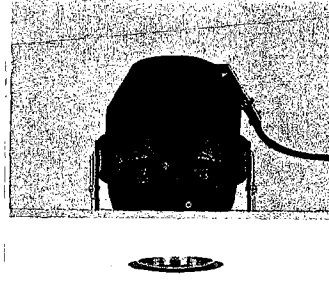
Bir yapı bölümüne gömülü ya da asma tavan, lambri vb. bir yüzeyin arkasına yerleştirilmiş aygıtlar 'gömme aygıtlar' olarak adlandırılabilir. Gömme aygıtlar, mekan içinde,

- tavana,
- duvara,
- döşemeye,

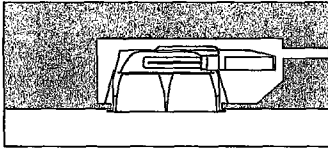
gömülü olabilirler (Şekil 7.2).



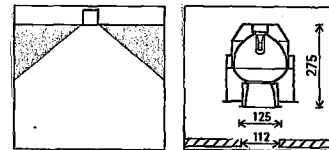
a- tavana gömülü aygıt.



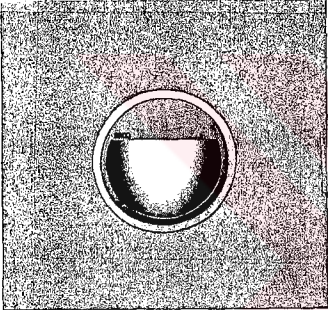
b- asma tavana gömülü aygıt.



c- duvara gömülü aygıt.



d- döşemeye gömülü aygıt.



Şekil 7.2- Gömme aydınlatma aygıtı örnekleri (Erco, 1998).

Gömme aygıtlar, aygıtı genel olarak asma tavan içine yerleştirilerek gözden gizlemek amacıyla kullanılırlar. Mekan iç yüzeylerine gömülü aygıtların, biçim, gereç, renk, boyut, açısından söz konusu mimari elemanlar ile uyumlu olmaları, bunların iç mimari ile bütünleşmesinde önemli rol oynar. Gömme aygıtlar tespit edilirken havalandırma konusu göz önüne alınmalı ve aydınlatma düzeninin kullanımı sırasında bakım ve onarımlarının kolaylıkla yapılabilmesine dikkat edilmelidir.

c) Yönlendirmeli aygıtlar

Tespit edildiği yüzey üzerinde ya da içinde değişen doğrultulara yönlenebilir aydınlatma aygıtları 'yönlendirmeli aygıtlar' olarak sınıflandırabilir. Yönlendirmeli aygıtlar, iç mimaride,

- yüzeylere gömülü olabilir ya da
- yüzeyler üzerine (sıva üstü) tespit edilebilirler.

Buna bağlı olarak, yönlendirmeli aygıtlar,

- tavana gömülü ya da tavana (sıva üstü) tespit edilmiş,
- duvara gömülü ya da duvara (sıva üstü) tespit edilmiş,
- döşemeye gömülü ya da döşemeye (sıva üstü) tespit edilmiş,

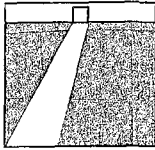
olabilirler. Şekil 7.3' te, gömülü ya da sıva üstü tespit edilen yönlendirmeli aygıtlar gösterilmiştir.



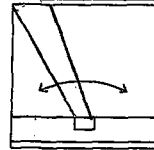
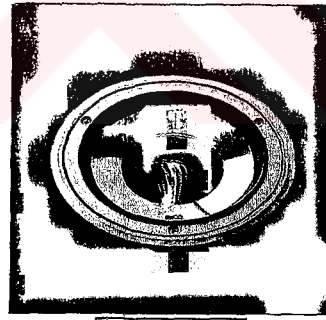
a- tavana (sıva üstü) tespit edilen yönlendirmeli aygıt.



b- döşemeye (sıva üstü) tespit edilen yönlendirmeli aygıt.



c- tavana gömülü yönlendirmeli aygıt.



d- döşemeye gömülü yönlendirmeli aygıt.

Şekil 7.3- Yönlendirmeli aygıt örnekleri (Lamp 83, 1996; Erco, 1998).

Bu aygıtlar, yönlendirilebilir nitelikte olmaları nedeniyle, iç mimaride çok yönlü kullanılabilir. Aygıtın konumu -eğimi- mekanın işlevine ve görsel algılama konusunun özelliklerine uygun olarak belirlenir. Ancak, gerektiğinde, aygıtın eğimi

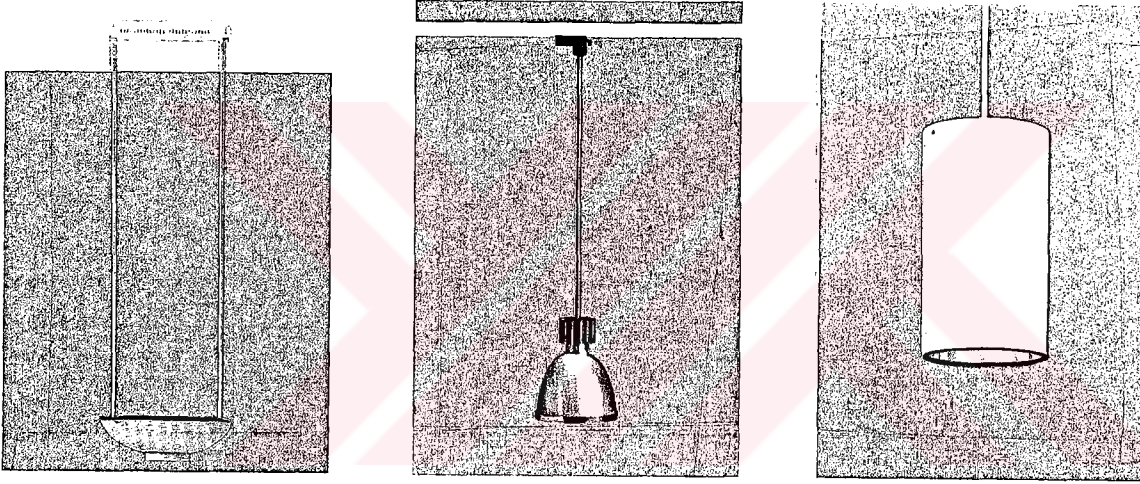
değiştirilerek ve/ya da kimi ek parçalar eklenerek, ışığın doğrultusu değişen işlev ve/ya da tefrişe göre ayarlanabilir.

d) Sarkıt aygıtlar

Bir taşıyıcı ucunda tavandan sarkıtılan ya da duvarda yatay bir tespit elemanına asılan aydınlatma aygıtları ‘sarkıt aygıtlar’ olarak adlandırılabilir. Bu aygıtlar, iç mimaride,

- tavandan sarkıtılmış,
- duvardan sarkıtılmış,

biçimde yer alabilirler (Şekil 7.4).



Şekil 7.4- Tavana tespit edilmiş sarkıt aygıt örnekleri (Erco, 1998).

Sarkıt aygıtlar, yüksek tavanlı hacimlerde, aygıtı aydınlanan düzleme -yüzeye- yaklaştırmak, bölgesik aydınlatma yaparak mekan içindeki belli bölgeyi -bölgeleri- vurgulamak, aygıtı tavana yönlendirerek dolaylı aydınlatma yapmak ya da dekoratif amaçlar ile kullanılabilirler. Mekanın kullanım özelliklerine göre, aygıtın askı yüksekliği değişmez olabilir ya da değişik sistemler ile askı yüksekliği değiştirilebilir. Askı yüksekliği değiştirilebilir olan aygıtlara ‘iner çıkar sarkıt aygıt’ adı verilebilir.

e) Raylı sistemde kullanılan aygıtlar

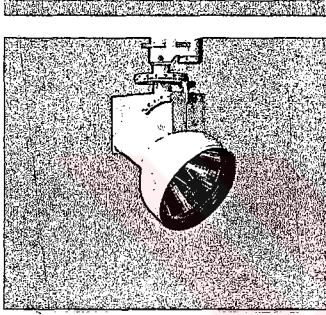
Üstündeki aydınlatma aygıtının yer değiştirmesini sağlayan ve içinden enerji geçişi olanaklı olan raylı sistemlere ‘elektoray’ adı verilmektedir. Elektoray’ lar iç mimaride,

- yüzeyler üzerine (sıva üstü) tespit edilebilir,
- yüzeylere gömülü olabilir ya da
- yüzeylere asılabilir.

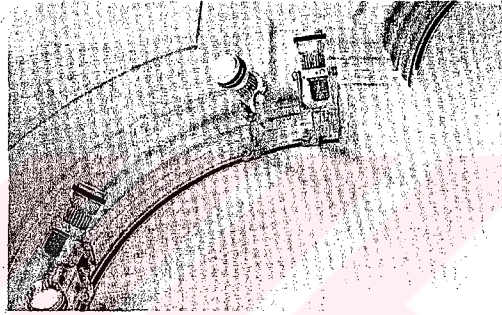
Buna göre, raylı sistemde kullanılan aygıtlar,

- tavana gömülü, tavandan sarkıtılmış ya da tavana (sıva üstü) tespit edilmiş,
- duvara gömülü, duvardan sarkıtılmış ya da duvara (sıva üstü) tespit edilmiş,
- döşemeye gömülü, döşemeye asılı ya da döşemeye (sıva üstü) tespit edilmiş,

olabilirler. Şekil 7.5' te raylı sistemde kullanılan aydınlatma aygıtlarına ilişkin örnekler verilmiştir.



a- tavana (sıva üstü) tespit edilen raylı sistem.



b- tavana gömülü raylı sistem.

Şekil 7.5- Raylı sistemde kullanılan aydınlatma aygıtı örnekleri. (Erco, 1998).

Raylı sistemlerin, özellikle işlev ve/ya da tefrişin değişken olduğu mekanlarda, yüksekliği fazla olan hacimlerde, mimari özelliklerinden ötürü (iç bükey tavan, saydam çatı örtüsü vb.) tavan -duvar- yüzeylerinde aydınlatma tesisatının kolay döşenemediği mekanlarda, kullanılması yeğlenmektedir. Elektroray sisteminde gereksinimlere göre aygıtların yeri, sayısı, konumu değiştirilebilir. Ayrıca, farklı gereksinimlere bağlı olarak, aydınlatma düzeni kolayca değiştirilebilir ya da yenilenebilir.

Aydınlatma tasarımı yapılırken, aydınlığın nicelik ve niteliği ile ilgili koşulları sağlayacak yansıtıcı aydınlatma aygıtlarının mekan içindeki yerleşimi, yukarıda kısaca açıklanan, çeşitli biçimlerde olabilir. Yansıtıcı aygıtların mimari mekan içinde yer alışı biçimi, doğrudan doğruya yansıtıcının aydınlatma özelliklerine bağlı olarak belirlenir. Aşağıdaki bölümde, konik yansıtıcıların, aydınlatma özelliklerine göre iç mekanlarda kullanılabilecekleri yerler de ele alınmıştır.

7.2 Konik Yansıtıcıların İç Mekanlarda Kullanım Yerleri

Bu bölümde paraboloid, elipsoit, hiperboloid yansıtıcıların geometrik özelliklerine ve seçilen belli durumlar için saptanan aydınlatma özelliklerine bağlı olarak, iç mekanlardaki kullanım yerleri belirlenmeye çalışılmıştır.

• Paraboloid yansıtıcı

Bir paraboloid yansıtıcının odağında yer alan boyutsuz nokta ışık kaynağından çıkarak yansıtıcı yüzeye gelen ışık ışını, aygıt eksenini doğrultusuna paralel yansır. Yansıtıcının tüm odaklarından yansıyan ışık ışınlarının aydınlatıldığı düzlemde kapladığı alanın biçim ve büyüklüğü ise yansıtıcının ağız açıklığına eşit olur. Öte yandan, bilindiği gibi, gerçekte her ışık kaynağının belli bir boyutu vardır. Paraboloid yansıtıcıda yer alan ışık kaynağının boyutu büyüdükçe, aydınlanan alanın boyutu da büyür (Şekil 7.6). Ancak, yansıtıcı geometrisinden ötürü, yansıyan ışıkların yayılma alanı, öteki konik yansıtıcı türlerinin kullanıldığı duruma oranla, oldukça küçük kalır (Bölüm 6.4; Çizelge 6.4). Yansıyan ışık ışınlarının aydınlanan düzlemde kapladığı alanın küçük olması nedeniyle, bu alanda oluşan aydınlık düzeyi yüksek olur. Ayrıca, yansıtıcı geometrisinin koşullara uygun belirlenmesi durumunda, aydınlanan alandaki aydınlık dağılımı düzgün olmaktadır. Bu durum, konik yansıtıcıların aydınlatma özelliklerinin ele alındığı, Bölüm 6.4, Çizelge 6.4' te de açıkça görülmektedir.

Bu açıklamalara bağlı olarak, paraboloid yansıtıcı aydınlatma aygıtlarının, genelde,

1. hacim içinde sınırları belli küçük bir bölümün -nesnenin- bölgesel aydınlatmasında,
2. yüksek aydınlık düzeyi gereksinimi olan mekanların genel aydınlatmasında,
3. tavan yüksekliği fazla olan mekanlarda, gerekli nicelikteki aydınlığı sağlayabilmek amacıyla,
4. aydınlığın düzgün yayılmasının önem taşıdığı mekanlarda,

kullanılabileceği söylenebilir.



Şekil 7.6- Paraboloid yansıtıcı.

Yukarıda belirtilen her bir farklı kullanım amacı için, koşullara uygun biçim ve boyuttaki paraboloid ve ışık kaynağı özelliklerinin ayrı ayrı belirlenmesi gerekliliği açıktır.

Paraboloid yansıtıcılar, iç mimari düzende genel olarak,

- sıva üstü aygıt,
- gömme aygıt,
- yönlendirmeli aygıt,
- sarkıt aygıt,
- raylı sistemde kullanılan aygıt,

biçiminde yer alabilirler.

• Elipsoit yansıtıcı

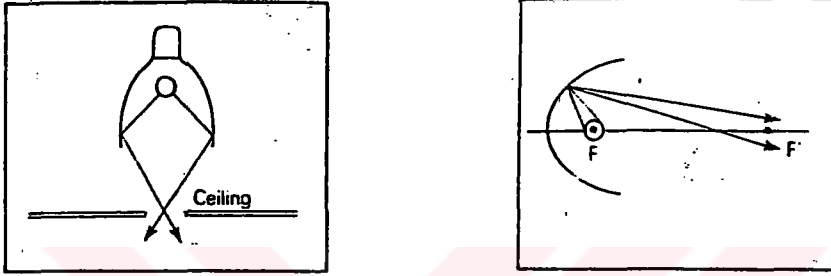
Elipsoit yansıtıcının bir odağında yer alan geometrik anlamda nokta kaynaktan çıkarak yansıtıcıya gelen ışık ışını, yansdıktan sonra ikinci odaktan geçer (Şekil 7.7). Elipsoit yüzeyden yansıyan ışığın aydınlattığı alanın büyüklüğünü, koni tepe açısının büyüklüğü belirler. Aydınlanan alandaki aydınlığın düzgün yayılmışlığı açısından, yansıtıcı geometrisi ve ışık kaynağı boyutuna bağlı olarak, çok farklı durumlar ortaya çıkabilir (Bölüm 6.4; Çizelge 6.5).

Elipsoit yansıtıcıya ilişkin özetlenen bu özellikler göz önüne alındığında, elipsoit yansıtıcı aydınlatma aygıtlarının, genel olarak,

1. aydınlatma düzenini yapı elemanları ile bütünleştirmek için, ışık kaynağı ve aydınlatma aygıtını gözden gizleyip, yansımış ışığın küçük bir delikten çıkmasını sağlamak amacıyla, asma tavan boşluğu içinde,

2. alçak tavanlı mekanlarda, ışık kaynağı ve aygıtın gözün kamaşma açıları dışına yerleştirilememesi gibi nedenlerle, asma tavan boşluğu içinde,
3. olabildiğince düzgün yayılmış ya da değişken yayılmış genel aydınlatma oluşturmak amacıyla,

kullanılabileceği söylenebilir. Asma tavan boşluğu içinde yer alan yansıtıcıdan yansıyan ışığın olabildiğince büyük bir bölümünün, asma tavan boşluğu içinde kaybolmayıp, hacme yayılabilmesi için, elipsoidin ikinci odağının asma tavanda bırakılan delikte bulunması gerektiği açıktır.



Şekil 7.7- Elipsoit yansıtıcı.

Bir hacimde yer alacak elipsoit yansıtıcının geometrik özellikleri ve ışık kaynağı konularındaki belirlemeler, hacmin özelliklerine ve kullanım amacına göre saptanmalıdır.

Elipsoit yansıtıcılar iç mimari düzende genel olarak,

- gömme aygıt,

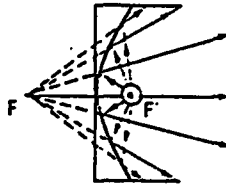
biçiminde yer alabilirler.

• Hiperboloit yansıtıcı

Hiperboloit yansıtıcının bir odağında bulunan boyutsuz nokta kaynaktan çıkarak yansıtıcı yüzeye gelen ışık ışını, bu yüzeyden ikinci odaktan geliyormuş gibi yansır (Şekil 7.8). Yani, hiperboloit yüzeyden yansıyan ışıklar, aygıt ekseninden uzaklaşan doğrultulara yönelirler. Yansımış ışığın düştüğü alanın büyüklüğü, yansıtıcı geometrisine göre değişir. Aydınlanan alandaki aydınlığın düzgünlüğü açısından, elipsoit yansıtıcıda olduğu gibi, yansıtıcı geometrisine ve ışık kaynağı boyutuna bağlı olarak, değişik durumlar elde edilebilir (Bölüm 6.4; Çizelge 6.6).

Hiperboloit yansıtıcının belirtilen özellikleri dikkate alındığında, hiperboloit yansıtıcı aydınlatma aygıtları, genel olarak,

1. yüksek tavanlı mekanlarda, ışık kaynağı ve aydınlatma aygıtının gözün kamaşma açıları dışına yerleştirilebilmeleri durumunda,
 2. dolaylı ya da yarı dolaylı aydınlatma biçimlerinin uygulanması gereken hacimlerde,
 3. olabildiğince düzgün yayılmış ya da değişken yayılmış genel aydınlatma oluşturmak amacıyla,
- kullanılabilir.



Şekil 7.8-Hiperboloit yansıtıcı.

Bir aydınlatma düzeninde yer alacak hiperboloit yansıtıcının aydınlatma özellikleri belirlenirken, görsel algılama konusu, mekan özellikleri göz önüne alınmalıdır.

Hiperboloit yansıtıcılar iç mimari düzende genel olarak,

- sıva üstü aygıt,
- gömme aygıt,
- yönlendirmeli aygıt,
- sarkıt aygıt ve
- raylı sistemde kullanılan aygıt,

biçiminde yer alabilirler.

8. SONUÇ

Aydınlatmada bir tür ara ürün niteliği taşıyan lamba ışığı, çok değişik aydınlatma amaçlarına göre aydınlatma aygıtlarında biçimlendirilir. Bu biçimlendirme, gerekli aydınlık nicelik ve niteliklerinin sağlanması ve ışığın, aygıtlarda, ışık dağılımında ve hacim iç yüzeylerinde boşuna harcanmasını önlemek bakımından büyük önem taşır. Öte yandan, ışıklı olmalarından ötürü, öteki iç mimari elemanlara göre dikkat çekici olan aygıtın, teknik özelliklerini koruyarak, dış görünümünü iç mimariye uydurmak zorunludur. Bu nedenle, aydınlatma aygıtlarının biçim, gereç ve konum bakımından etüdü, aydınlatma tasarımının temelini oluşturur.

Işığın biçimlendirilmesi ve böylece, gerekli yerlerde istenen nitelik ve niceliklerde aydınlıkların elde edilmesi, ağırlıklı olarak, lambadan çıkan ışığın amaca göre oluşturulmuş, düzgün yansıma yapan yansıtıcı aygıtlardan yansıtılması ile olur. Bu çalışmada, iç yüzeyi düzgün yansıma yapan konik yansıtıcılar ele alınmış; parabolit, elipsoit ve hiperbolit yansıtıcının, saptanan belli durumları için, kimi aydınlatma özellikleri belirlenmiş ve karşılaştırılmıştır. Bu işlem, yansıtıcılar içinde izotrop dağıtımli noktasal ışık kaynağının yer alması durumu için yapılmıştır.

Konik yansıtıcılardan parabolit ve elipsoit yansıtıcıya ilişkin, aydınlatma özellikleri belirlenirken, yansıtıcı tasarımı konusunda incelenen çalışmalardan belli ölçüde yararlanılmıştır. Ancak, yansıtıcı tasarımına yönelik olarak yapılan çalışmalar arasında, hiperbolit yansıtıcının ele alındığı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle, çalışma içinde, hiperbolit yansıtıcının geometrik özellikleri ayrıntılı olarak incelenmiş ve öteki iki konik yansıtıcı türü ile değişik açılardan karşılaştırılabilmesi için gerekli belirlemeler yapılmıştır.

Yansıtıcı özellikleri, kaynak boyutu ve aygıt yüksekliğine değişik değerler verilerek oluşturulan hiperbolit yansıtıcı için 45 ayrı durumdaki aydınlık dağılımı hacim açısı yöntemi ile belirlenmiş ve aydınlık düzeyi eğrileri oluşturulmuştur. Böylece, bir başka çalışmada aynı yöntem uygulanarak, parabolit ve elipsoit yansıtıcı için elde edilen aydınlık düzeyi eğrileri ile karşılaştırma olanağı sağlanmıştır. Her üç yansıtıcının içinde değişik büyüklükteki ışık kaynaklarının bulunduğu toplam 45 ayrı durum dikkate alınarak

ışık yeğnlik eğrileri oluşturulmuştur. Ayrıca, incelenen tüm yansıtıcıların geriverim değerleri hesaplanmıştır.

Ele alınan konik yansıtıcıların karşılaştırılması,

- ışık yeğnlik dağılımı,
 - 0° doğrultusundaki ışık yeğnliği,
 - en büyük ışık yeğnliği,
 - ışık konisi tepe açısı,
- geriverim,
 - dolaysız ışığın geriverimi,
 - yansımış ışığın geriverimi,
 - toplam geriverim,
- ışık akısı dağılımı,
- aydınlık düzeyi dağılımı,
 - aygıt eksenindeki aydınlık düzeyi,
 - en büyük aydınlık düzeyi,
 - aydınlık dağılımı düzgünlüğü,
 - yansımış ışık ile aydınlanan toplam alan,

açılarından yapılmıştır.

Yukarıdaki konulara ilişkin belirlenen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

- Kaynak boyutuna göre elde edilen ışık yeğnlik değişimleri:
 - 0° doğrultusundaki ışık yeğnlik değeri (I_0), her üç yansıtıcı içinde, genel olarak kaynak boyutu büyüdükçe düşmektedir. En büyük I_0 değerleri sırasıyla, parabolit, elipsoit, hiperbolit yansıtıcılarda görülmekte, elipsoit ve hiperbolit yansıtıcı değerleri birbirine yakın çıkmaktadır.
 - En büyük ışık yeğnlik değeri (I_{max}), her üç yansıtıcı için kaynak boyutu büyüdükçe düşmektedir. En büyük I_{max} değerleri parabolit yansıtıcıda elde edilmekte, elipsoit ve hiperbolit yansıtıcıda ise daha düşük ve birbirine yakın çıktığı görülmektedir.

- Işık konisi tepe açısı (α), her üç yansıtıcıda, kaynak boyutunun küçülmesi ile daralmaktadır. En küçük α değerlerine parabolit yansıtıcıda, en büyük α değerlerine ise elipsoit yansıtıcıda rastlanmaktadır.
- Geriverim değişimleri:
 - Dolaysız ışık geriverim değerleri, parabolit ve hiperbolit yansıtıcılarda dolaysız ışığın yayılma açısı, elipsoit yansıtıcıda ise koni tepe açısı büyüdükçe artmaktadır.
 - Yansımış ışık geriverimi ve toplam geriverim değerleri, parabolit ve elipsoit yansıtıcılarda birbirine yakın, hiperbolit yansıtıcıda ise daha düşük değerde çıkmaktadır.
- Kaynak boyutuna göre ve $h_K=2$ m olduğu durum için belirlenen aydınlık düzeyi değişimleri:
 - Aygıt eksenindeki aydınlık düzeyi (E_0), her üç yansıtıcı içinde, genel olarak kaynak boyutu büyüdükçe düşmektedir. En yüksek E_0 değerleri sırasıyla, parabolit, elipsoit ve hiperbolit yansıtıcılarda görülmektedir. Elipsoit ve hiperbolitte ise birbirine yakın ve daha düşük değerler elde edilmektedir.
 - En yüksek aydınlık düzeyi değeri (E_{max}), her üç yansıtıcı için, kaynak boyutu büyüdükçe düşmektedir. En yüksek E_{max} değerleri parabolit yansıtıcıda görülmekte, elipsoit ve hiperbolit yansıtıcılarda ise daha düşük fakat birbirine yakın değerler çıkmaktadır.
 - Aydınlık dağılımın düzgünlüğü oranı (E_1/E_2), her üç yansıtıcıda, kaynak boyutu büyüdükçe artmaktadır. Elde edilen değerlere göre, en düzgün aydınlık dağılımının elde edildiği yansıtıcı tipinin parabolit yansıtıcı olduğu söylenebilir. Düzgünlük oranı elipsoit ve hiperbolit yansıtıcılarda daha düşük ve birbirine yakın olduğu görülmektedir.
 - Yansımış ışık ile aydınlanan toplam alan büyüklüğü (S), ışık kaynağı boyutu büyüdükçe artmaktadır. En büyük S değerleri elipsoit yansıtıcıda, en küçük S değerleri ise parabolit yansıtıcıda elde edilmiştir. Yani yansıtıcıdan yansiyarak çıkan ışığın yayılma alanı parabolit yansıtıcının kullanıldığı durumlarda en küçük, elipsoit yansıtıcı kullanıldığı koşullarda ise en büyük olmaktadır.

Saptanan değişik özelliklerine bağlı olarak, konik yansıtıcıların, iç mimari düzen içinde genel olarak yer alabilecekleri biçimler,

- Paraboloid yansıtıcı için,
 - sıva üstü aygıt,
 - gömme aygıt,
 - yönlendirmeli aygıt,
 - sarkıt aygıt,
 - raylı sistemde kullanılan aygıt,
- elipsoit yansıtıcı için,
 - gömme aygıt,
- hiperboloid yansıtıcı için,
 - sıva üstü aygıt,
 - gömme aygıt,
 - yönlendirmeli aygıt,
 - sarkıt aygıt,
 - raylı sistemde kullanılan aygıt,

olarak önerilmiştir.

Bu çalışma içinde ulaşılan sonuçlar,

- konik yansıtıcı türlerinin aydınlatma özellikleri arasındaki temel ayrımları,
- aygıt geriveriminin yüksek olmasını sağlayan her üç konik yansıtıcı boyutlarına ilişkin oluşturulan örnekleri,
- farklı değerler verilen yansıtıcı özellikleri ve kaynak boyutunun aydınlık ve ışık yoğunluk dağılımını ne ölçüde etkilediğini,

göstermektedir. Elde edilen sonuçlar, belli oranda aydınlatma tasarımında yol gösterici nitelik taşımaktadır.

KAYNAKLAR

- Anon., (1987), CIE, International Lighting Vocabulary, 4. Edition, Publication CIE, No 17(E-1.1).
- Anon., (1998), Erco, Aydınlatma Programı 1998-1999, Aydınlatma Kataloğu, Lüdenscheid.
- Anon., (1992), Handbuch für Beleuchtung, LiTG, SLG; LTAG; NSVU, ecomed-Fachverlag, Landsberg.
- Anon., (1990), IES Ligting Handbook, 345 East 47th Street, New York.
- Anon., (1993), Lamp 83, Teknik Seri Özel Yansıtıcı Aygıtlar, Aydınlatma Kataloğu, İstanbul.
- Anon., (1996), Lamp 83, 1996-1998 Aydınlatma Kataloğu, İstanbul.
- Anon., (1989), Philips Lighting, Luminaire Optics and Photometrics, Printed in The Netherlands.
- Anon., (1993), Philips Lighting, Lighting Manual, Eindhoven, Netherlands.
- Bean, A.R. ve Simons, R.H., (1968), Lighting Fittings Performance and Design, Pergaman Press, Oxford, London, Sydney, Braunschweig.
- Elmer, W.B., (1983), The Optics of Reflectors for Illumination, IEEE Transactions on Industry Applications, Vol IA-19, No 5.
- Gehring, A.P., Holten, P.A.J., (1990), A System Approach to Incandescent Reflector Lamp Development, Journal of the Illuminating Engineering Society, Vol. 19, No 2.
- Kındle, J., (1950), Theory and Problems of Plane and Solid Analytic Geometry, Mc Graw-Hill Book Company, New York, St Louis, San Francisco, Toronto, Sydney.
- Koz, İ., (1972), Düzlem ve Uzay, Analitik Geometri, Dizerkonca Basımevi, İstanbul.
- Öztunç, K., (1977), Analitik Geometri Problemleri, İnkılap ve Aka Basımevi, İstanbul.
- Öztürk, L.D., (1992), Düzgün Yansıma Geometrisinin Aydınlatma Aygıtlarına Uygulanması, YTÜ Basımevi, No 256, İstanbul.
- Öztürk, L.D., (1995), İç Mimari Aydınlatmada, Düzgün Yansıma Geometrisi İle Aydınlığın Denetlenmesinde Kullanılabilecek Yeni Bir Yöntem Önerisi, Doktora Tezi, Y.T.Ü. Fen Bilimleri.
- Öztürk, L.D., (1996), Yapı Fiziği Kuramı Dersi, Ders Notları (Yüksek Lisans), Y.T.Ü. İstanbul.

Öztürk, L.D., (1999), "Aydınlık Dağılımının, aygıt özelliği, kaynak boyutu ve aygıt yüksekliğine bağlı değişiminin incelenmesi", Uluslararası Enerji, Elektrik, Elektronik ve Otomasyon Mühendisliği Dergisi, 121:104-113.

Sirel, Ş., (1974), Aydınlatma Terimleri, Y.T.Ü. Yayınları, 112, İstanbul.

Sirel, Ş., (1981), Işıklıçümsel İlişkiler Konusunda Birkaç Örnek, Y.T.Ü. Basımevi, İstanbul.

Sirel, Ş., (1997), Aydınlatma Sözlüğü, Y.E.M. Yayınları, İstanbul.

Spiegel, M.R., (1968), Mathematical Handbook of Formulas and Tables, Schaum's Outline Series, Mc Graw-Hill Book Company, New York, St Louis, San Francisco, Toronto, Sydney.

Ünver, R., (1991), Kapalı Hacimlerde Lamba Işığının Yatay Düzlemde Oluşturduğu Aydınlığın ve Aygıt Geriveriminin Hesaplanması, Y.T.Ü. Basımevi, 223, İstanbul.

Ünver, R. ve Öztürk, L.D., (1992), Mimarlık Öğretiminde Aydınlatma Dersleri, Y.T.Ü. İstanbul.

Ünver, R. ve Öztürk, L.D., (1996) Aydınlik Düzenleme I-II Dersi, Ders notları (Yüksek Lisans), Y.T.Ü., İstanbul.

Ünver, R ve Öztürk, L.D., (1998), "Yaşanılabilir Hacimlerin Oluşturulmasında Aydınlatma Kalitesinin Önemi", Uluslararası X. Yapı ve Yaşam'98 Fuar ve Kongresi, Mimarlar Odası Bursa Şubesi, Mayıs 1998, Bursa.

Yılmaz, A., Altıntaş, O., Çoker, D., Yıldırım, F. ve Zirek, M., 1991. Matematik III, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul.

EK 1. KONİK YANSITICILARIN GEOMETRİK ÖZELLİKLERİ

Bir koni ile koninin tepe noktasından geçmeyen bir düzlemin arakesiti olan eğrilere ‘konikler’ denir. Konikler, koniyi kesen düzlemin, koni eksenini ile yaptığı açının,

- koni tepe açısı yarısına eşit olması durumunda parabol,
- koni tepe açısı yarısından büyük olması durumunda elips,
- koni tepe açısı yarısından küçük olması durumunda hiperbol,

olarak adlandırılır. Parabol, elips ve hiperbolün, x eksenleri çevrelerinde döndürülmeleri ile elde edilen konik yansıtıcılara -dönel yüzeylere- de “paraboloit”, “elipsoit”, “hiperboloit” adları verilir (Öztürk, 1995).

Aşağıdaki bölümlerde, iç yüzeyi düzgün yansıma yapan, paraboloit, elipsoit ve hiperboloit yansıtıcıların geometrik özellikleri

- ışığın yansıma doğrultusunun bulunması‘*’,
- dağılma açısı büyüklüğünün bağlı olduğu değişkenler‘**’,

başlıkları altında açıklanacaktır.

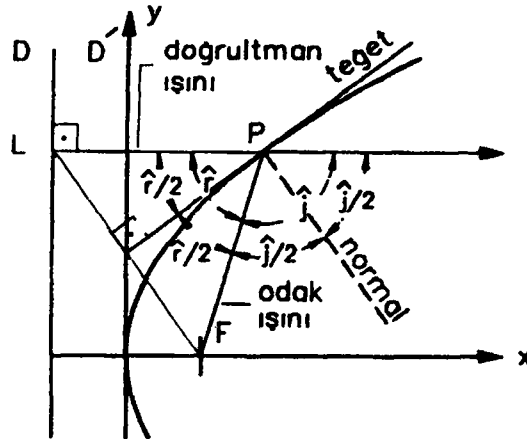
* Düzgün yansıma yapan bir yüzeye gelen ışık, bu yüzeden, ışığın yüzeye geliş doğrultusunun, yüzeyin o noktasındaki normal ile yaptığı açıya eşit bir açı yapan doğrultuda yansır. Bükümlü bir yüzeyin, belli bir noktasının normali, yüzeyin o noktasındaki teğet düzlemine, söz konusu noktadaki dik doğrudur. Buna bağlı olarak, bükümlü yüzeyli bir yansıtıcı yüzeyinden yansıyan ışığın doğrultusu, yansıma noktasındaki teğet düzlemi belirlenerek bulunabilir (Öztürk, 1995).

** Yansıtıcı yüzeyin belli bir noktasına, ışık kaynağının, yansıtıcının bu noktasını gören, tüm noktalarından ışık gelir. Yani, yansıtıcının söz konusu noktası üzerine, noktanın kaynağı görme açısı içindeki tüm doğrultulardan ışık gelir. Buna bağlı olarak, yansıtıcı yüzeyin bu noktasından yansıyan ışık, noktanın kaynağı görme açısına eşit büyüklükte olan ve “dağılma açısı” olarak adlandırılan bir açı içindeki tüm doğrultulara yayılır (Öztürk, 1995).

- x : P noktasının y eksenine uzaklığı,
 y : P noktasının x eksenine uzaklığı,
 PF : odak ışını (paraboloidin bir noktasını odak noktasına birleştiren doğru parçası),
 PL : doğrultman ışını (paraboloidin bir noktasından doğrultmana çizilen dik doğru parçası),
 p : yarım parametre (odak ile doğrultman arasındaki uzaklık, ve odak ile x eksenine odaktan çizilen dik doğrunun paraboloidi kestiği nokta arasındaki uzaklık),
 olarak belirtilir (Koz, 1972; Öztunç, 1977; Öztürk 1992).

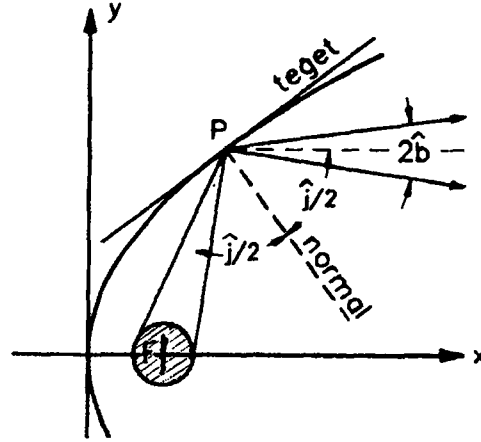
a) Işığın Yansıma Doğrultusunun Bulunması

Bir paraboloidin herhangi bir P noktasındaki teğeti, P değme noktasından geçen, odak ve doğrultman ışınları arasındaki " $\hat{r}$ " açısının açıortayıdır (Şekil E.1.2). Paraboloidin aynı noktadaki normali (teğete çizilen dik doğru), Şekil E.1.2' de görülen $\hat{j}$ açısının ($\hat{j} = 180^\circ - \hat{r}$) açıortayıdır. Odakta yer alan nokta ışık kaynağından çıkan ışığın, paraboloidin P noktasına geliş doğrultusu, bu noktadaki normal ile $\hat{j}/2$ açısı yapar. Işığın, P noktasından yansıma doğrultusu da normal ile aynı açıyı yapacağından, x eksenine koşut olur (P noktasına gelen ışığın, bu noktadaki teğet düzlemden yansıyormuş gibi yansıyacağı düşünülmelidir).



Şekil E.1.2- Nokta ışık kaynağından çıkan ışığın, paraboloid yüzeyden yansıma doğrultusu (Öztürk, 1995).

Işık kaynağının, gerçekte olduğu gibi, belli bir boyutu olan özdeksel bir nesne olarak ele alındığı durumda, odakta yer alan ışık kaynağından çıkan ışık ışınları, yansdıktan sonra, dağılma açısı ($2\hat{b}$) içinde kalan tüm doğrultulara yayılır (Şekil E.1.3).



Şekil E.1.3- Noktasal ışık kaynağından çıkan ışığın, parabolit yüzeyden yansıma doğrultularını içeren açı -dağılma açısı- (Öztürk, 1995).

b) Dağılma Açısı Büyüklüğünün Bağlı Olduğu Değişkenler

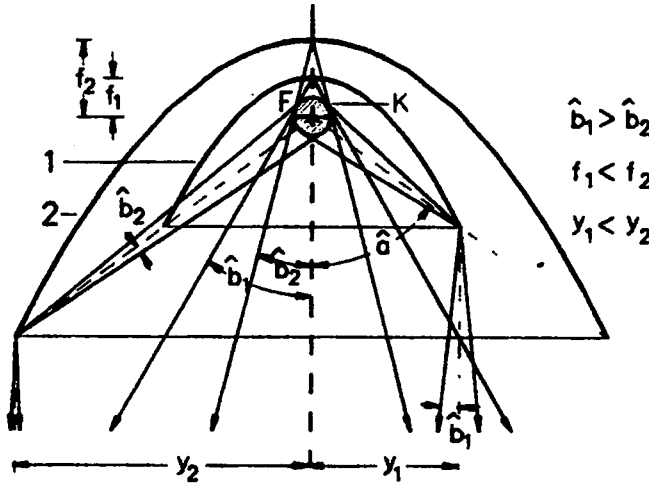
“a” başlıklı bölümde de değinildiği gibi, ışık kaynağının belli bir boyutu ve biçimi olan özdeksel bir nesne olmasından ötürü, yansıtıcının bir P noktasına gelen ışık, dağılma açısı içinde kalan tüm doğrultulara yansiyarak yayılır. Parabolit yansıtıcının yüzeyinden yansıyan ışığın dağılma açısı ($2\hat{b}$) büyüklüğünün bağlı olduğu değişkenler,

- odak uzaklığı (f),
- yansıtıcı ağız açıklığı ($2y$) -dolaysız ışığın yayılma açısı ($2\hat{a}$)-, ve
- ışık kaynağı (K) boyutu,

olarak sıralanabilir. Dağılma açısının, söz konusu değişkenlere göre değişimi aşağıda kısaca ele alınmıştır.

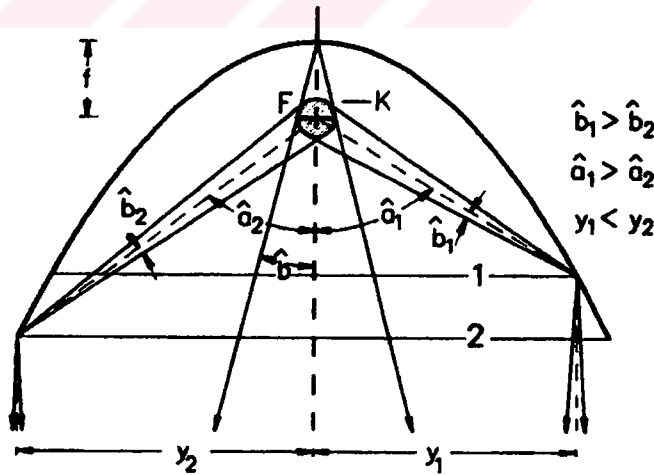
- **Odak uzaklığı:** Kaynak boyutu ve dolaysız ışığın yayılma açısı değişmeden, odak uzaklığı büyüdükçe (ya da küçüldükçe), yansıtıcının her bir noktası ile odak arasındaki

uzaklık da büyüdüğünden, yansıtıcı noktalarının ışık kaynağını görme açıları ve bu noktalardan yansıyan ışığın dağılma açıları da küçülür (ya da büyür; Şekil E.1.4).



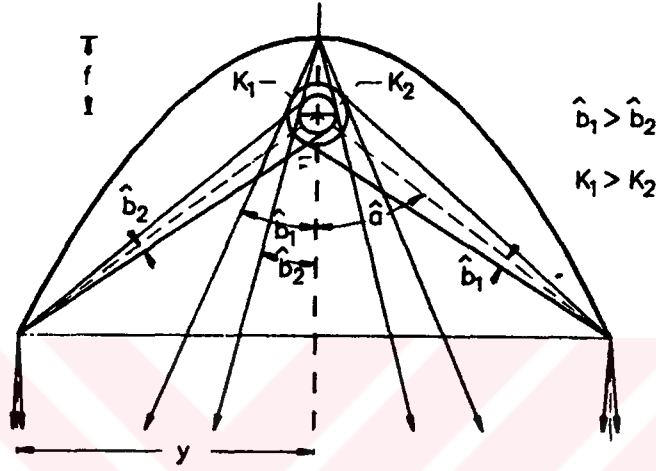
Şekil E.1.4- Parabolit yansıtıcının odak uzaklığına bağlı olarak dağılma açısının değişimi (Öztürk, 1995).

- **Yansıtıcı ağız açıklığı:** Kaynak boyutu ve odak uzaklığı değişmeden, yansıtıcının ağız açıklığı büyüdükçe (ya da küçüldükçe), odak ile yansıtıcının etek noktası arasındaki uzaklık büyür ve bu noktadan yansıyan ışığın dağılma açısı küçülür (ya da büyür; Şekil E.1.5).



Şekil E.1.5- Parabolit yansıtıcının ağız açıklığına bağlı olarak dağılma açısının değişimi (Öztürk, 1995).

- **Işık kaynağı boyutu:** Yansıtıcının odak uzaklığı ve ağız açıklığı ile dolaysız ışığın yayılma açısı değişmeden, ışık kaynağının boyutu küçüldükçe (ya da büyüdüğü), yansıtıcının her bir noktasının kaynağı görme açısı, buna bağlı olarak bu noktalardan yansıyan ışığın dağılma açısı küçülür (ya da büyür; Şekil E.1.6).



Şekil E.1.6- Parabolit yansıtıcıda yer alan ışık kaynağının boyutuna bağlı olarak dağılma açısının değişimi (Öztürk, 1995).

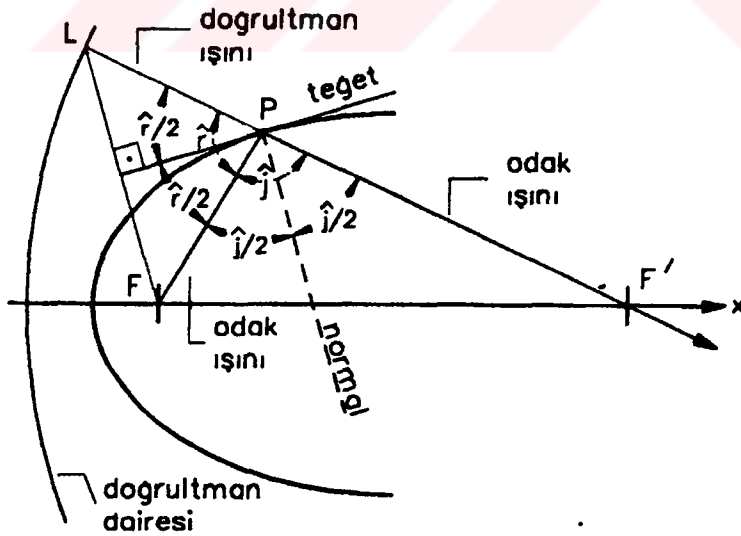
2. Elipsoit Yansıtıcı

Bir elipsoit ile elipsoidin x ekseninden geçen bir düzlemin arakesit eğrisi “elips”tir. Elipsoidi oluşturan elemanlar, Şekil E.1.7' de görülen bir arakesit eğrisi -elips- üzerinde gösterilmiştir.

- p : yarım parametre (odak ile x eksenine odaktan çizilen dik doğrunun elipsoidi kestiği nokta arasındaki uzaklık),
- Asal daire : merkezi elipsoidin merkezi, yarıçapı a olan daire,
- Yedek daire : merkezi elipsoidin merkezi, yarıçapı b olan daire,
- Doğrultman daire (D) : merkezi odaklardan biri, yarıçapı $2a$ olan daire, olarak belirtilir (Koz, 1972; Öztunç, 1977; Öztürk 1992).

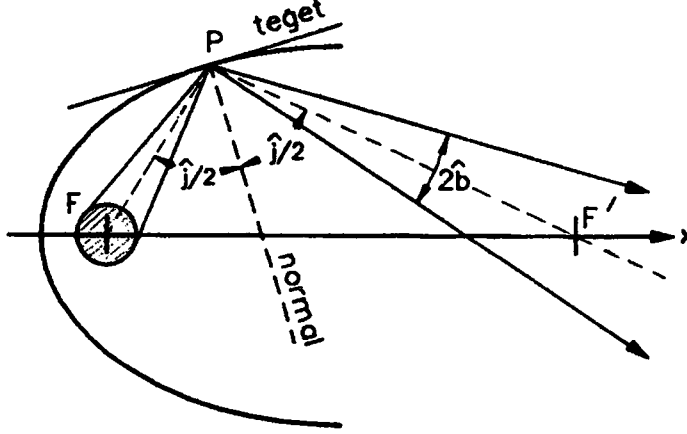
a) Işığın Yansıma Doğrultusunun Bulunması

Bir elipsoidin herhangi bir P noktasındaki teğeti, P değme noktasından geçen odak ışını ile, öteki odaktan (F') ve yine P noktasından geçen doğrultman ışını arasındaki açının ($\hat{r}$) açıortayıdır. Elipsoidin P noktasındaki normali ise, iki odak ışını arasındaki $\hat{j}$ açısının ($\hat{j} = 180 - \hat{r}$) açıortayıdır (Şekil E.1.8). F odağında bulunan nokta ışık kaynağından çıkan ışığın, P noktasına geliş doğrultusu, bu noktadaki normal ile $\hat{j}/2$ açısı yapar. P noktasından yansıyan ışığın normal ile yaptığı açı da $\hat{j}/2$ açısına eşit olur. Buna bağlı olarak, Şekil E.1.8' de görüldüğü gibi, elipsoidin bir odağında bulunan ışık kaynağından çıkan ışık, elipsoit yüzeyden yansıdıktan sonra ikinci odaktan geçer.



Şekil E.1.8- Nokta ışık kaynağından çıkan ışığın, elipsoit yüzeyden yansıma doğrultusu (Öztürk, 1995).

Işık kaynağının, gerçekte var olan boyutu göz önüne alındığında, odakta bulunan bir kaynaktan çıkan ışık ışınları, yansıdıktan sonra dağılma açısı ($2\hat{b}$) içinde kalan tüm doğrultulara yayılır (Şekil E.1.9).



Şekil E.1.9 - Noktasal ışık kaynağından çıkan ışığın, elipsoit yüzeyden yansıma doğrultularını içeren aç -dağılma açısı- (Öztürk, 1995).

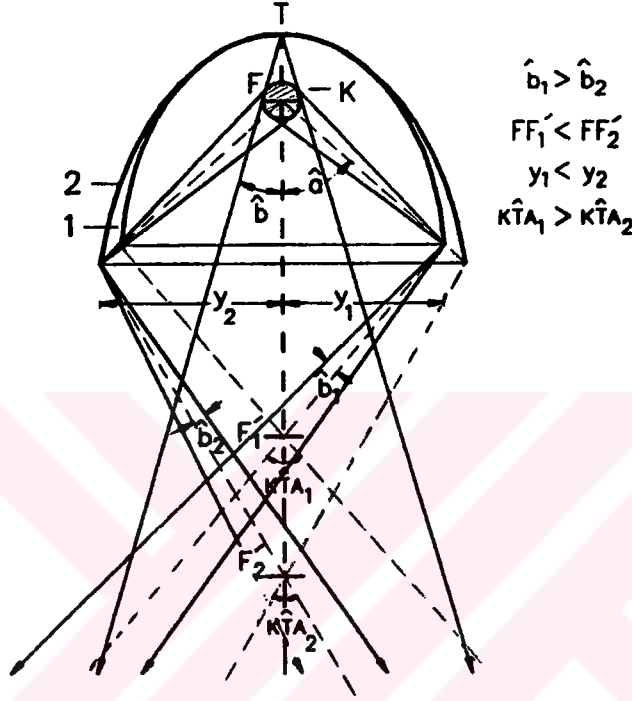
b) Dağılma Açısı Büyüklüğünün Bağlı Olduğu Değişkenler

Bir elipsoit yansıtıcının yüzeyinden yansıyan ışığın dağılma açısının ($2\hat{b}$) bağlı olduğu değişkenler,

- iki odak arasındaki uzaklık (FF'),
- tepe noktası ile odak arasındaki uzaklık (TF),
- yansıtıcı ağız açıklığı ($2y$) -dolaysız ışığın yayılma açısı ($2\hat{a}$) -koni tepe açısı ($K\hat{T}A$)-, ve
- ışık kaynağı (K) boyutu,

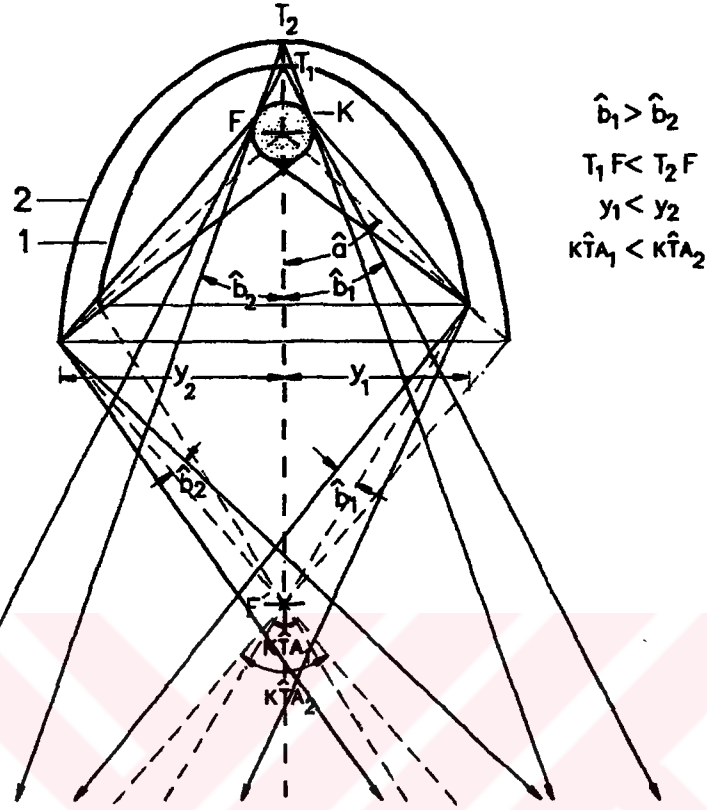
olarak sıralanabilir. Dağılma açısının, belirtilen değişkenlere göre değişimi, aşağıda kısaca ele alınmıştır.

- **İki odak arasındaki uzaklık:** Yansıtıcının tepe noktası ile odak arasındaki uzaklık, kaynak boyutu ve dolaysız ışığın yayılma açısı değişmeden, iki odak arasındaki uzaklık büyüdükçe (ya da küçüldükçe), yansıtıcının, tepe noktası dışında kalan öteki noktalarından yansıyan ışığın dağılma açıları küçülür (ya da büyür; Şekil E.1.10).



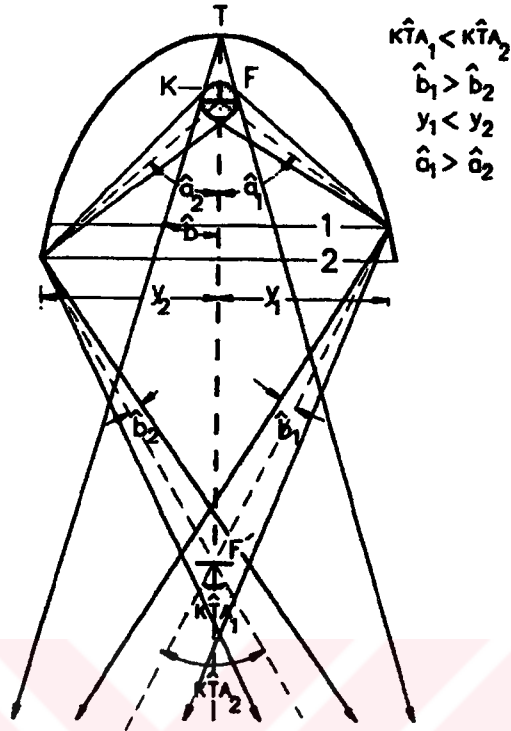
Şekil E.1.10- Elipsoidin iki odağı arasındaki uzaklığa bağlı olarak dağılma açısının değişimi (Öztürk, 1995).

- **Tepe noktası ile odak arasındaki uzaklık:** Yansıtıcının iki odağı arasındaki uzaklık, kaynak boyutu ve dolaysız ışığın yayılma açısı değişmeden, tepe noktası ile odak arasındaki uzaklık büyüdükçe (ya da küçüldükçe), yansıtıcının tüm noktalarından yansıyan ışığın dağılma açısı küçülür (ya da büyür; Şekil E.1.11).

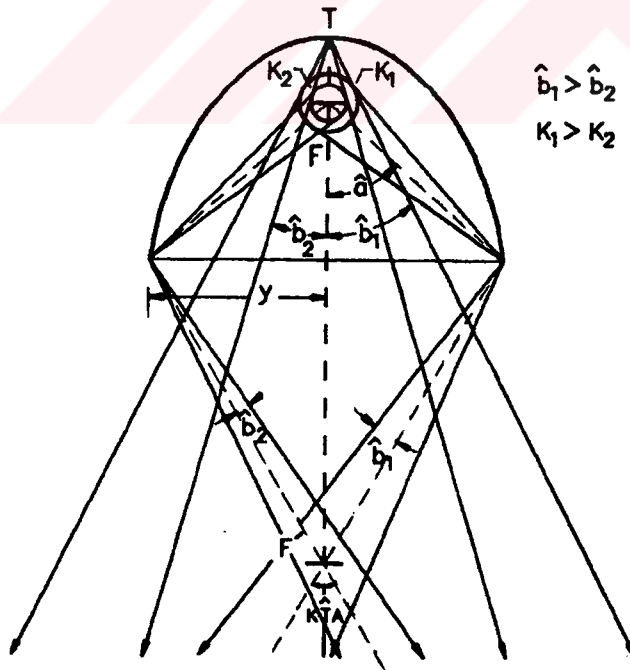


Şekil E.1.11- Elipsoit yansıtıcının tepe noktası ile odağı arasındaki uzaklığa bağlı olarak dağılma açısının değişimi (Öztürk, 1995).

- **Yansıtıcı ağız açıklığı:** Yansıtıcının, TF ve FF' uzaklıkları ile kaynak boyutu değişmeden, ağız açıklığı büyüdükçe (ya da küçüldükçe), odak ile yansıtıcının etek noktası arasındaki uzaklık da büyüdüğünden, bu noktadaki dağılma açısı küçülür (ya da büyür; Şekil E.1.12).
- **Işık kaynağı boyutu:** Yansıtıcının, TF, FF' uzaklıkları ve ağız açıklığı, dolaysız ışığın yayılma açısı ve koni tepe açısı değişmeden, ışık kaynağının boyutu küçüldükçe (ya da büyüdükçe), yansıtıcının tüm noktalarındaki dağılma açısı küçülür (ya da büyür; Şekil E.1.13).



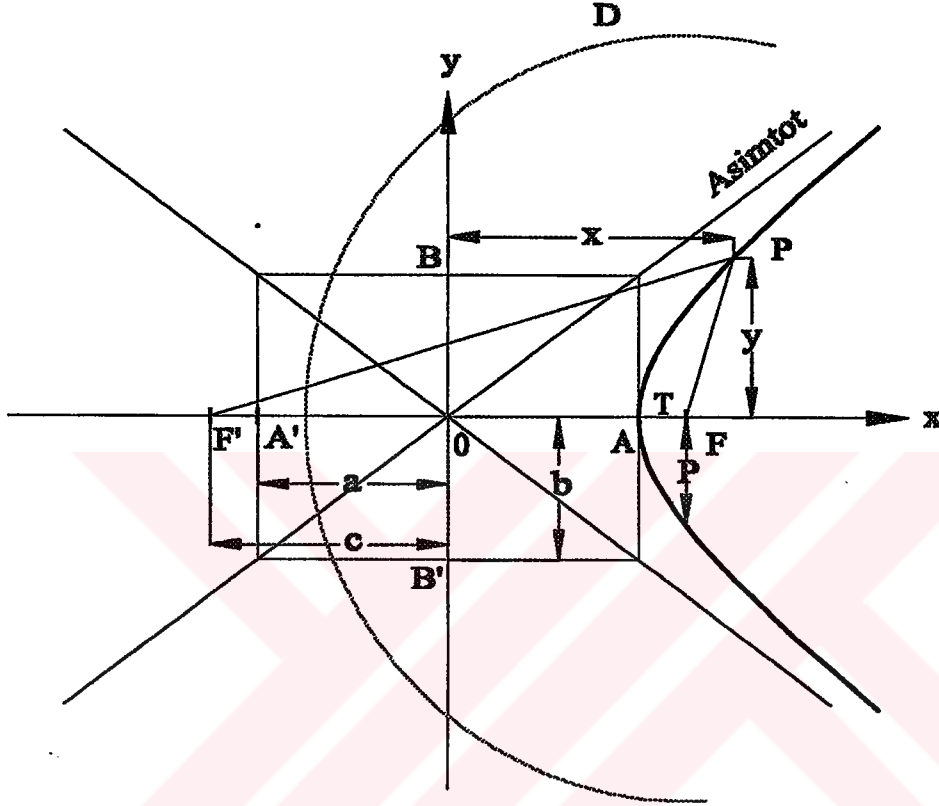
Şekil E.1.12- Elipsoit yansıtıcının ağız açıklığına bağlı olarak dağılma açısının değişimi (Öztürk, 1995).



Şekil E.1.13- Elipsoit yansıtıcıda yer alan ışık kaynağının boyutuna bağlı olarak dağılma açısının değişimi (Öztürk, 1995).

3. Hiperboloit Yansıtıcı

Bir hiperboloit ile, hiperboloidin x ekseninden geçen bir düzlemin arakesiti 'hiperbol'dür. Hiperboloidi belirleyen elemanlar Şekil E.1.14' te yer alan bir arakesit eğrisi -hiperbol- üzerinde gösterilmiştir.



Şekil E.1.14 - Hiperboloidin elemanları.

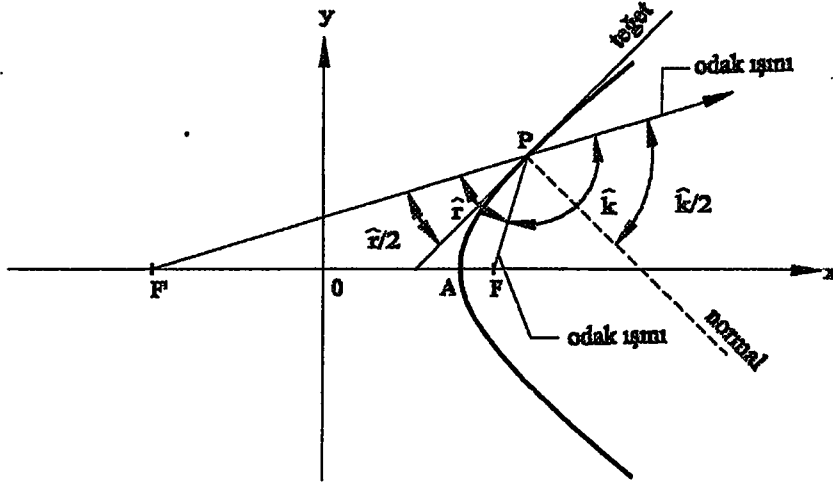
Hiperboloidin elemanları, Şekil E.1.14' te gösterildiği gibi,

FF'	:odaklar,
$AA' = 2a$	:büyük - asal- eksen,
$BA' = BA = c$	:iki odak arası uzaklık yarısı,
A, A'	:asal köşeler,
$BB' = 2b$	: yedek eksen (sanal eksen),
$OB = OB' = b$	:küçük eksen yarısı,
B, B'	:yedek köşeler,
O	:simetri merkezi,
$OF = OF' = c$	:iki odak uzaklığının yarısı,
P	:hiperboloidin bir noktası,

x	:P noktasının y eksenine uzaklığı,
y	:P noktasının x eksenine uzaklığı,
T	:hiperboloidin tepe noktası,
PF, PF'	:odak ışını (hiperboloidin bir noktası ile odağını birleştiren doğru parçası,
p	:yarım parametre (odaktan geçen ve asal eksene dik olan kirişin boyu) $2p=2b^2/a$ parametre $p=b^2/a$ yarım parametre,
ϵ	:eksantrisite (dışmerkezlilik) ; $\epsilon=c/a$; $c>a$; $\epsilon>1$,
Doğrultman daire (D)	:merkezi odaklardan biri, yarıçapı $2a$ olan daire, olarak belirlenir (Koz, 1992; Öztunç, 1977; Öztürk, 1992).

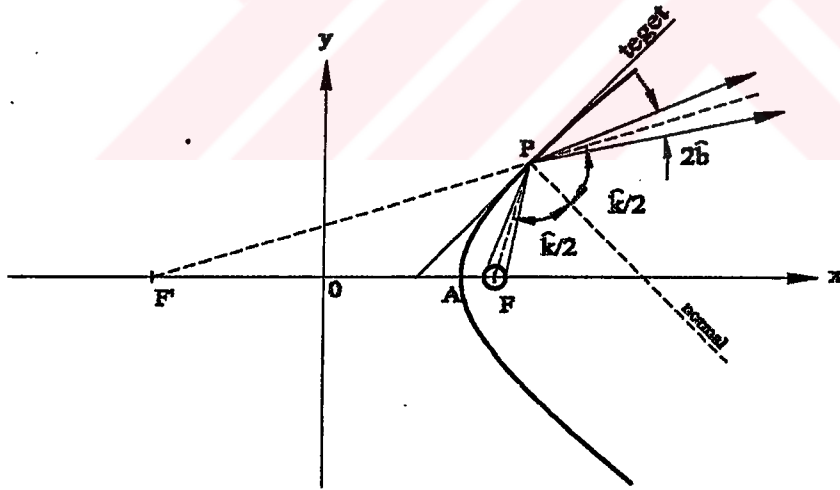
a) Işığın Yansıma Doğrultusunun Bulunması

Bir hiperboloidin herhangi bir P noktasındaki teğeti, P değme noktasından geçen F odak ışını ile, öteki odaktan (F') çıkan ve P noktasından geçen ışın arasındaki açının ($\hat{r}$) açısı ortaydır. Hiperboloidin P noktasındaki normali ise iki odak ışını arasındaki $\hat{k}$ açısının ($\hat{k}=180^\circ-\hat{r}$) açısı ortaydır (Şekil E.1.15). F odağında bulunan nokta ışık kaynağından çıkan ışığın, P noktasına geliş doğrultusu, bu noktadaki normal ile $\hat{k}/2$ açısı yapar. P noktasından yansıyan ışığın normal ile yaptığı açı da $\hat{k}/2$ açısına eşit olur. Şekil E.1.15 'de görüldüğü gibi, hiperboloidin F odağında yer alan ışık kaynağından çıkarak P noktasına gelen ışık, bu noktadan F'P doğru parçasının belirlediği doğrultuda yansır. Yani, hiperboloidin bir odağında bulunan kaynaktan çıkan ışık, ikinci odaktan geliyormuş gibi yansır.



Şekil E.1.15- Nokta ışık kaynağından çıkan ışığın, hiperboloit yüzeyden yansıma doğrultusu.

Işık kaynağının, gerçekte var olan boyutu göz önüne alındığında, odakta bulunan bir kaynaktan çıkan ışık ışınları, yansıdıktan sonra dağılma açısı ($2\hat{b}$) içinde kalan tüm doğrultulara yayılır (Şekil E.1.16).



Şekil E.1.16- Noktasal ışık kaynağından çıkan ışığın, hiperboloit yüzeyden yansıma doğrultularını içeren açı -dağılma açısı- .

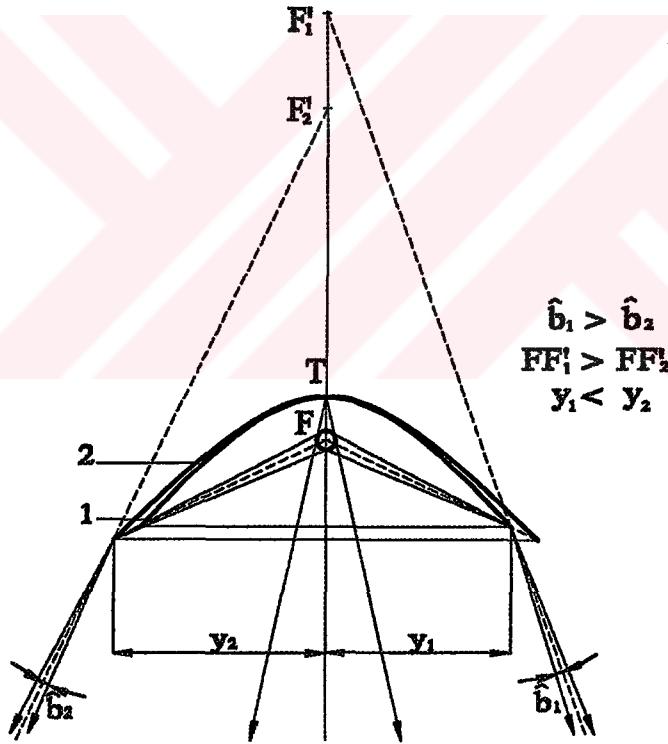
b) Dağılma Açısı Büyüklüğünün Bağlı Olduğu Değişkenler

Bir hiperboloit yansıtıcının yüzeyinden yansıyan ışığın dağılma açısının ($2\hat{b}$) bağlı olduğu değişkenler,

- iki odak arasındaki uzaklık (FF'),
- tepe noktası ile odak arasındaki uzaklık (TF),
- yansıtıcı ağız açıklığı ($2y$) -dolaysız ışığın yayılma açısı ($2\hat{a}$), koni tepe açısı ($K\hat{T}A$)-,
- ışık kaynağı boyutu,

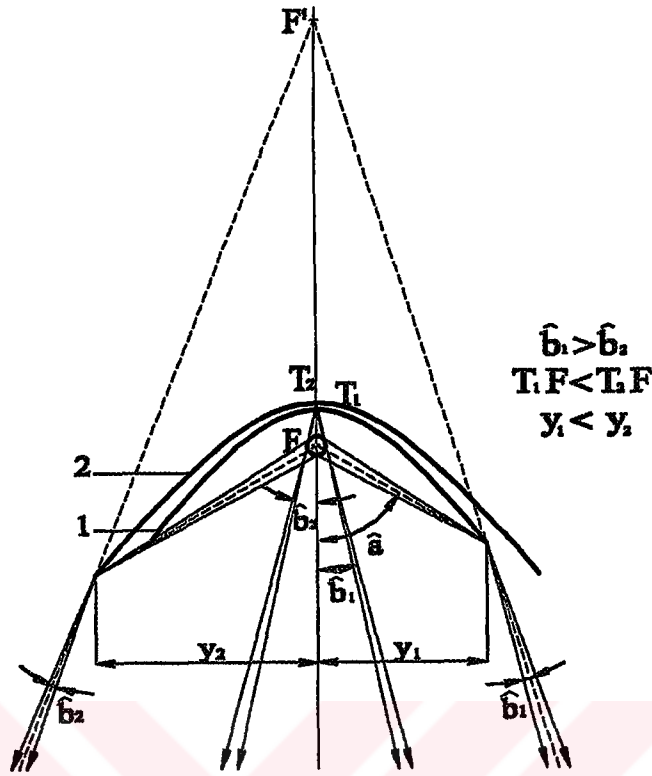
olarak sıralanabilir. Dağılma açısının, belirtilen değişkenlere göre değişimi, aşağıda kısaca ele alınmıştır.

- **İki odak arasındaki uzaklık:** Yansıtıcının tepe noktası ile odak arasındaki uzaklık, kaynak boyutu ve dolaysız ışığın yayılma açısı değişmeden, iki odak arasındaki uzaklık büyüdükçe (ya da küçüldükçe), yansıtıcının tepe noktası dışında kalan öteki noktalarından yansıyan ışığın dağılma açıları küçülür (ya da büyür; Şekil E.1.17).



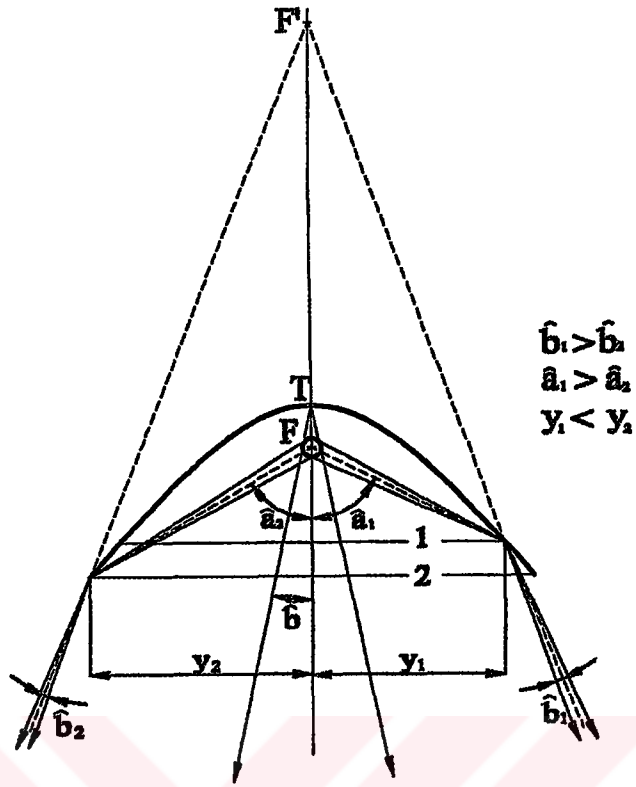
Şekil E.1.17 - Hiperboloit yansıtıcının iki odağı arasındaki uzaklığa bağlı olarak dağılma açısının değişimi.

- **Tepe noktası ile odak arasındaki uzaklık:** Yansıtıcının iki odağı arasındaki uzaklık, kaynak boyutu ve dolaysız ışığın yayılma açısı değişmeden, tepe noktası ile odak

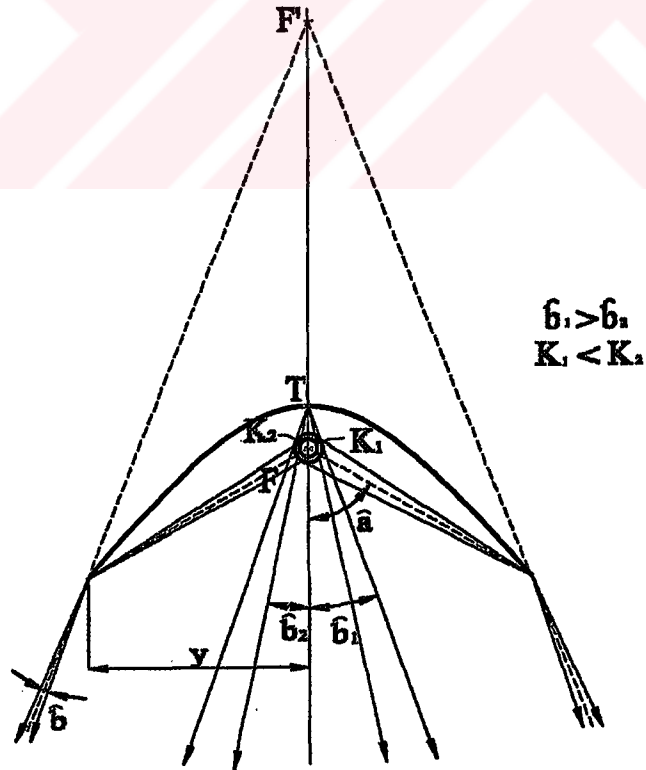


Şekil E.1.18- Hiperboloit yansıtıcının tepe noktası ile odağı arasındaki uzaklığa bağlı olarak dağılma açısının değişimi.

- **Yansıtıcı ağız açıklığı:** Yansıtıcının TF ve FF' uzaklıkları ile kaynak boyutu değişmeden, ağız açıklığı büyüdükçe (ya da küçüldükçe) odak ile yansıtıcının etek noktası arasındaki uzaklık büyüdüğünden, bu noktadaki dağılma açısı küçülür (ya da büyür; Şekil E.1.19).
- **Işık kaynağı boyutu:** Yansıtıcının TF, FF' uzaklıkları ve ağız açıklığı, dolaysız ışığın yayılma açısı değişmeden, ışık kaynağının boyutu küçüldükçe (ya da büyüdükçe), yansıtıcının tüm noktalarındaki dağılma açısı küçülür (ya da büyür; Şekil E.1.20).



Şekil E.1.19- Hiperboloit yansıtıcının ağız açıklığına bağlı olarak dağılma açısının değişimi.



Şekil E.1.20- Hiperboloit yansıtıcıda yer alan ışık kaynağının boyutuna bağlı olarak dağılma açısının değişimi

EK 2. HİPERBOLOİT YANSITICI ÖRNEKLERİ VE AYDINLIK DÜZEYİ EĞRİLERİ

Bu bölümde, çalışmanın ilk aşamasında oluşturulan,

- 23 adet hiperboloit yansıtıcının, değişik $\hat{a}_{min}$ (dolaysız ışığın yayılma açısının yarısı) değerleri için belirlenen, 88 ayrı durumuna ilişkin, y_{min} (yansıtıcı ağız açıklığı yarısı) büyüklükleri (Çizelge E.2.1),
- 23 adet hiperboloit arasından seçilen 5 ayrı hiperboloit yansıtıcının zarf yöntemi ile yapılan çizimleri (Şekil E.2.1) ile,
- seçilen 5 adet hiperboloit yansıtıcının değişik kaynak çapı (k_c) ve aygıt yüksekliği (h_k) değerleri için oluşturulan 45 adet aydınlık düzeyi eğrisi (Şekil E.2.2),

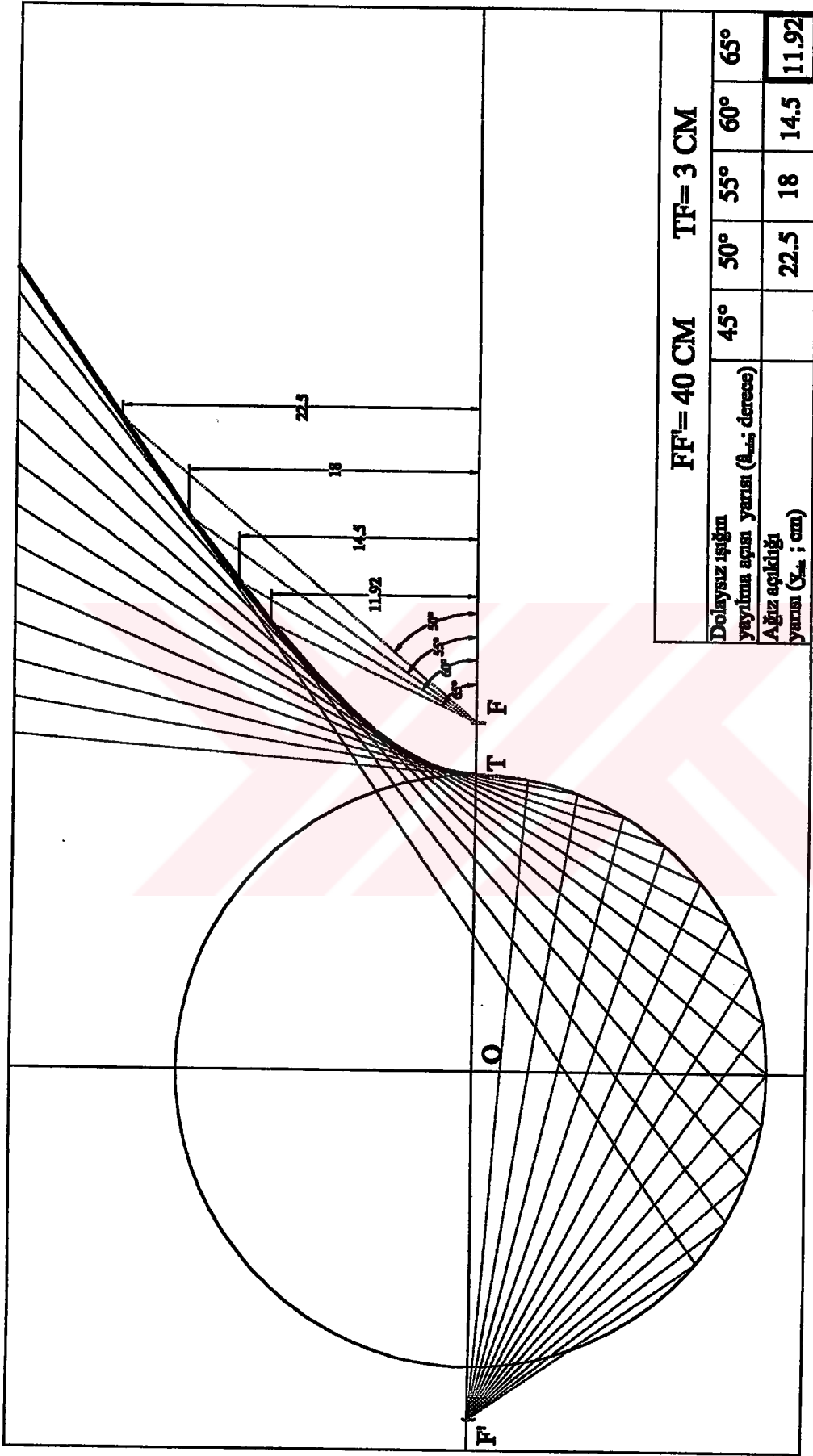
verilmiştir. Çizelge E.2.1' de görülen taralı bölümlerdeki değerler, bu çalışma için seçilen 5 adet hiperboloit yansıtıcıya aittir.

Çizelge E.2.1- Etüd edilen hiperboloit yansıtıcıların TF (tepe noktası ile odak noktası arasındaki uzaklık), FF' (iki odak arası uzaklık), $\hat{a}_{min}$ (dolaysız ışığın yayılma açısı yarısı), y_{min} (yansıtıcı ağız açıklığı yarısı) değerleri.

TF(cm)	FF(cm)	$\hat{a}_{min}$ (dolaysız ışığın yayılma açısı yarısı;derece)	y_{min} (aygıt ağız açıklığı yarısı(cm))
4,5	45	65	20
3,75	30	65	19,6
3,75	30	60	23
3,75	35	65	18
3,75	35	60	22
3,75	40	65	15,87
3,75	40	60	18,86
3,75	40	55	23,43
3,75	45	65	15,2
3,75	45	60	17,8
3,75	45	55	22
3	20	65	16,5
3	25	65	14
3	25	60	17,5
3	25	55	23
3	30	65	12,6
3	30	60	15,2
3	30	55	19,6

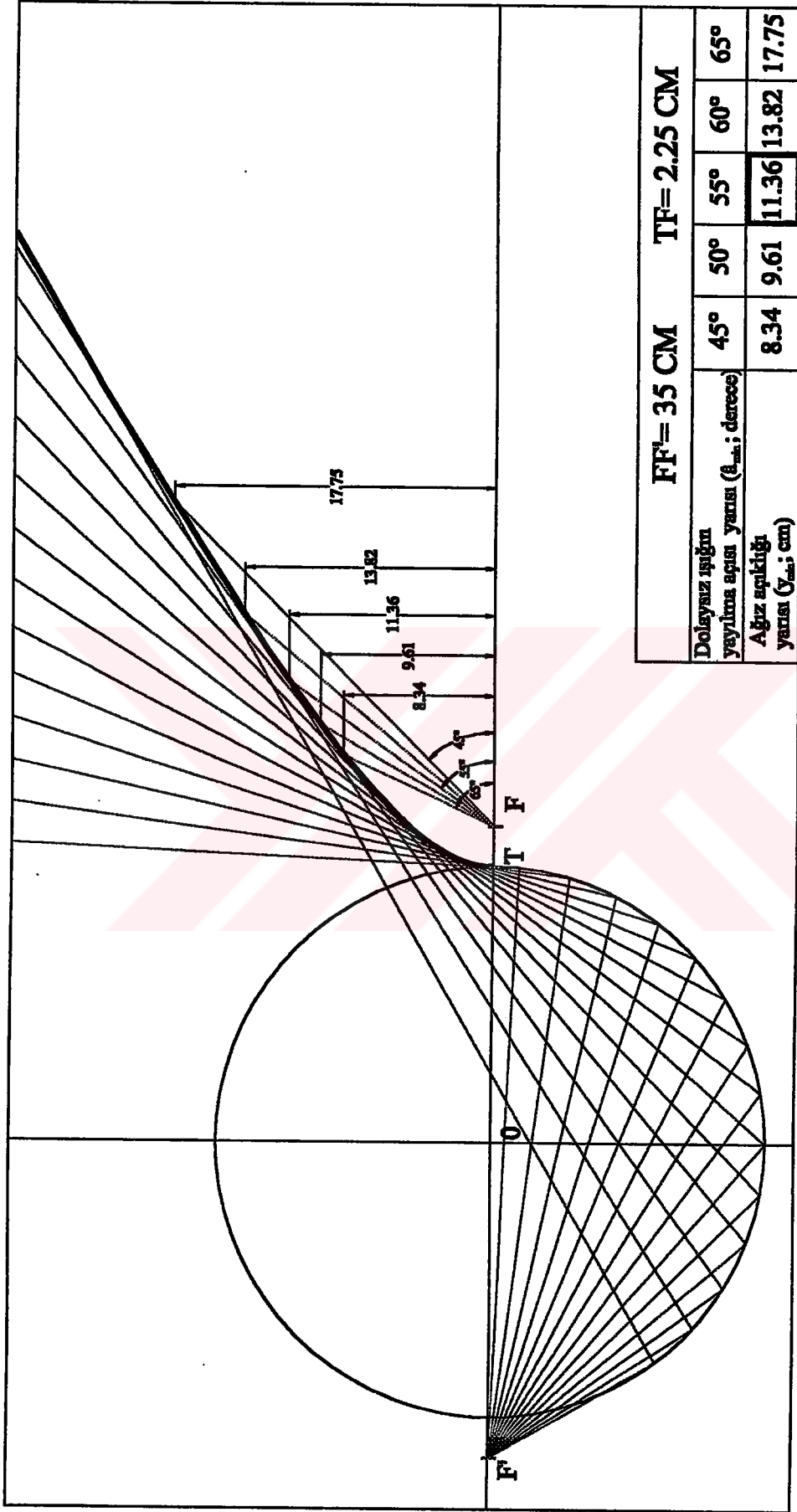
TF(cm)	FF(cm)	$\hat{a}_{min}$ (dolaysız ışığın yayılma açısı yarışı;derece)	y_{min} (aygıt ağız açıklığı yarışı(cm))
3	35	65	14
3	35	60	17,5
3	35	55	21
3	40	65	11,92
3	40	60	14,5
3	40	55	18
3	40	50	22,5
3	45	65	11.18
3	45	60	12.99
3	45	55	15.82
3	45	50	19.16
3	45	45	25.34
2,5	25	65	12
2,5	25	60	15
2,5	25	55	19,5
2,5	30	65	10,5
2,5	30	60	12,5
2,5	30	55	15,5
2,5	30	50	20
2,5	35	65	9,5
2,5	35	60	11,5
2,5	35	55	13,5
2,5	35	50	17
2,5	35	45	21
2,25	15	65	12,6
2,25	15	60	16,6
2,25	15	55	25
2,25	20	65	10
2,25	20	60	12
2,25	20	55	16
2,25	20	50	22
2,25	25	65	9
2,25	25	60	11
2,25	25	55	13
2,25	25	50	17
2,25	30	65	8,7
2,25	30	60	10,1
2,25	30	55	12,3
2,25	30	50	15,3
2,25	30	45	20,5

TF(cm)	FF(cm)	$\hat{a}_{min}$ (dolaysız ışığın yayılma açısı yarışı,derece)	y_{min} (aygıt ağız açıklığı yarışı(cm))
2,25	35	65	8.34
2,25	35	60	9.61
2,25	35	55	11.36
2,25	35	50	13.82
2,25	35	45	17.75
2,25	45	65	8.18
2,25	45	60	9.1
2,25	45	55	10.4
2,25	45	50	12.4
2,25	45	45	15.92
1,5	15	65	6
1,5	15	60	7,5
1,5	15	55	9,5
1,5	15	50	12
1,5	15	45	17,5
1,5	20	65	5,7
1,5	20	60	6,8
1,5	20	55	8
1,5	20	50	10
1,5	20	45	12,3
1,5	25	65	5
1,5	25	60	5,5
1,5	25	55	6,5
1,5	25	50	8
1,5	25	45	11,4
1,5	30	65	5,4
1,5	30	60	6,2
1,5	30	55	7,2
1,5	30	50	8,4
1,5	30	45	10,7

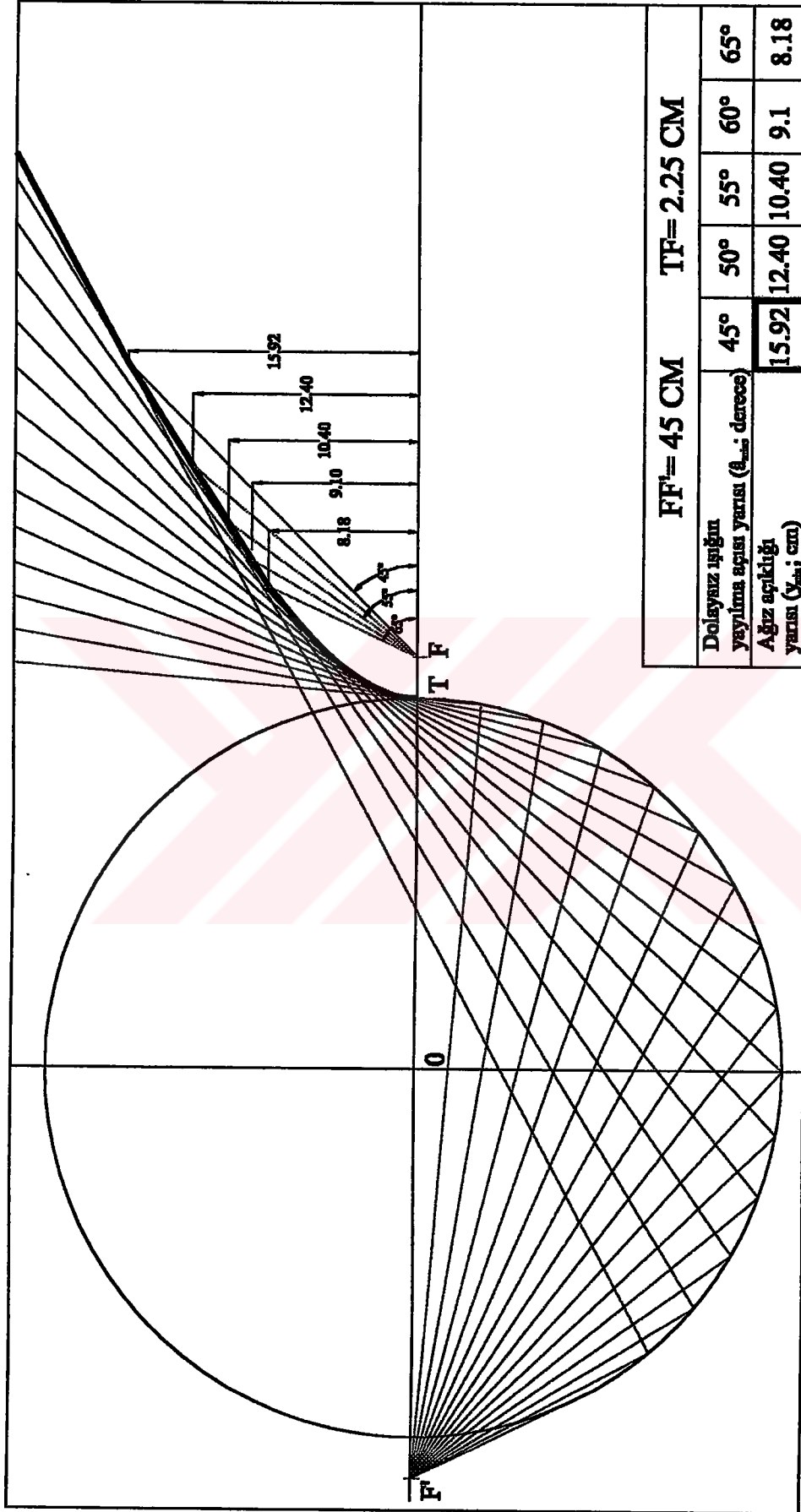


Şekil E.2.1/1- Hiperboloit yansıtıcının zarf yöntemi ile çizimi; $\bar{a}_{\infty}$ (dolaysız ışın yayılma açısı yarısı), y_{∞} (ağız açıklığı yarısı) değerleri.

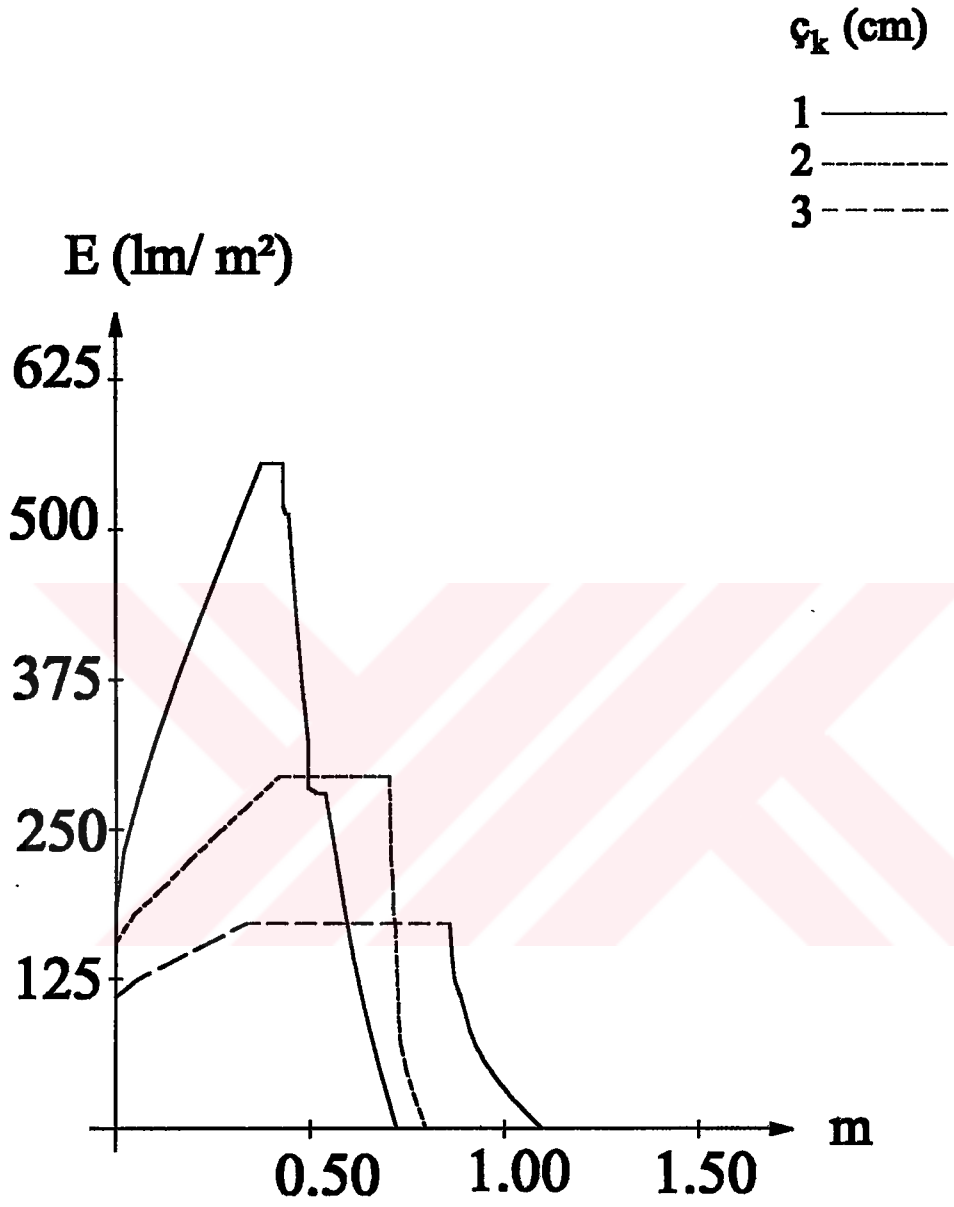
Şekil E.2.1/3- Hiperboloit yansıncının zarf yöntemi ile çizimi; $\tilde{a}_{\text{maks}}$ (dolaysız ışığın yayılma açısı yarısı), y_{maks} (ağız açıklığı yarısı) değerleri.



Şekil E.2.1/4- Hiperboloit yansıtıcının zarf yöntemi ile çizimi; $\hat{a}_{\text{maks}}$ (dolaysız ışığın yayılma açısı yarısı), y_{maks} (ağız açıklığı yarısı) değerleri.

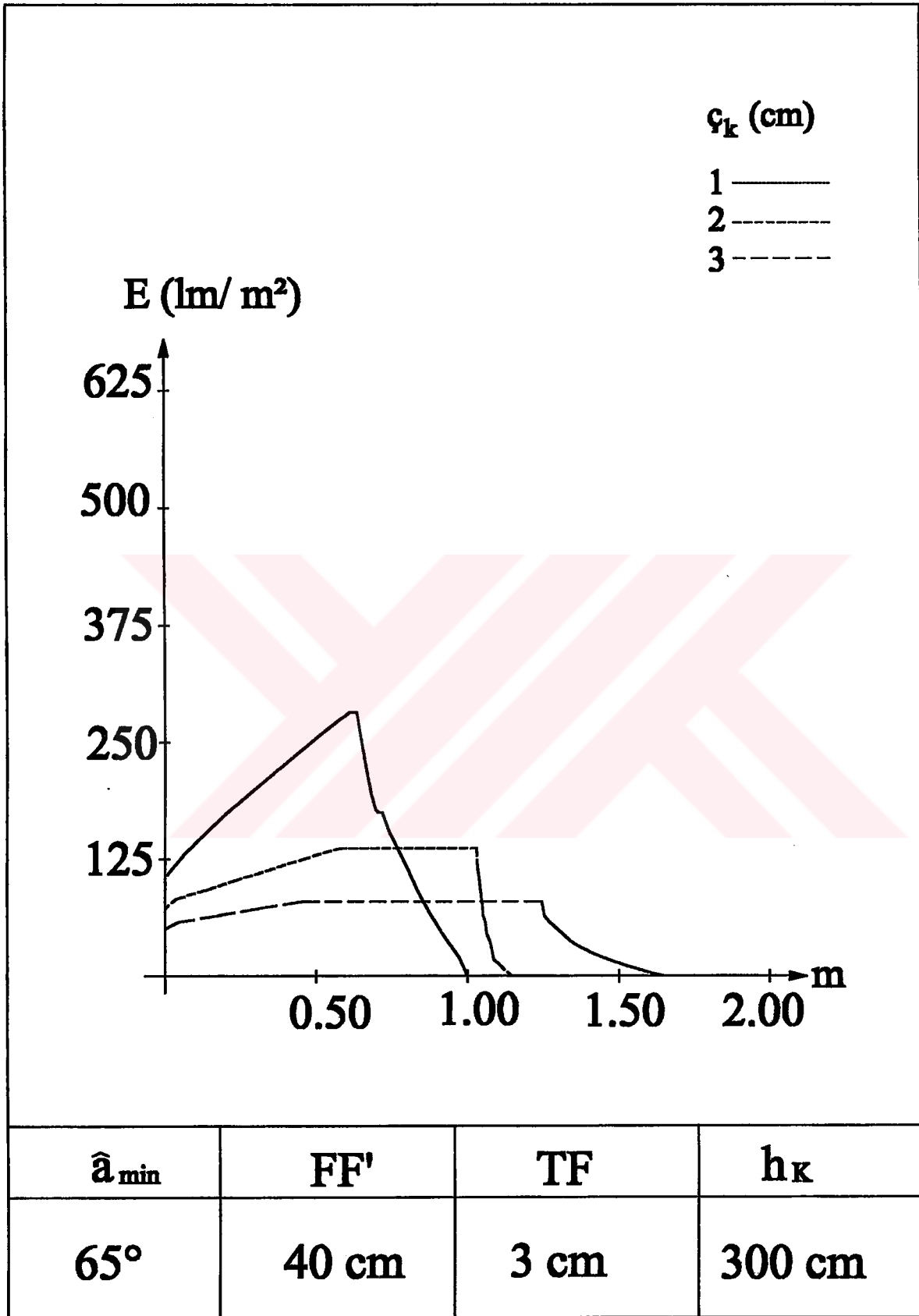


Şekil E.2.1/5- Hiperboloit yansıtıcının zarf yöntemi ile çizimi; β_{d} (dolaysız ışığın yayılma açısı yarısı), γ_{d} (ağız açıldığı yarısı) değerleri.

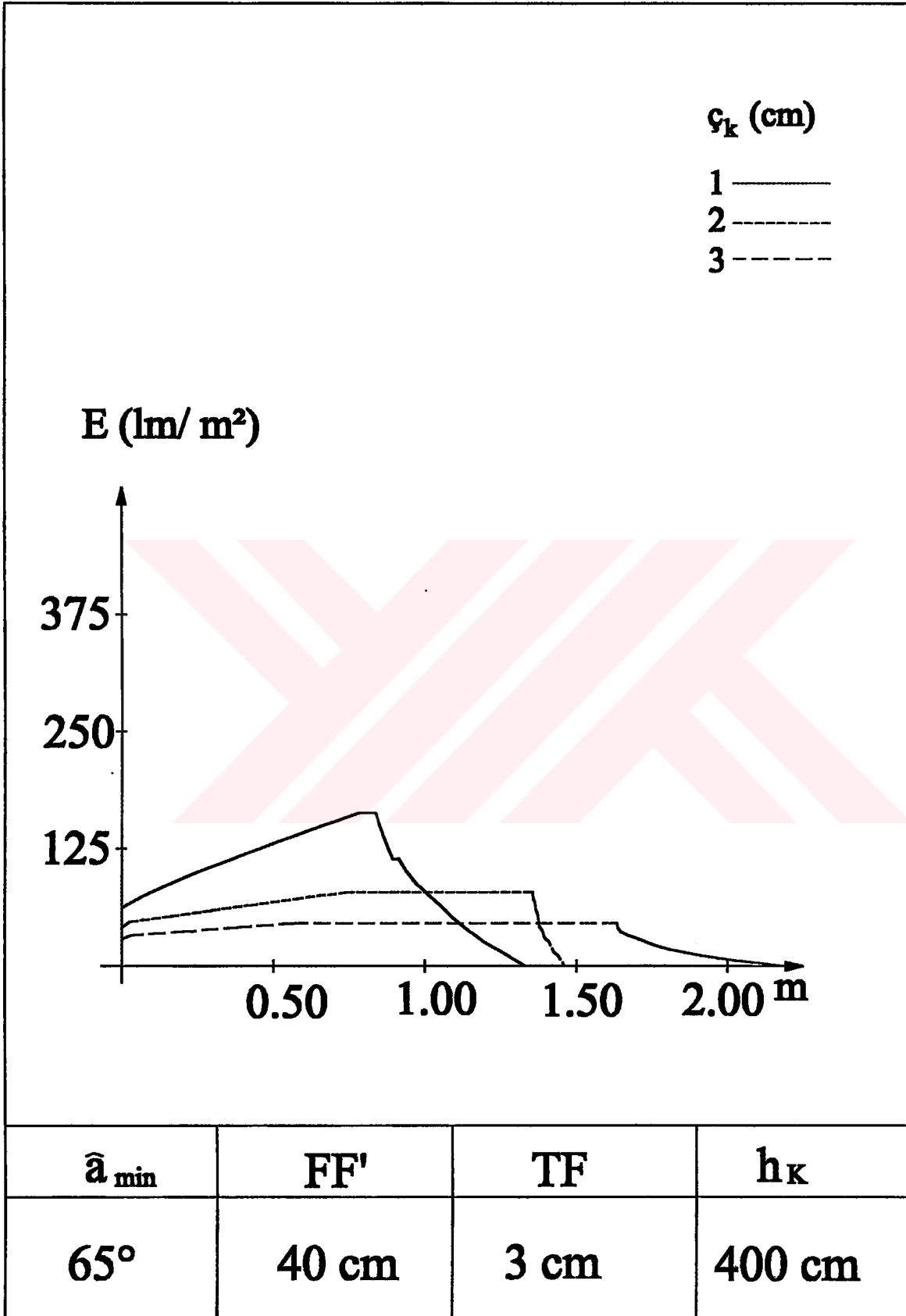


$\hat{a}_{\min}$	FF'	TF	h_K
65°	40 cm	3 cm	200 cm

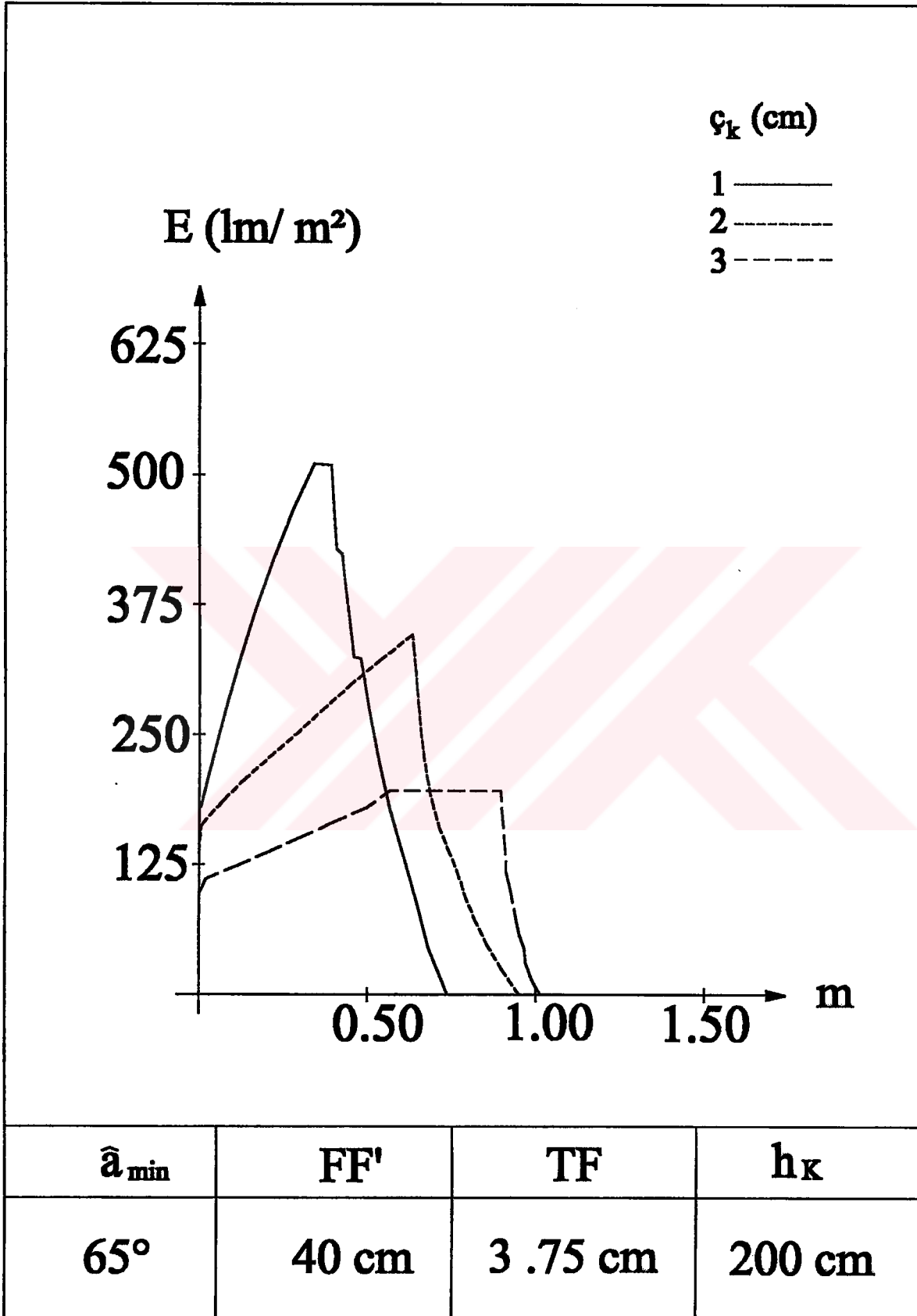
Şekil E.2.2/1- Hiperboloit yansıtıcı için oluşturulan aydınlık düzeyi eğrileri.



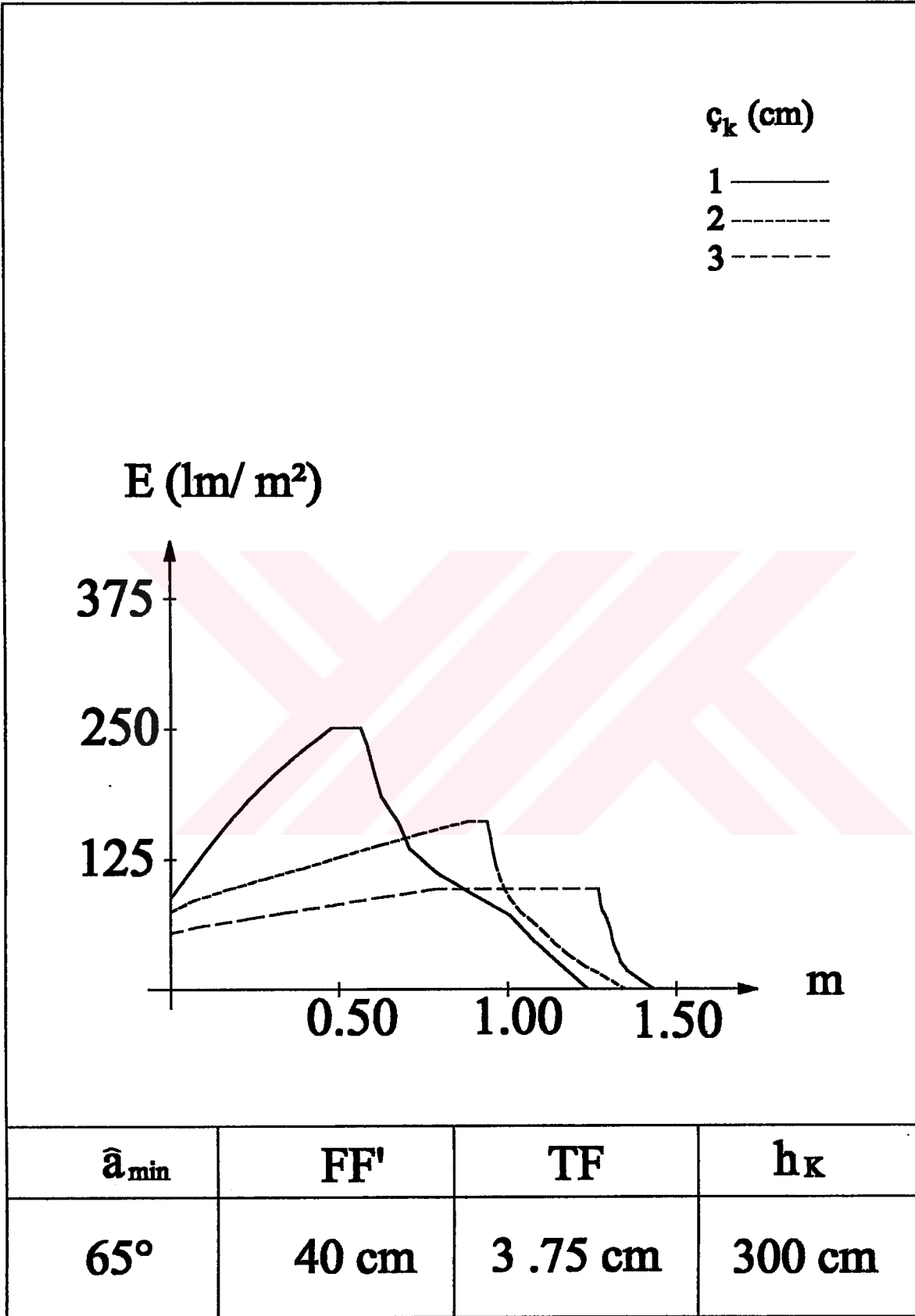
Şekil E.2.2/2- Hiperboloit yansıtıcı için oluşturulan aydınlık düzeyi eğrileri.



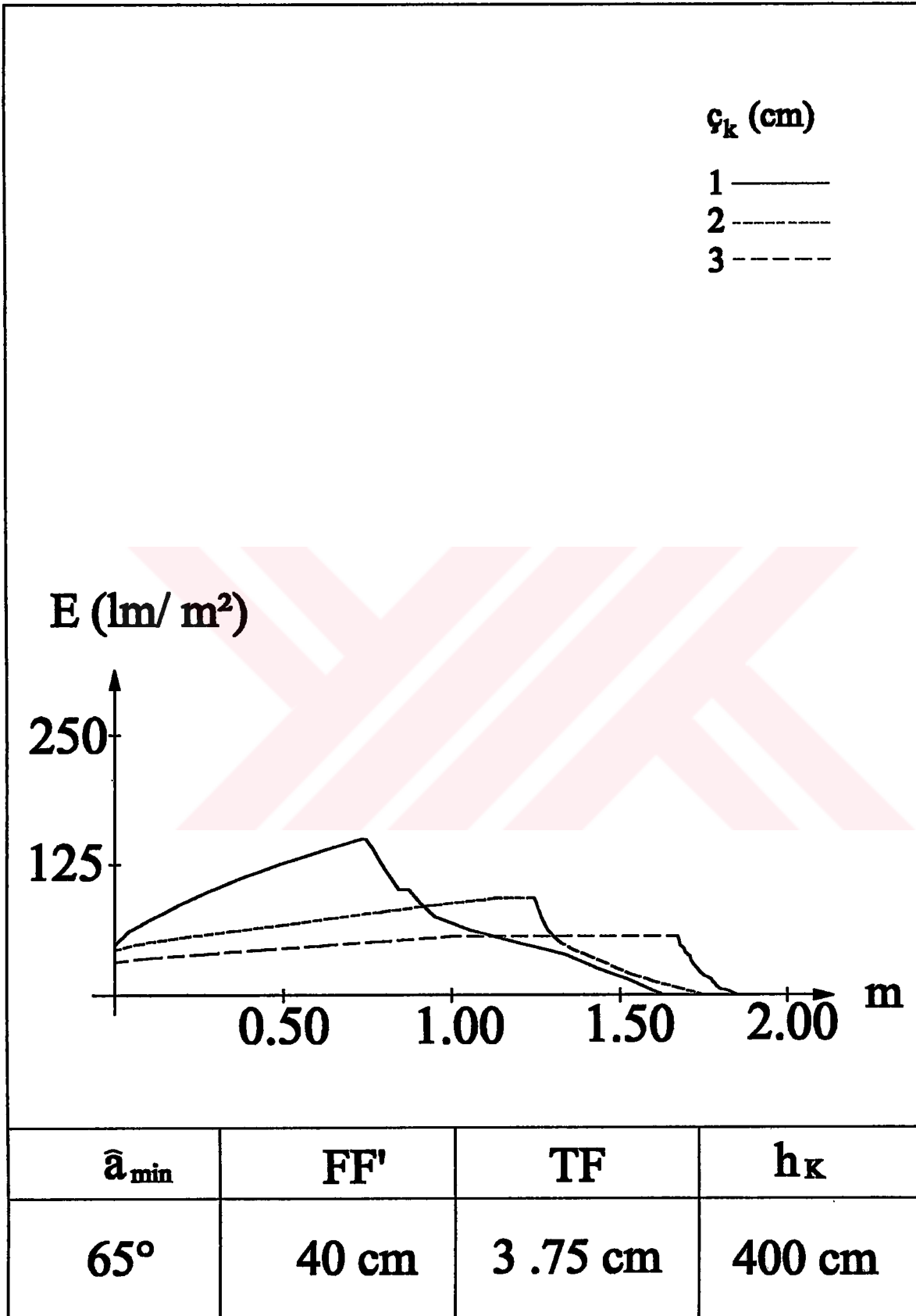
Şekil E.2.2/3- Hiperboloit yansıtıcı için oluşturulan aydınlık düzeyi eğrileri.



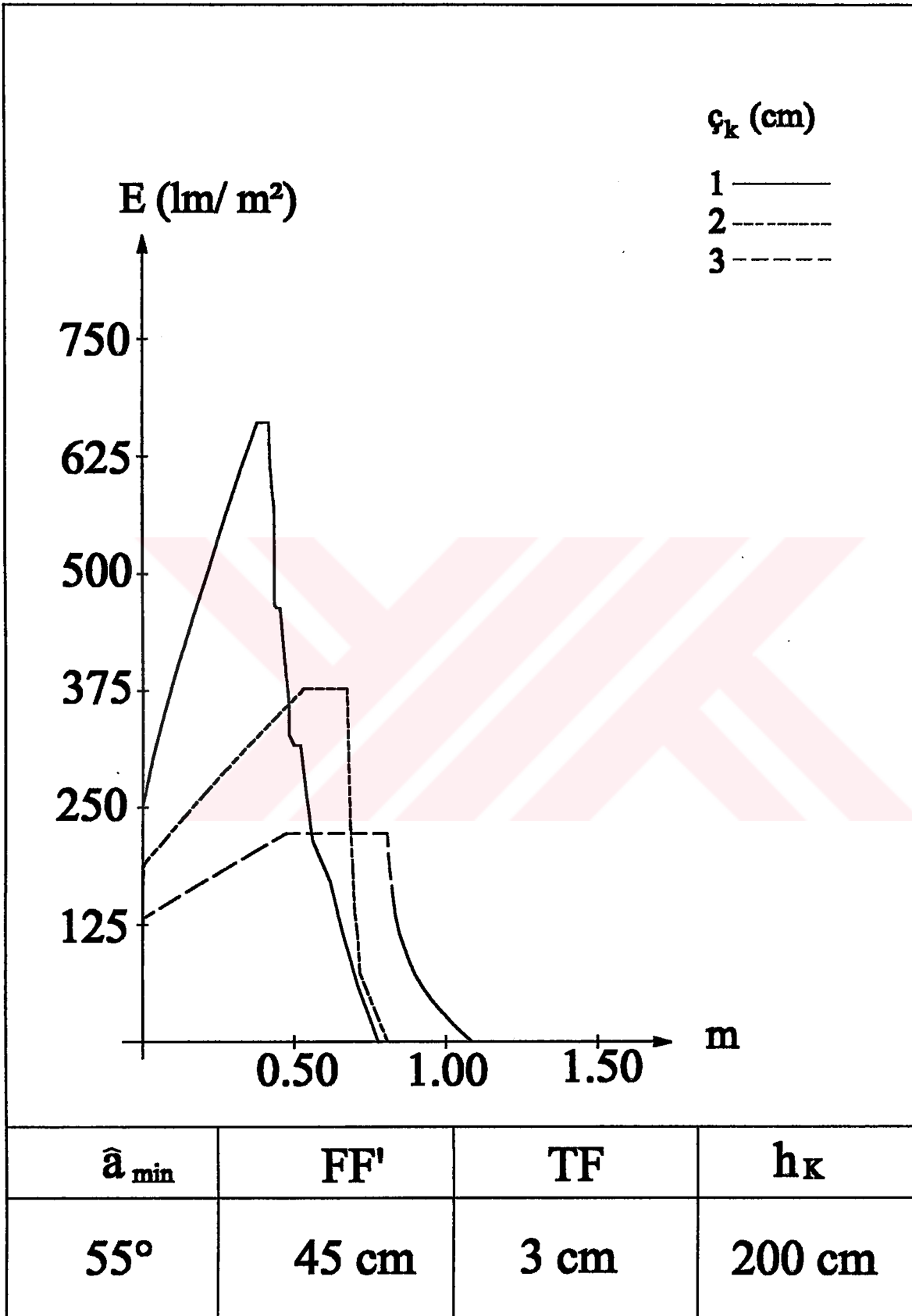
Şekil E.2.2/4- Hiperboloit yansıtıcı için oluşturulan aydınlık düzeyi eğrileri.



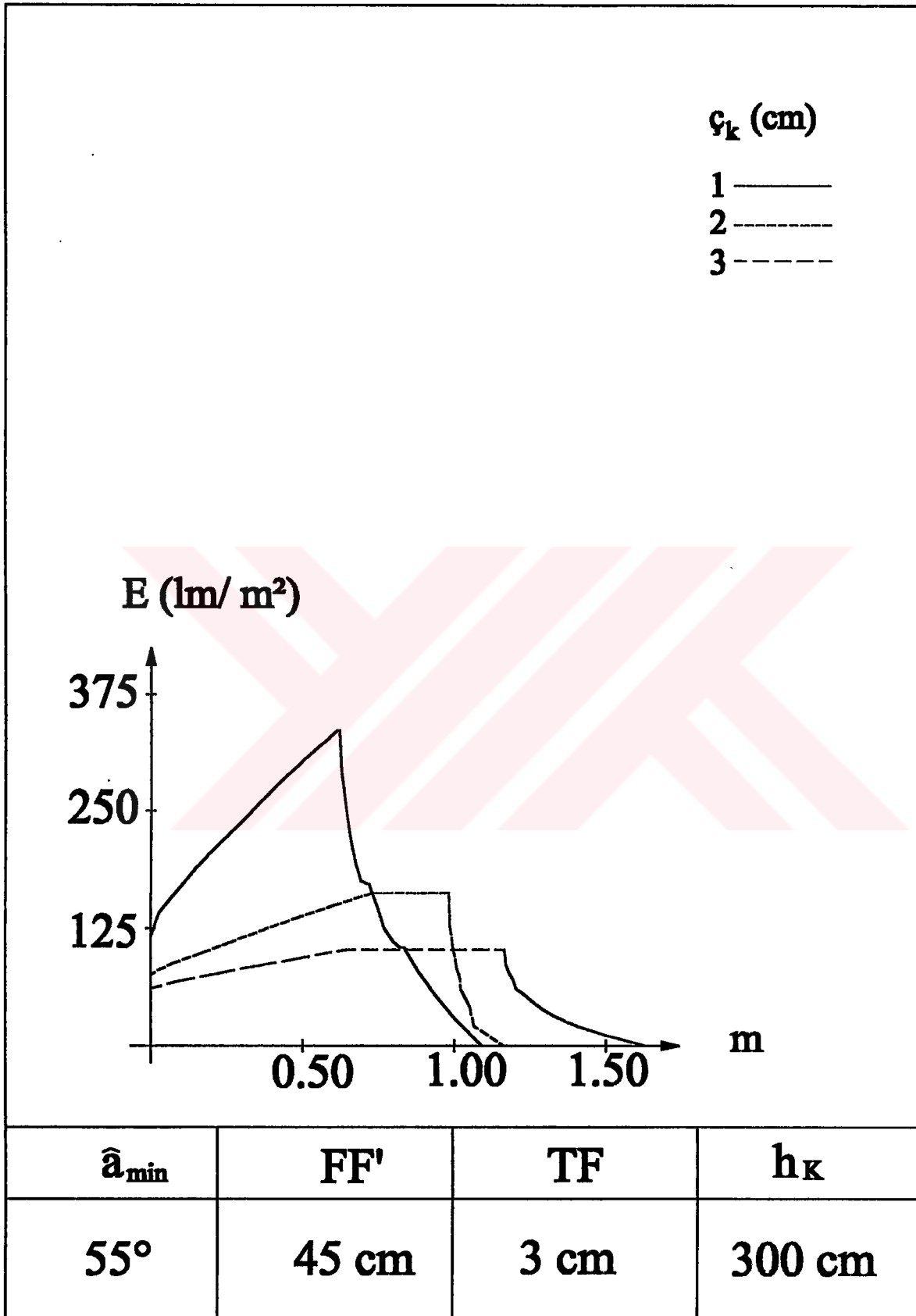
Şekil E.2.2/5- Hiperboloit yansıtıcı için oluşturulan aydınlık düzeyi eğrileri.



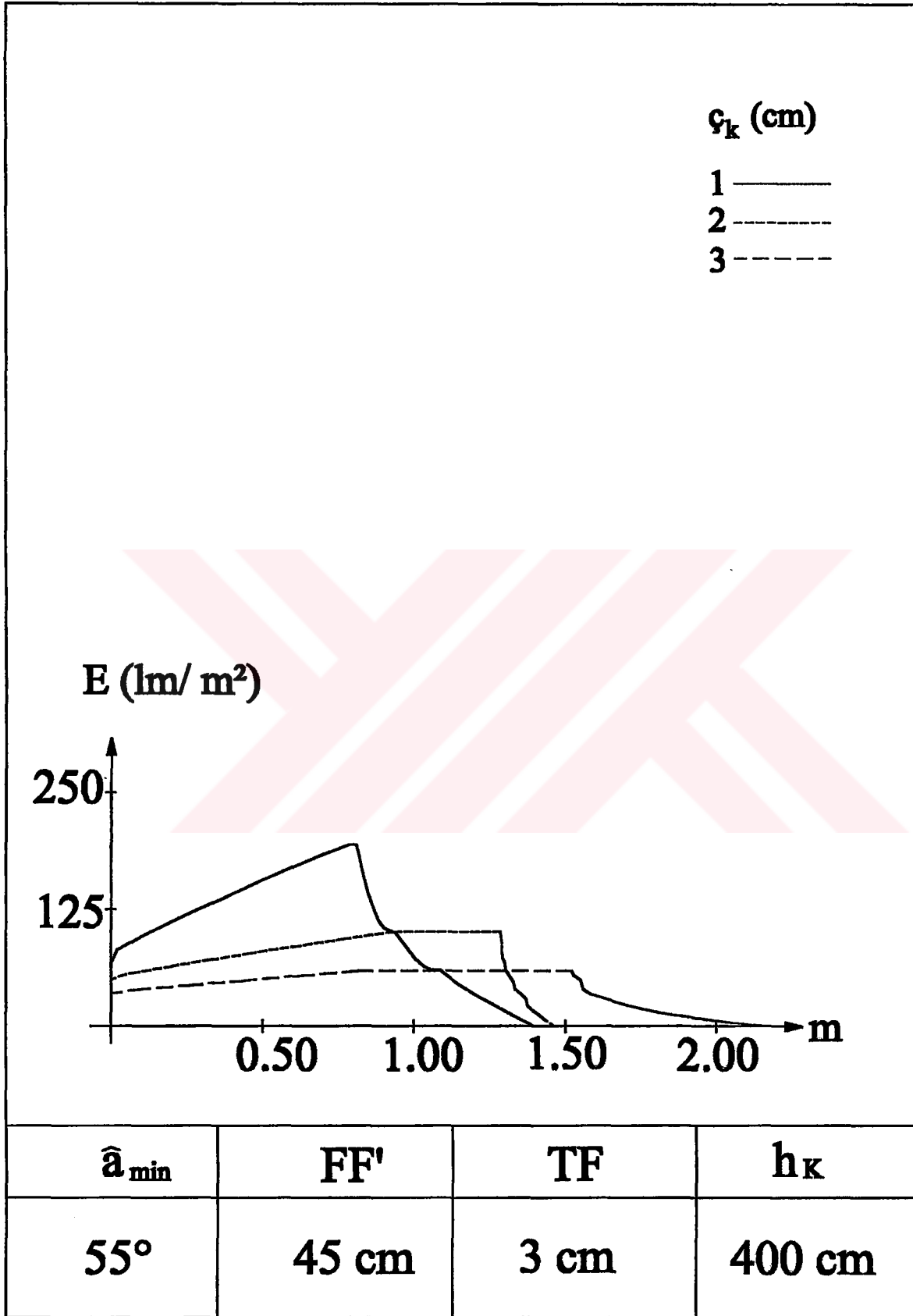
Şekil E.2.2/6- Hiperboloit yansıtıcı için oluşturulan aydınlık düzeyi eğrileri.



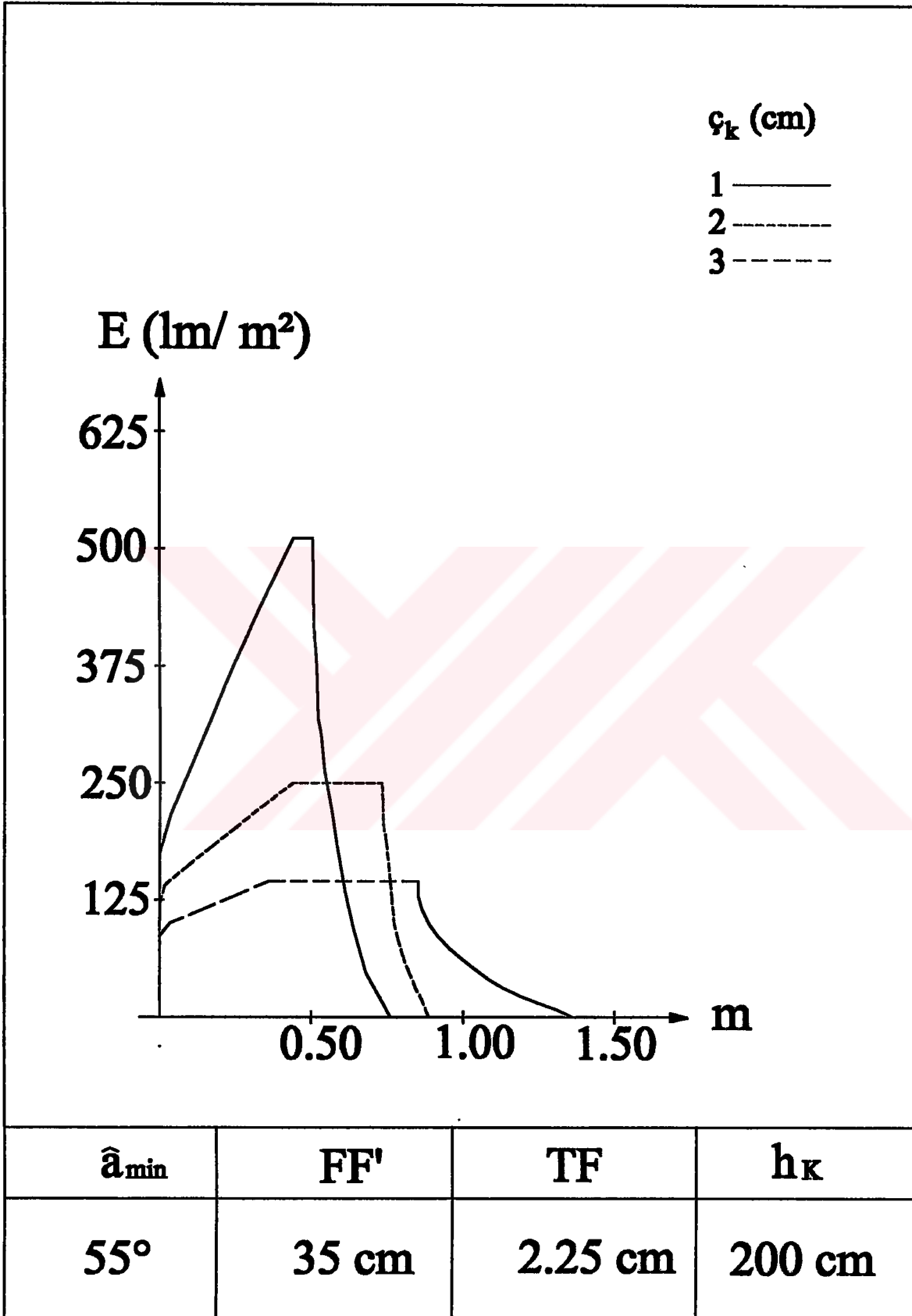
Şekil E.2.2/7- Hiperboloit yansıtıcı için oluşturulmuş aydınlık düzeyi eğrileri.



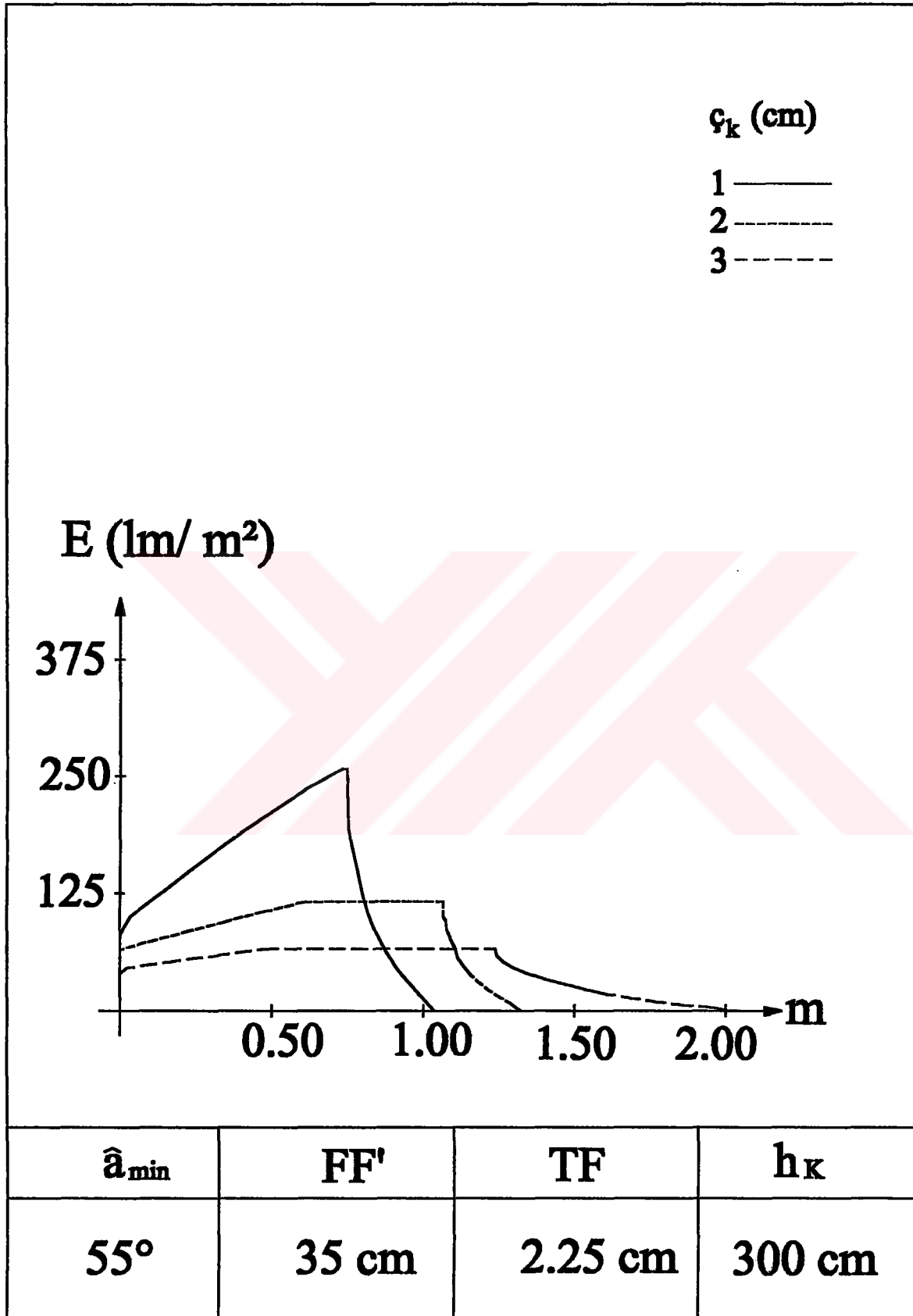
Şekil E.2.2/8- Hiperboloit yansıtıcı için oluşturulmuş aydınlık düzeyi eğrileri.



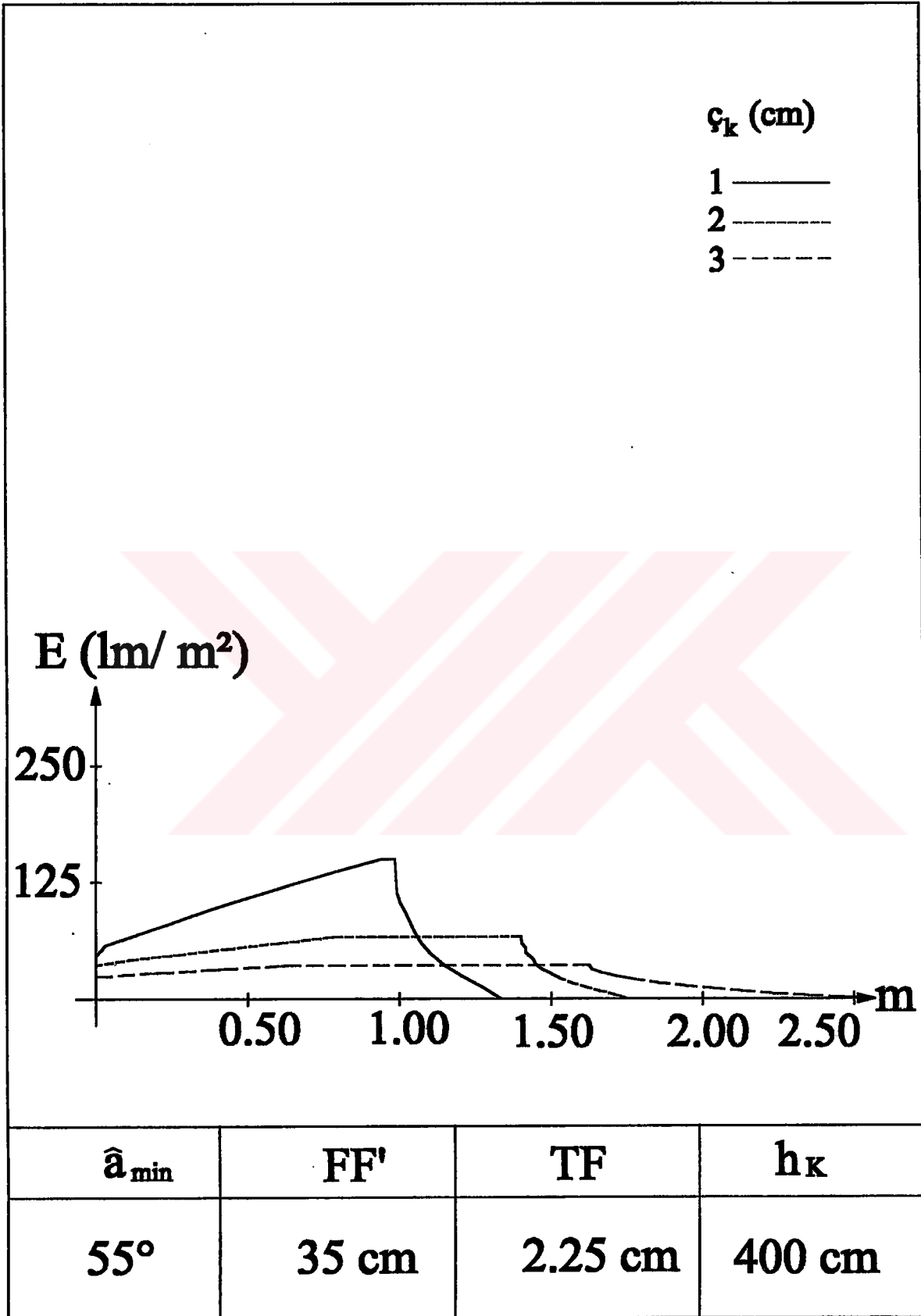
Şekil E.2.2/9- Hiperboloit yansıtıcı için oluşturulmuş aydınlık düzeyi eğrileri.



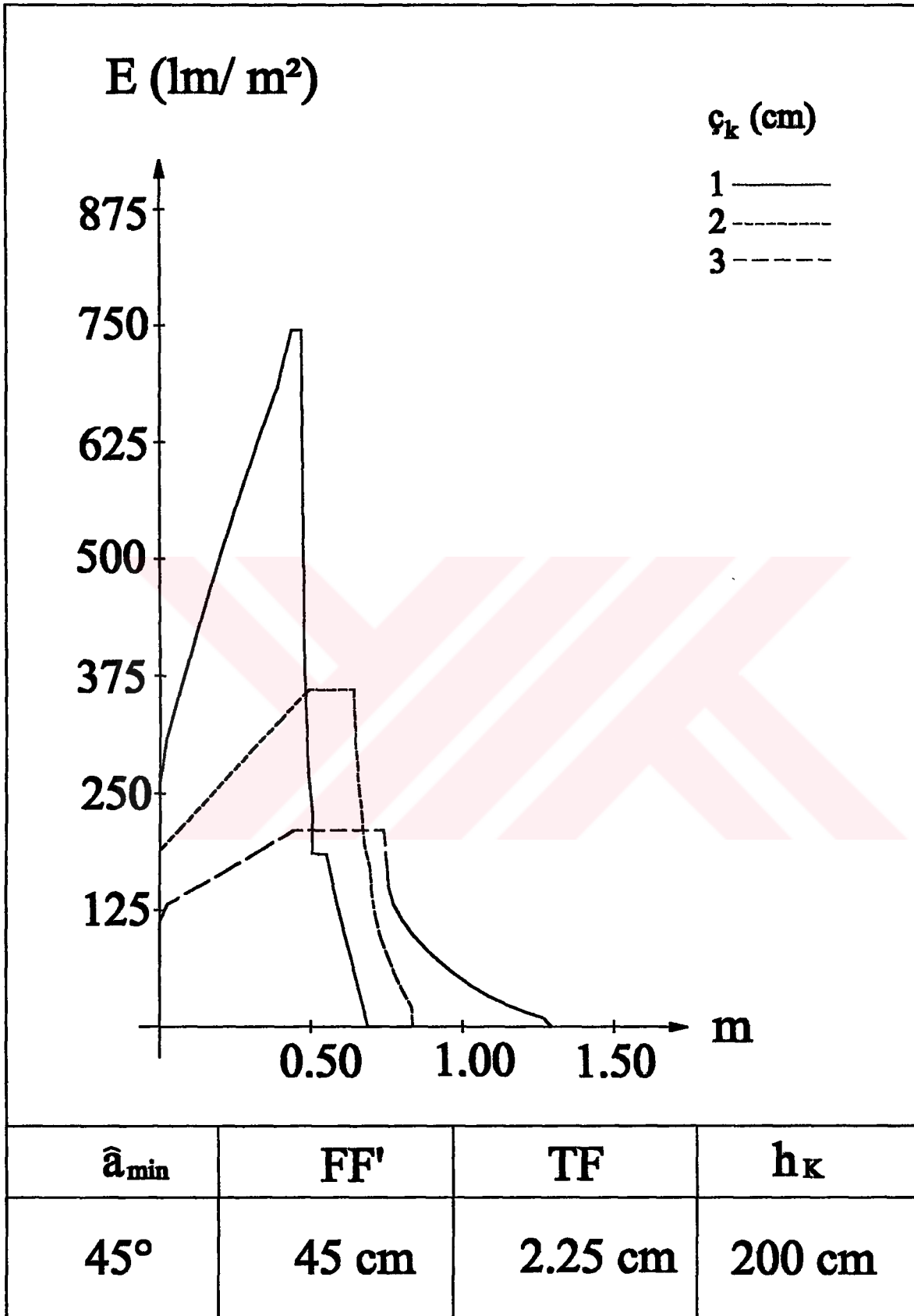
Şekil E.2.2/10- Hiperboloit yansıtıcı için oluşturulan aydınlık düzeyi eğrileri.



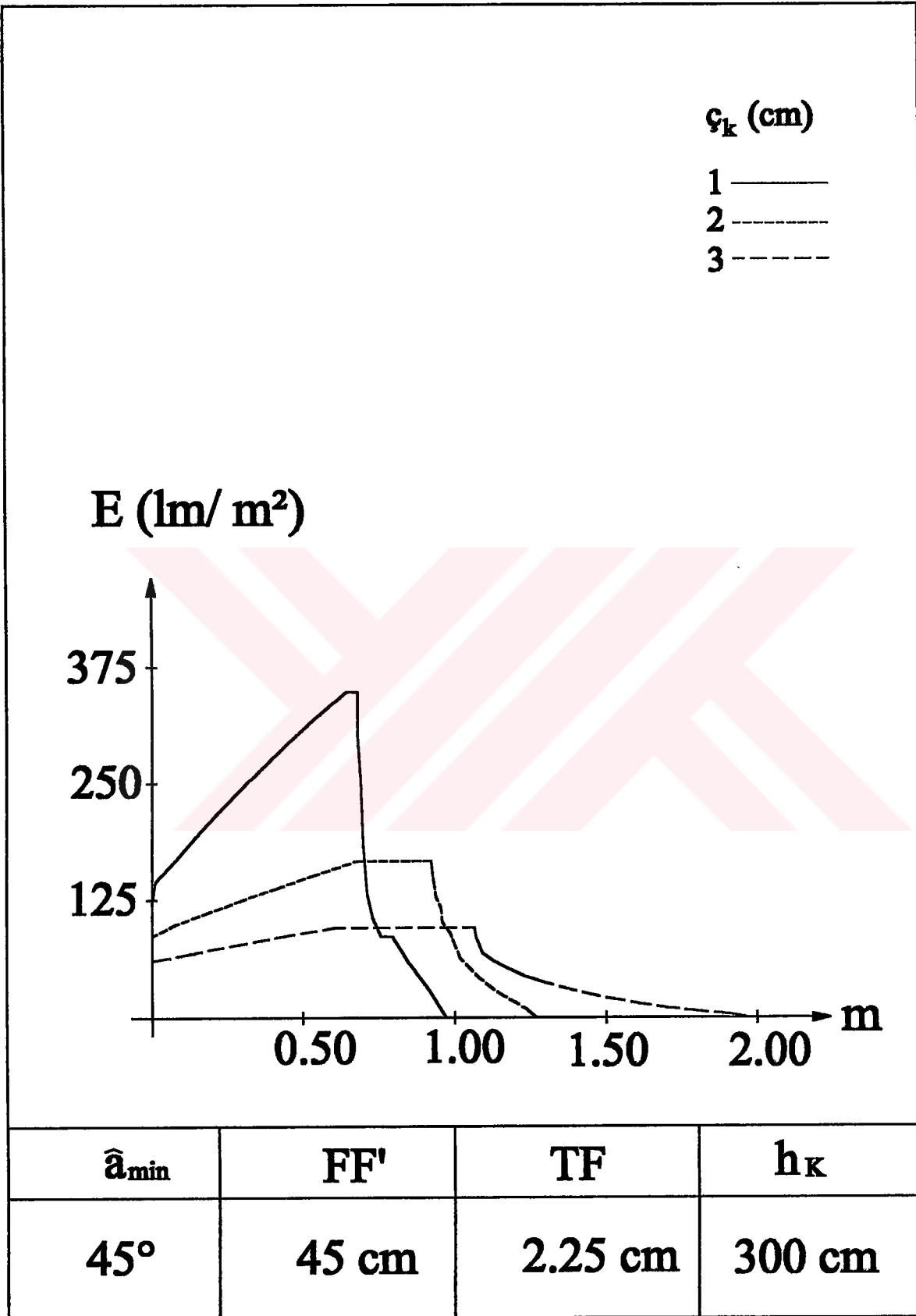
Şekil E.2.2/11- Hiperboloit yansıtıcı için oluşturulan aydınlık düzeyi eğrileri.



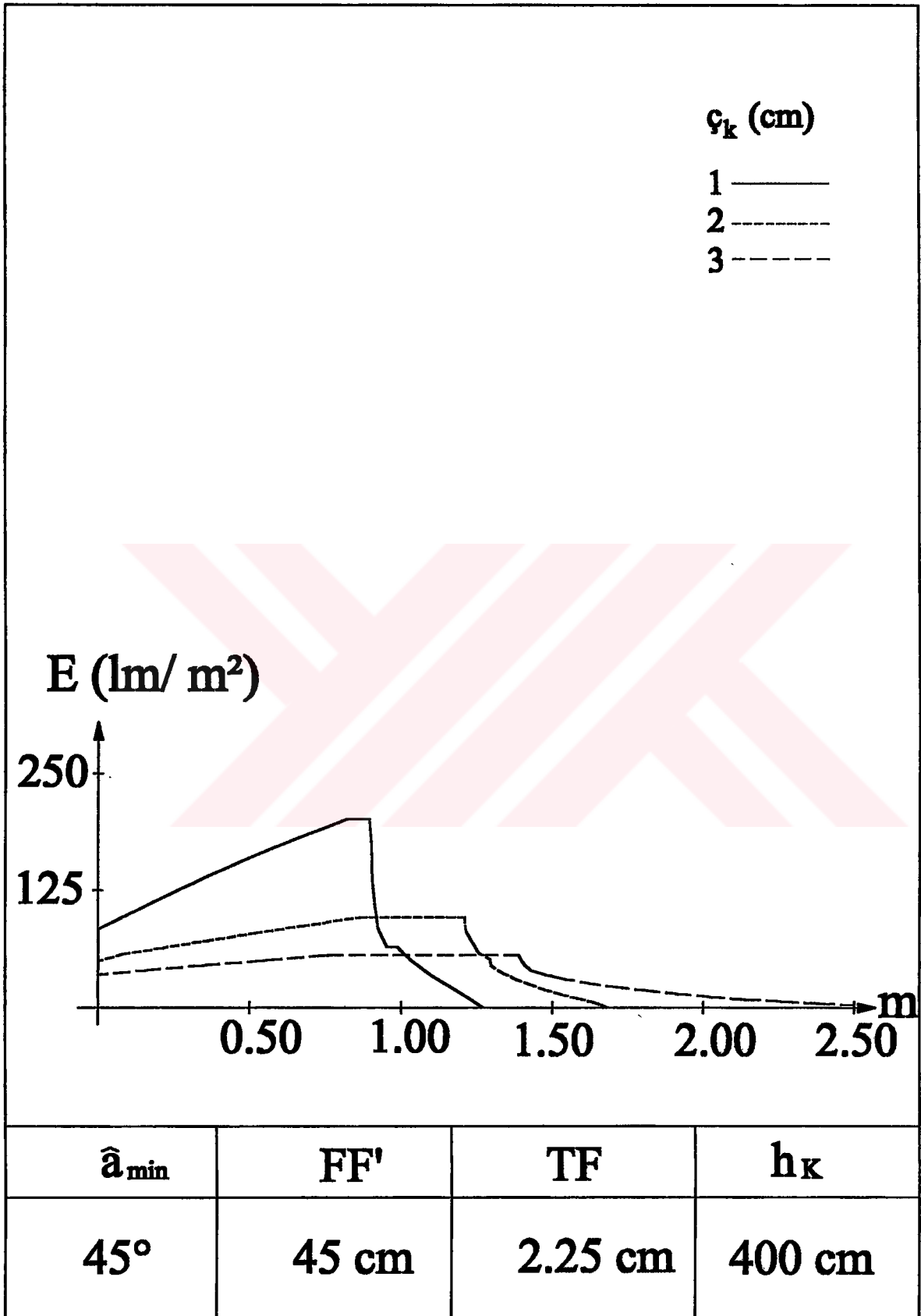
Şekil E.2.2/12- Hiperboloit yansıtıcı için oluşturulan aydınlık düzeyi eğrileri.



Şekil E.2.2/13- Hiperboloit yansıtıcı için oluşturulan aydınlık düzeyi eğrileri.



Şekil E.2.2/14- Hiperboloit yansıtıcı için oluşturulan aydınlık düzeyi eğrileri.



Şekil E.2.2/15- Hiperboloit yansıtıcı için oluşturulan aydınlık düzeyi eğrileri.

EK 3. HACİM AÇISI YÖNTEMİ İLE AYDINLIK DAĞILIMININ BELİRLENMESİ

Işık kaynağı ışık yeğirlik eğrisi ve yansıtıcı geometrisinin, dolayısıyla yansıtıcıya gelen ışıkların yansıma doğrultularının bilindiği durumda, aygıtın oluşturduğu aydınlık dağılımı, hacim açısı yöntemi ile belirlenebilir (Sirel, 1990; Ünver, 1991; Öztürk, 1995).

Bu bölümde,

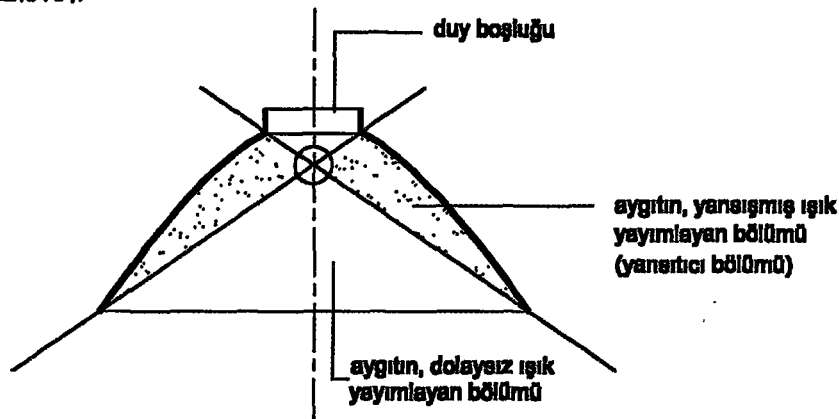
- izotrop dağıtımlı noktasal ışık kaynağının kullanıldığı durumda, aydınlık dağılımının, hacim açısı yöntemine göre belirlenmesinde izlenen genel işlem dizisi,
- hacim açısı yönteminin çalışmadaki örnekler için uygulandığı koşullar (Öztürk, 1995),
- hacim açısı yöntemi ile aydınlık dağılımının hesaplanmasına ilişkin, parabolit, elipsoit ve hiperboloit yansıtıcılar ile ilgili birer örnek,

yer almaktadır.

1. Hacim Açısı Yönteminde İzlenen Genel İşlem Dizisi

Aydınlatma aygıtında izotrop dağıtımlı noktasal ışık kullanılması durumu için, “hacim açısı yönteminde uygulanan genel işlem dizisi” aşağıda verilmiştir (Sirel, 1990; Ünver, 1991; Öztürk, 1995).

- a) Aygıtın, ölçekli çizilmiş kesitinde, dolaysız ve yansımış ışık yayımlayan bölümleri saptanır (Şekil E.3.1).



Şekil E.3.1- Aydınlatma aygıtının, dolaysız ve yansımış ışık yayımlayan bölümleri.

- b) Yansıtıcı kesiti (yansımış ışık yayımlayan yansıtıcı bölümü), başlangıcı odak olan eşit düzlem açılar aracılığıyla çok sayıda bölgeye ayrılır (Bölge sayısı arttıkça duyarlılık artar; Şekil E.3.3, E.3.7, E.3.10). Yansıtıcı bölgelere ayrılırken, dağılma açıları dikkate alınarak yansıyan ışıkların, lamba ampulüne değmeden aygıttan çıkmasına olanak tanıyan bölge sınırı bulunur. Yansıyan ışıkların lamba ampulüne takılan bölümüne ilişkin, ayrı bir yansıtıcı bölgesi saptanır.
- c) Yansıtıcı bölgelerini belirleyen düzlem açılar (bölge açıları) aracılığı ile her bölgenin hacim açısı karşılığı (bölge çarpanı) hesaplanır.
- d) Işık kaynağının doğrultuya göre değişmeyen ışık yeğirliği, lambanın yayımladığı toplam ışık akısı, toplam hacim açısına bölünerek, yani, " $I = \Phi_{\text{top}} / 4\pi$ " eşitliği uyarınca elde edilir.
- e) "d" adımıyla saptanan ışık yeğirlik değeri, "c" adımıyla belirlenen bölge çarpanı ile çarpılarak, her bölgeye gelen ışık akısı niceliği bulunur.
- f) Yansıtıcı bölgelerine gelen ışık akısı değerleri, yansıtıcının yansıtma çarpanı ile çarpılarak, her bölgeden yansıyan ışık akısı (bölge akısı) hesaplanır. Lamba ampulüne takılan ışık bölümüne ilişkin belirlenen bölgeden yansıyan ışıkların oranında, ayrıca belli bir azaltma yapılabilir.
- g) Her yansıtıcı bölgesinin orta noktasının (P), kaynağı gördüğü düzlem açısı saptanarak, her bir bölgeye ilişkin ortalama dağılma açısı bulunur.
- h) Her bölgenin orta noktasından yansıyan ışık ışınlarının doğrultusu ve ortalama yayılma açısı, ortalama dağılma açısı yansıtıcı geometrisine bağlı olarak belirlenir.
- i) Yansıtıcı kesitinde belirlenen her bölgenin ortalama yayılma açısının, belli uzaklıktaki yatay düzlem üzerinde kapladığı alanın büyüklüğü saptanır.
- j) "f" adımıyla her bölgeye ilişkin hesaplanan bölge akıları "i" adımıyla bulunan alanlara bölünerek, yani, " $E_{\text{ort}} = \Phi / S$ " eşitliği uyarınca, yansıtıcı bölgelerinin ışık yolladığı alanlar üzerinde ortalama aydınlık düzeyleri elde edilir.
- k) Belirlenen yansıtıcı bölgelerinden değişik açılarla yayılarak üst üste gelen ışıkların oluşturdıkları aydınlıklar toplanarak, aygıttan yayımlanan yansımış ışığın aydınlattığı alan içinde, eş aydınlıkta olan bölümlerin biçim ve büyüklükleri elde edilir.
- l) Dolaysız ışığın yayılma açısının hacim açısı karşılığı, "d" adımıyla saptanan ışık yeğirlik değeri ile çarpılarak, dolaysız ışık bölgesine giden ışık akısı niceliği saptanır. Elde edilen ışık akısı değeri, söz konusu açının yatay düzlemde gördüğü alana

bölünerek, aygıttan yayımlanan dolaysız ışığın oluşturduğu ortalama aydınlık düzeyi bulunur.

m) Yansımış ışık ile aydınlanan alanın, niceliği farklı her bölümündeki aydınlığa, dolaysız ışığın oluşturduğu aydınlık da eklenerek, aydınlık dağılımı belirlenir.

2. Hacim Açısı Yönteminin Çalışmadaki Örnekler için Uygulandığı Koşullar

Hacim açısı yöntemi ile, paraboloid, elipsoit ve hiperboloid yansıtıcıya ilişkin oluşturulan değişik durumlarda aydınlık dağılımı belirlenirken,

- odak noktasının yansıtıcı bölgelerini gördüğü düzlem açısı 5° olarak saptanmış,
- aydınlanan düzleme, yalnızca yansıtıcıdan yansıyarak gelen ışık akısı göz önüne alınmış,
- yansıtıcıdan yansıyan ışık akısının, lamba ampulüne değmeden tümü ile aygıt dışına çıktığı varsayılarak, yansımış ışık akısı yalnızca, yansıtıcı yüzeyin yansıtma çarpanına bağlı olarak azaltılmış, ve
- yöntemin tüm adımlarındaki işlemler, 'Microsoft Excell 97' bilgisayar programı kullanılarak yapılmıştır.

3. Hacim Açısı Yöntemi ile Aydınlık Dağılımının Hesaplanmasına İlişkin Örnekler

Aydınlık dağılımının, hacim açısı yöntemine göre belirlenmesine ilişkin, paraboloid, elipsoit (Öztürk, 1995) ve hiperboloid yansıtıcılar ile ilgili birer örnek aşağıda verilmiştir.

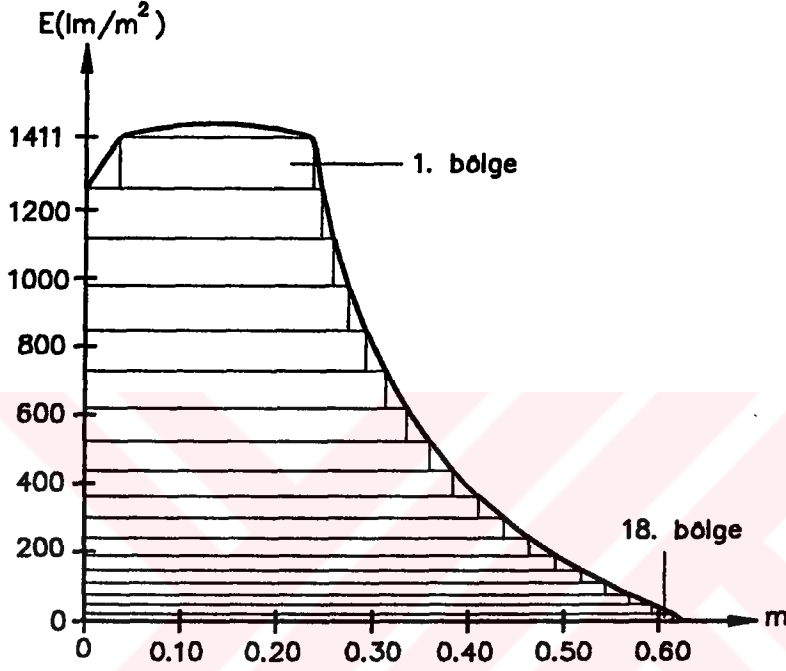
a) Paraboloid yansıtıcı

Paraboloid yansıtıcı ile ilgili olarak ele alınan örnekte, aydınlık dağılımı değişkenlerine ilişkin değerlerin,

- odak uzaklığı (f): 3 cm,
- dolaysız ışığın yayılma açısı ($2\alpha_{min}$): 90° ,
- ışık kaynağı çapı (k_c): 2 cm,
- aygıt yüksekliği (h_K): 2 m,
- duy boşluğu ($2y_{max}$): 5 cm,

- ışık kaynağının yayımladığı toplam ışık akısı (Φ_{top}): 1000 lm,
- yansıtıcı yüzeyin yansıtma çarpanı (r): 0.80,

olması durumu için, hacim açısı yöntemi uyarınca işlem yapılmıştır. Aydınlık dağılımı hesabında yapılan işlemler ve ele alınan örnek duruma ilişkin elde edilen değerler, Çizelge E.3.1' de verilmiştir. Söz konusu örnek durumda oluşan aydınlık dağılımı, Şekil E.3.2' de gösterilmiştir.

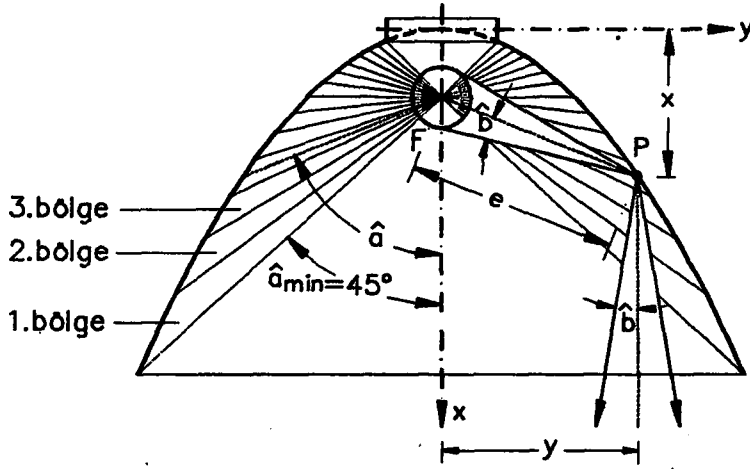


Şekil E.3.2- Paraboloid yansıtıcı için, hacim açısı yöntemine göre belirlenen aydınlık dağılımı (Öztürk, 1995).

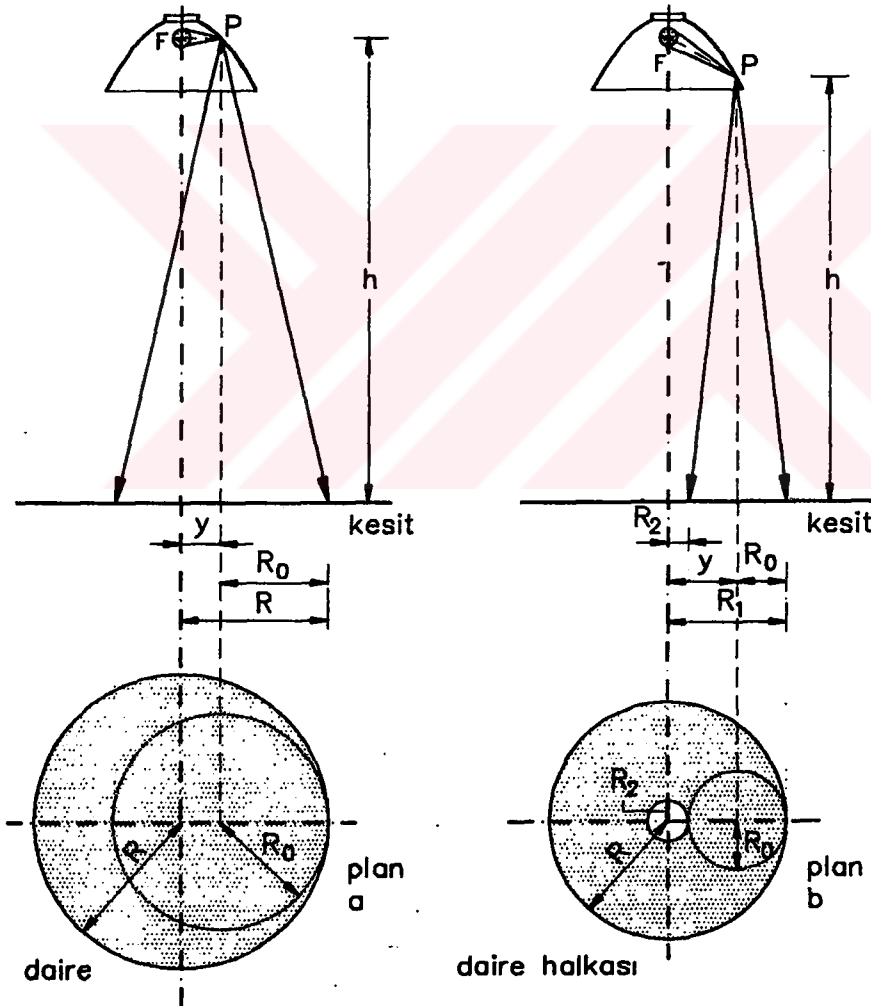
Yansıtıcı kesitinde ayrılan belli bir bölgenin,

- orta noktasına (P) ilişkin dağılma açısının bağlı olduğu büyüklükler, Şekil E.3.3' de,
- orta noktasından (P) yansıyan ışığın yayılma alanının büyüklük ve biçiminin bağlı olduğu büyüklükler, aydınlanan alanın,
 - daire olması durumu için, Şekil E.3.4.a' da,
 - daire halkası olması durumu için, Şekil E.3.4.b' de,

gösterilmiştir.



Şekil E.3.3- Parabolit yansıtıcının herhangi bir noktasına ilişkin dağılma açısının bağlı olduğu büyüklükler (Öztürk, 1995).



Şekil E.3.4- Parabolit yansıtıcının herhangi bir noktasına ilişkin dağılma açısı yayılma alanının bağlı olduğu büyüklükler (Öztürk, 1995).

Çizelge E.3.1/1- Paraboloid yansıtıcı için, hacim açısı yöntemine göre aydınlık dağılımı hesabı (Öztürk, 1995).

Bölge no	Bölge açıları (derece)	BC (str)	$I = \Phi_{\text{top}}/4\pi$ (cd)	$\Phi = BC \times I \times r$ (lm)	δ (derece)	$e = 2l/(1-\cos\delta)$ (m)	$\hat{b} = \sin^{-1}(k_r/e)$ (derece)	$y = \sin\delta \times e$ (m)
1	100-90	0.4041	79.58	25.73	47.5	0.185	3.10	0.136
2	110-100	0.4349	79.58	27.68	52.5	0.153	3.74	0.122
3	120-110	0.4623	79.58	29.43	57.5	0.130	4.42	0.109
4	130-120	0.4862	79.58	30.95	62.5	0.111	5.15	0.099
5	140-130	0.5064	79.58	32.24	67.5	0.097	5.91	0.090
6	150-140	0.5228	79.58	33.28	72.5	0.086	6.69	0.082
7	160-150	0.5351	79.58	34.07	77.5	0.077	7.50	0.075
8	170-160	0.5434	79.58	34.60	82.5	0.069	8.33	0.068
9	180-170	0.5476	79.58	34.86	87.5	0.063	9.17	0.063
10	190-180	0.5476	79.58	34.86	92.5	0.057	10.02	0.057
11	200-190	0.5434	79.58	34.60	97.5	0.053	10.86	0.053
12	210-200	0.5351	79.58	34.07	102.5	0.049	11.70	0.048
13	220-210	0.5228	79.58	33.28	107.5	0.046	12.52	0.044
14	230-220	0.5064	79.58	32.24	112.5	0.043	13.32	0.040
15	240-230	0.4862	79.58	30.95	117.5	0.041	14.10	0.036
16	250-240	0.4623	79.58	29.43	122.5	0.039	14.85	0.033
17	260-250	0.4349	79.58	27.68	127.5	0.037	15.55	0.030
18	269.5-260	0.3855	79.58	24.54	132.4	0.036	16.20	0.026

BC: bölge I : ışık çarpanı
 δ : bölge açısı
 $\hat{b}$: P noktasının odaga birleştiren doğrunun x eksenli ile yaptığı açı.
 e : P noktasının odaga uzaklığı
 $\hat{b}$: P noktasına y.P noktasının ilişkin dağılıma x eksenine açısının yarısı, uzaklığı

Çizelge E.3.1/2- Parabolit yansıtıcı için, hacim açısı yöntemine göre aydınlık dağılımı hesabı (Öztürk, 1995).

Bölge no	$h=h_k - ((y^2/4f) - f)$ (m)	$R_0 = tg\beta \times h$ (m)	$R_0 < y$			$R_0 > y$	$E = \Phi/S$ (lm/m ²)
			$R_1 = y + R_0$ (m)	$R_2 = y - R_0$ (m)	$S = \pi(R_1^2 - R_2^2)$ (m ²)	$R = y + R_0$ (m)	
1	1.875	0.102	0.238	0.035	0.174	-	147.88
2	1.907	0.125	-	-	-	0.246	145.31
3	1.930	0.149	-	-	-	0.259	140.01
4	1.949	0.176	-	-	-	0.274	130.87
5	1.963	0.203	-	-	-	0.293	119.68
6	1.974	0.232	-	-	-	0.313	107.79
7	1.983	0.261	-	-	-	0.336	96.05
8	1.991	0.292	-	-	-	0.360	84.97
9	1.997	0.322	-	-	-	0.385	74.80
10	2.003	0.354	-	-	-	0.411	65.65
11	2.007	0.385	-	-	-	0.438	57.49
12	2.011	0.416	-	-	-	0.464	50.27
13	2.014	0.447	-	-	-	0.491	43.91
14	2.017	0.478	-	-	-	0.518	38.29
15	2.019	0.507	-	-	-	0.544	33.85
16	2.021	0.536	-	-	-	0.569	28.98
17	2.023	0.563	-	-	-	0.593	25.10
18	2.024	0.588	-	-	-	0.615	20.68

$E_1 : 1263.19 \text{ lm/m}^2$

$E_{\text{max}} : 1411.07 \text{ lm/m}^2$

hi: P noktasının aydınlanan düzleme uzaklığı
 R_0 : herhangi bir P noktasından yansıyan ışığın yayıldığı daire alanının yarıçapı
 R_1 : daire halkasının büyük dairesinin yarıçapı
 R_2 : daire halkasının küçük dairesinin yarıçapı
 S : daire halkasının alanı
 R : daire alanının yarıçapı
 E : aydınlık düzeyi

b) Elipsoit yansıtıcı

Elipsoit yansıtıcı ile ilgili olarak ele alınan örnekte, aydınlık dağılımı değişkenlerine ilişkin değerlerin,

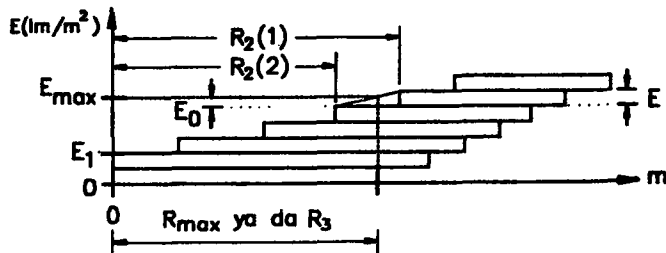
- tepe noktası ile odak arasındaki uzaklık (TF): 3 cm,
- iki odak arasındaki uzaklık (FF'): 30 cm,
- elipsoidin büyük ekseninin yarısı (a): 18 cm,
- elipsoidin küçük ekseninin yarısı (b): 9.95 cm,
- odak ile elipsoit merkezi arasındaki uzaklık (c): 15 cm,
- koni tepe açısı $K\hat{T}A$: 60° ,
- ışık kaynağı çapı (k_c): 3 cm,
- aygıt yüksekliği (h_K): 2 m,
- duy boşluğu ($2y_{max}$): 5 cm,
- ışık kaynağının yayımladığı toplam ışık akısı (Φ_{top}): 1000 lm,
- yansıtıcı yüzeyin yansıtma çarpanı (r): 0.80,

olması durumu içini, işlem yapılmıştır. Hacim açısı yöntemine göre yapılan aydınlık dağılımı hesabında, uygulanan işlemler ve ele alınan örnek duruma ilişkin saptanan değerler, Çizelge E.3.2' de yer almaktadır. Söz konusu örnek durumda elde edilen aydınlık dağılımı, Şekil E.3.6' da gösterilmiştir**.

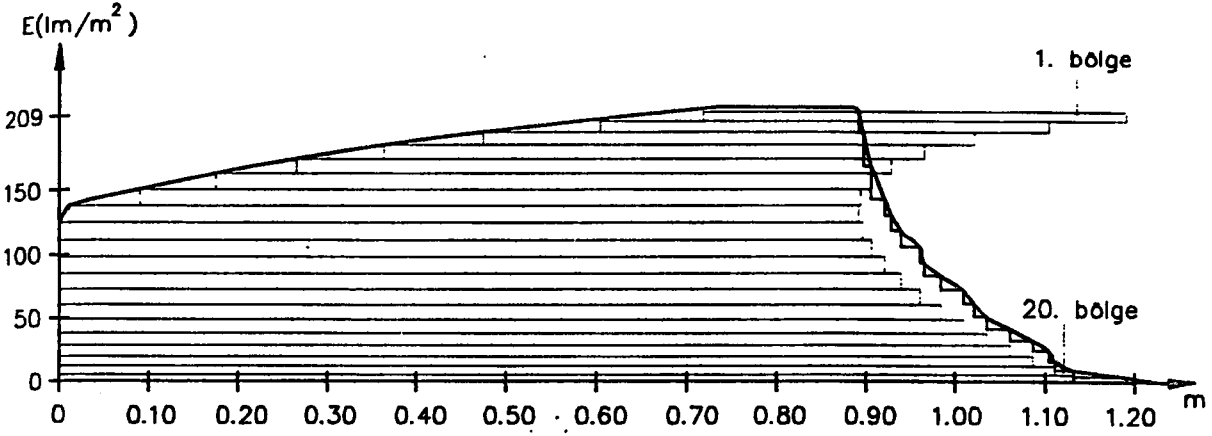
* Aydınlanma dağılımının, hacim açısı yöntemine göre hesaplanmasında, aydınlanan toplam alan içinde, maksimum aydınlık düzeyinin oluştuğu bölgenin çember biçiminde olması durumunda, Şekil E.3.5' de gösterilen E_0 aydınlığını, dolayısıyla çember üzerindeki aydınlık düzeyini belirleyebilmek için, ayrıca bir enterpolasyon işlemi yapılmıştır. E_0 aydınlığı, Şekil E.3.5' te gösterilen R_{max} ya da R_3 , $R_2(1)$, $R_2(2)$ ve E değerlerine bağlı olarak,

$$E_0 = \frac{(R_{max} \text{ ya da } R_3 - R_2(2)) \times E}{R_2(1) - R_2(2)} \quad (E.2.1)$$

eşitliği ile hesaplanmıştır.



Şekil E.3.5- E_0 aydınlığının bağlı olduğu büyüklükler (Öztürk, 1995)

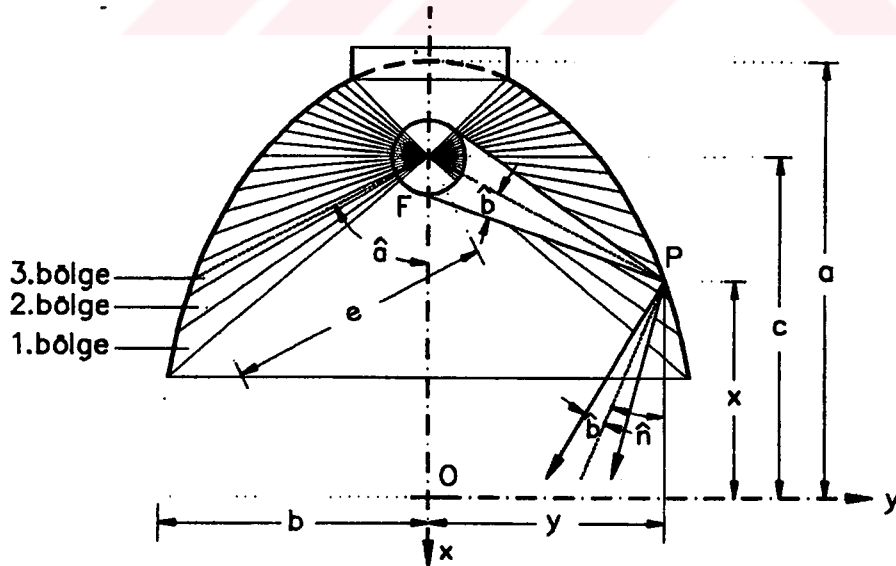


Şekil E.3.6- Elipsoit yansıtıcı için, hacim açısı yöntemine göre belirlenen aydınlık dağılımı (Öztürk, 1995).

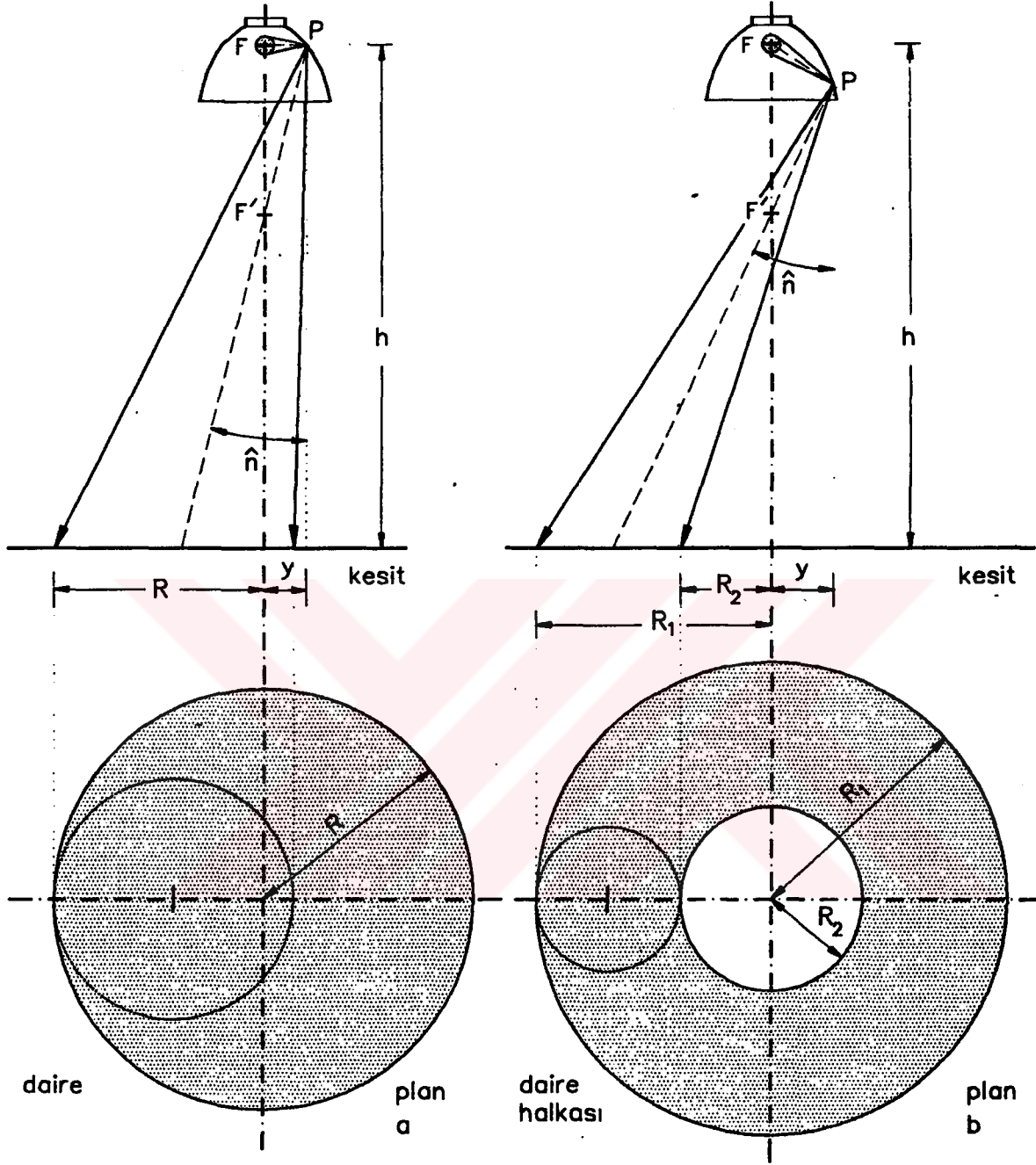
Yansıtıcı kesitinde oluşturulan belli bir bölgenin,

- orta noktasına (P) dağılma açısını belirleyen büyüklükler, Şekil E.3.7' de,
- orta noktasından (P) yansıyan ışığın yayılma alanının büyüklük ve biçimini belirleyen büyüklükler, aydınlanan alanın,
 - daire olması durumu için, Şekil E.3.8.a' da,
 - daire halkası olması durumu için, Şekil E.3.8.b' de,

gösterilmiştir.



Şekil E.3.7- Elipsoit yansıtıcının herhangi bir noktasına ilişkin dağılma açısının bağlı olduğu büyüklükler (Öztürk, 1995).



Şekil E.3.8- Elipsoit yansıtıcının herhangi bir noktasına ilişkin dağılma açısı yayılma alanının bağlı olduğu büyüklükler (Öztürk, 1995).

Çizelge E.3.2/1- Elipsoit yansıtıcı için, hacim açısı yöntemine göre aydınlık dağılımı hesabı (Öztürk, 1995).

Bölge no	Bölge açıları (derece)	BC (str)	$I = \Phi_{top}/4\pi$ (cd)	$\Phi = BC \times I \times \tau$ (lm)	$\hat{\alpha}$ (derece)	$e = \frac{a(1-(c/a)^2)}{1-((c/a) \times \cos \hat{\alpha})}$ (m)	$\hat{b} = \sin^{-1}(k_r/e)$ (derece)	$y = \sin \hat{\alpha} \times e$ (m)	$x = (a\sqrt{b^2 - y^2})/b$ (m)
1	80-75	0.1716	79.58	10.92	38.8	0.157	5.48	0.098	0.027
2	90-80	0.3703	79.58	23.58	42.5	0.143	6.04	0.096	0.045
3	100-90	0.4041	79.58	25.73	47.5	0.126	6.85	0.093	0.065
4	110-100	0.4349	79.58	27.68	52.5	0.112	7.72	0.089	0.082
5	120-110	0.4623	79.58	29.43	57.5	0.100	8.66	0.084	0.096
6	130-120	0.4862	79.58	30.95	62.5	0.089	9.66	0.079	0.109
7	140-130	0.5064	79.58	32.34	67.5	0.081	10.71	0.075	0.119
8	150-140	0.5228	79.58	33.28	72.5	0.073	11.79	0.070	0.128
9	160-150	0.5351	79.58	34.07	77.5	0.067	12.92	0.066	0.135
10	170-160	0.5434	79.58	34.60	82.5	0.062	14.07	0.061	0.142
11	180-170	0.5476	79.58	34.86	87.5	0.057	15.24	0.057	0.148
12	190-180	0.5476	79.58	34.86	92.5	0.053	16.42	0.053	0.152
13	200-190	0.5434	79.58	34.60	97.5	0.050	17.60	0.049	0.156
14	210-200	0.5351	79.58	34.07	102.5	0.047	18.78	0.045	0.160
15	220-210	0.5228	79.58	33.28	107.5	0.044	19.94	0.042	0.163
16	230-220	0.5064	79.58	32.24	112.5	0.042	21.08	0.039	0.166
17	240-230	0.4862	79.58	30.95	117.5	0.040	22.19	0.035	0.168
18	250-240	0.4623	79.58	29.43	122.5	0.038	23.26	0.032	0.170
19	260-250	0.4349	79.58	27.68	127.5	0.036	24.27	0.029	0.172
20	268-260	0.3259	79.58	20.75	132	0.035	25.14	0.026	0.174

BC: bölge I: ışık
carpanı yegınlığı

Φ : bölge
akısı

$\hat{\alpha}$: P noktasını e: P noktasının
odaga
birleştiren
doğrunun
x eksenini ile
yaptığı açı.

$\hat{b}$: P noktasına y: P noktasının x: P noktasının
ilişkin dağılıma x eksenine
açısının yarısı. uzaklığı
y eksenine
uzaklığı

Çizelge E.3.2/2- Elipsoit yansıtıcı için, hacim açısı yöntemine göre aydınlık dağılımı hesabı (Öztürk, 1995).

Bölge no	$h = h_k - c + x$ (m)	$\hat{n} = 90^\circ - (\lg^2 \frac{f}{k+c}) / \gamma$ (derece)	$R_2 = (\lg(\hat{n} - \hat{b})) \times h - \gamma$ (m)	$R_2 > 0$		$R_2 < 0$		$E = \Phi / S$ (lm/m ²)
				$R_1 = (\lg(\hat{n} + \hat{b})) \times h - \gamma$ (m)	$S = \pi(R_1^2 - R_2^2)$ (m ²)	$R = (\lg(\hat{n} + \hat{b})) \times h - \gamma$ (m)	$S = R^2 \times \pi$ (m ²)	
1	1.877	28.99	0.718	1.190	2.831	-	-	3.86
2	1.895	26.31	0.604	1.104	2.683	-	-	8.79
3	1.915	23.35	0.475	1.021	2.570	-	-	10.01
4	1.932	20.89	0.363	0.965	2.513	-	-	11.02
5	1.946	18.82	0.265	0.928	2.488	-	-	11.83
6	1.959	17.04	0.174	0.906	2.482	-	-	12.47
7	1.969	15.50	0.090	0.894	2.487	-	-	12.96
8	1.978	14.14	0.011	0.892	2.497	-	-	13.33
9	1.985	12.92	-0.065	-	-	0.896	2.523	13.51
10	1.992	11.84	-0.139	-	-	0.906	2.580	13.41
11	1.998	10.85	-0.210	-	-	0.921	2.665	13.08
12	2.002	9.95	-0.280	-	-	0.939	2.773	12.57
13	2.006	9.12	-0.349	-	-	0.961	2.900	11.93
14	2.010	8.35	-0.416	-	-	0.984	3.043	11.19
15	2.013	7.63	-0.481	-	-	1.009	3.199	10.40
16	2.016	6.95	-0.546	-	-	1.035	3.365	9.58
17	2.018	6.32	-0.609	-	-	1.061	3.536	8.75
18	2.020	5.71	-0.671	-	-	1.086	3.708	7.94
19	2.022	5.13	-0.731	-	-	1.111	3.876	7.14
20	2.024	4.64	-0.783	-	-	1.131	4.022	5.16

E₁ : 124.67 lm/m²E_{max} : 208.94 lm/m²

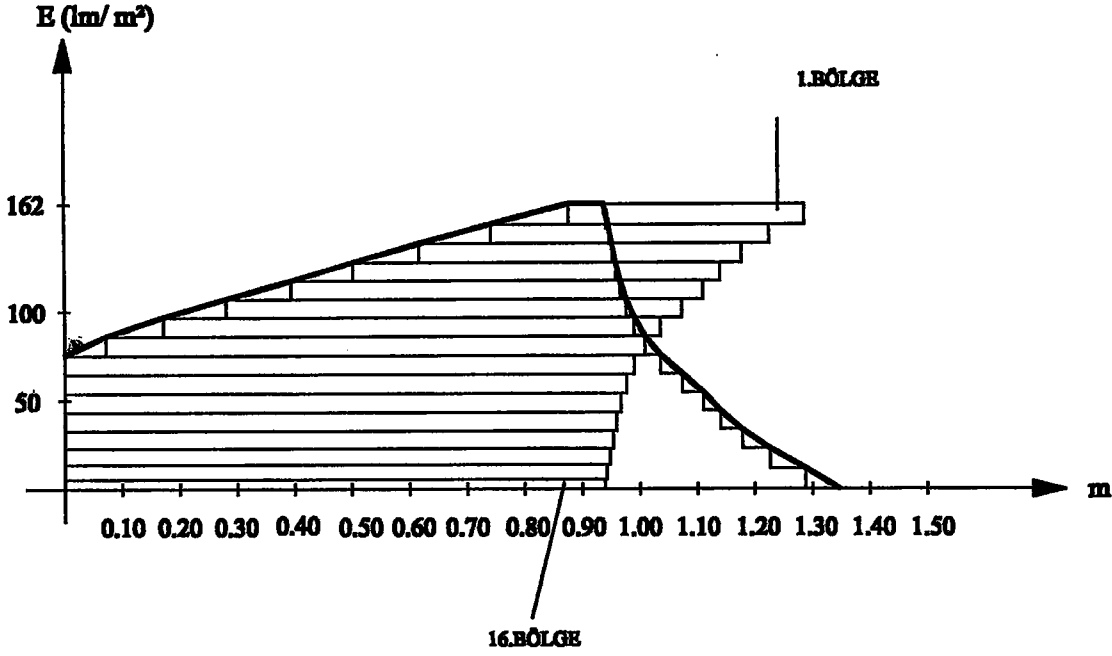
h: P noktasının aydınlatılan düzleme uzaklığı
 $\hat{n}$: ışığın, P noktasından yansıma doğrultusunun, x eksenine yaptığı açı
 R_2 : daire halkasının küçük dairesinin yarıçapı
 R_1 : daire halkasının büyük dairesinin yarıçapı
 S : daire halkasının alanı
 R : daire alanının yarıçapı
 S : daire alanı
 E : aydınlık düzeyi

c) Hiperboloit yansıtıcı

Hiperboloit yansıtıcı ile ilgili olarak ele alınan örnekte, aydınlık dağılımı değişkenlerine ilişkin değerlerin,

- tepe noktası ile odak arasındaki uzaklık (TF): 3.75 cm,
- iki odak arasındaki uzaklık (FF'): 40 cm,
- hiperboloidin büyük ekseninin yarısı (a): 16.25 cm,
- hiperboloidin yedek ekseninin yarısı (b): 11.66 cm,
- iki odak arası uzaklığın yarısı (c): 20 cm,
- dolaysız ışığın yayılma açısı ($2\hat{\alpha}_{\min}$): 130° ,
- ışık kaynağı çapı (k_s): 2 cm,
- aygıt yüksekliği (h_K): 3 m,
- duy boşluğu ($2y_{\max}$): 5 cm,
- ışık kaynağının yayımladığı toplam ışık akısı (Φ_{top}): 1000 lm,
- yansıtıcı yüzeyin yansıtma çarpanı (r): 0.80,

olması durumu için, işlem yapılmıştır. Hacim açısı yöntemine göre yapılan aydınlık dağılımı hesabında, uygulanan işlemler ve ele alınan örnek duruma ilişkin saptanan değerler, Çizelge E.3.3'de yer almaktadır. Söz konusu örnek durumda elde edilen aydınlık dağılımı, Şekil E.3.9'da gösterilmiştir.

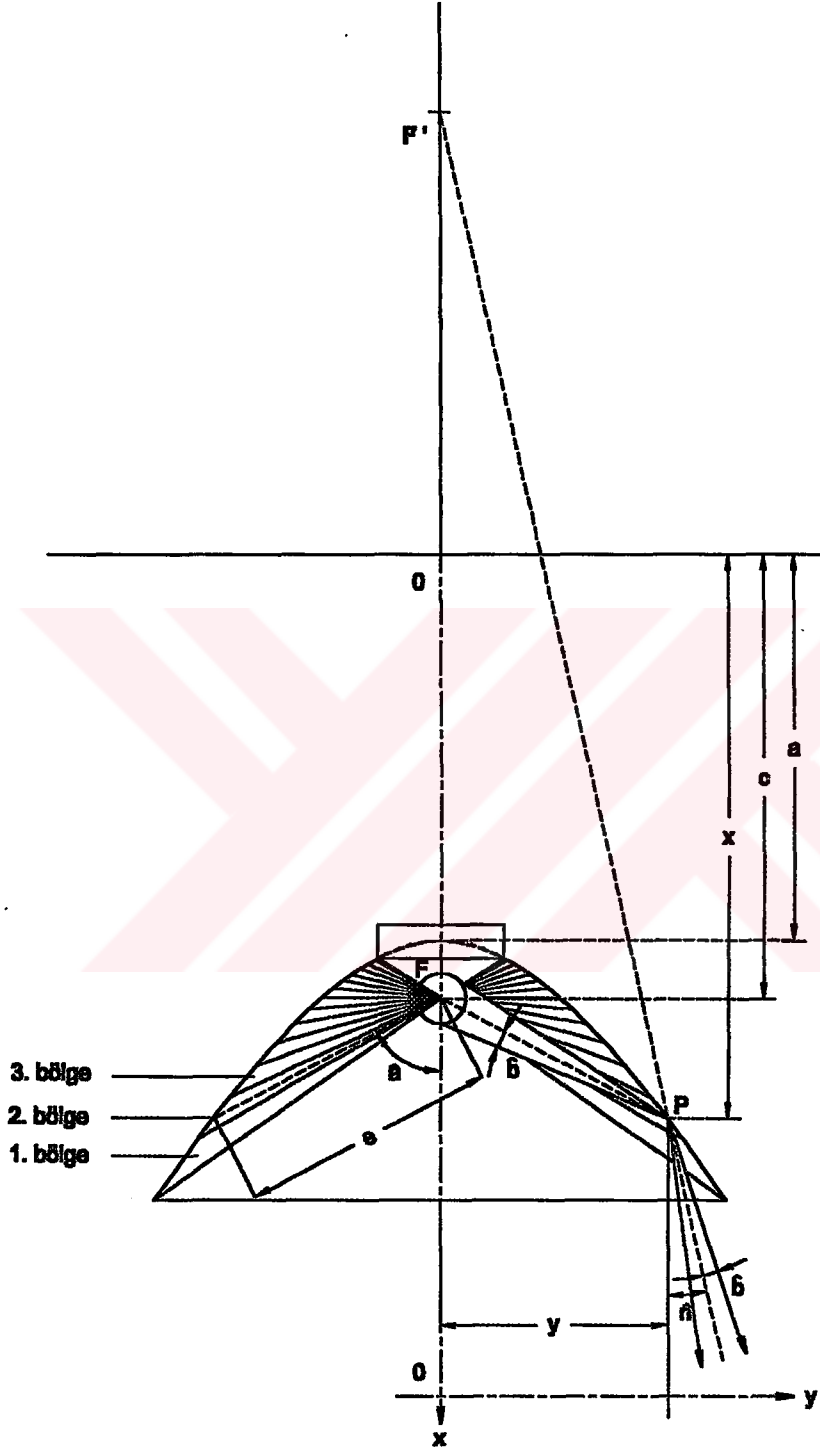


Şekil E.3.9- Hiperboloit yansıtıcı için, hacim açısı yöntemine göre belirlenen aydınlık dağılımı.

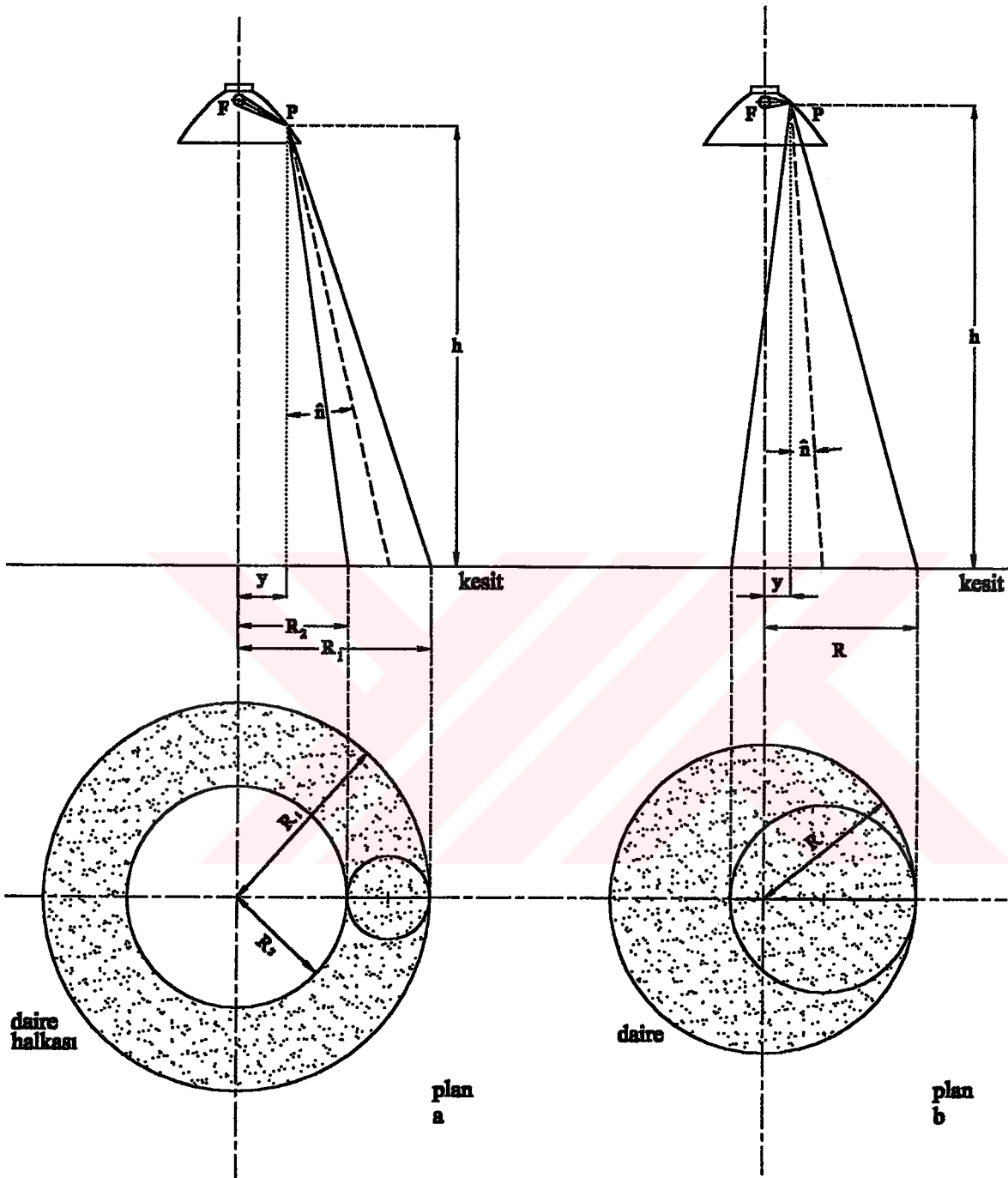
Yansıtıcı kesitinde oluşturulan belli bir bölgenin,

- orta noktasındaki (P) dağılma açısını belirleyen büyüklükler Şekil E.3.10 'da
- orta noktasından (P) yansıyan ışığın yayılma alanının büyüklük ve biçimini belirleyen büyüklükler, aydınlanan alanın,
 - daire olması durumu için, Şekil E.3.11.a'da,
 - daire halkası olması durumu için, Şekil E.3.11.b'de

gösterilmiştir.



Şekil E.3.10- Hiperboloit yansıtıcının herhangi bir noktasına ilişkin dağılıma açısının bağlı olduğu büyüklükler.



Şekil E.3.11- Hiperboloit yansıtıcının herhangi bir noktasına ilişkin dağılma açısı yayılma alanının bağlı olduğu büyüklükler.

Çizelge E.3.3/2- Hiperboloit yansıtıcı için, hacim açısı yöntemine göre aydınlık dağılımı hesabı.

Bölge no	h=hk+c-x (m)	$\hat{n}=tg^{-1}(y/(x+c))$ (derece)	$R_2=(tg(\hat{n}-\hat{b}).h)+y$ m	$R_2>0$		$R_2\leq 0$		E= Φ/S (lm/m ²)
				$R_1=(tg(\hat{n}+\hat{b}).h)+y$ (m)	$S=\pi(R_1^2-R_2^2)$ (m ²)	$R=(tg(\hat{n}+\hat{b}).h)+y$ (m)	$S=\pi R^2$ (m ²)	
1	2,939	17,604	0,878	1,288	2,790			11,55
2	2,960	16,063	0,742	1,226	2,995			11,11
3	2,975	14,690	0,618	1,178	3,160			10,78
4	2,987	13,455	0,503	1,140	3,288			10,52
5	2,996	12,335	0,395	1,110	3,382			10,31
6	2,997	11,122	0,283	1,074	3,370			10,34
7	2,991	9,900	0,172	1,036	3,279			10,55
8	2,986	8,847	0,072	1,009	3,182			10,70
9	2,982	7,924	-0,020			0,990	3,078	10,81
10	2,978	7,100	-0,105			0,976	2,993	10,77
11	2,975	6,357	-0,184			0,966	2,933	10,55
12	2,973	5,679	-0,258			0,959	2,889	10,19
13	2,971	5,052	-0,328			0,953	2,855	9,70
14	2,969	4,469	-0,393			0,948	2,824	9,11
15	2,968	3,920	-0,454			0,943	2,792	8,44
16	2,967	3,554	-0,495			0,939	2,767	5,47

h: P noktasının aydınlanan düzleme uzaklığı $\hat{n}$: ışığın yansıma doğrultusunun, x eksenini ile yaptığı açı

R₁:daire halkasının büyük dairesinin yarıçapı R₂: daire halkasının küçük dairesinin yarıçapı S: daire halkası alanı R:daire alanının yarıçapı S:daire alanı E:aydınlık düzeyi

$E_{max} = 160,926$

Çizelge E.3.3/1- Hiperboloit yansıtıcı için, hacim açısı yöntemine göre aydınlık dağılımı hesabı.

Bölge no	Bölge Açısı (derece)	BÇ (str)	$I = \Phi_{top}/4\pi$ (cd)	$\Phi = BÇ \cdot I \cdot r$ (lm)	$\hat{a}$ (derece)	$e = a((c/a)^2 - 1)/1 - ((c/a) \cos \hat{a})$ (m)	$\hat{b} = \sin^{-1}(k_r/e)$ (derece)	$y = \sin \hat{a} \cdot e$ (m)	$x = (\sqrt{e^2 - y^2}) + c$ (m)
1	140-130	0,5064	79,58	32,239	67,5	0,158	3,625	0,146	0,261
2	150-140	0,5228	79,58	33,284	72,5	0,133	4,318	0,127	0,240
3	160-150	0,5351	79,58	34,067	77,5	0,114	5,031	0,111	0,225
4	170-160	0,5434	79,58	34,595	82,5	0,100	5,758	0,099	0,213
5	180-170	0,5476	79,58	34,862	87,5	0,088	6,495	0,088	0,204
6	190-180	0,5476	79,58	34,862	92,5	0,079	7,236	0,079	0,203
7	200-190	0,5434	79,58	34,595	97,5	0,072	7,975	0,071	0,209
8	210-200	0,5351	79,58	34,067	102,5	0,066	8,708	0,064	0,214
9	220-210	0,5228	79,58	33,284	107,5	0,061	9,427	0,058	0,218
10	230-220	0,5064	79,58	32,239	112,5	0,057	10,128	0,053	0,222
11	240-230	0,4862	79,58	30,953	117,5	0,053	10,806	0,047	0,225
12	250-240	0,4623	79,58	29,432	122,5	0,050	11,456	0,042	0,227
13	260-250	0,4349	79,58	27,687	127,5	0,048	12,071	0,038	0,229
14	270-260	0,4042	79,58	25,733	132,5	0,046	12,648	0,034	0,231
15	280-270	0,3703	79,58	23,575	137,5	0,044	13,181	0,030	0,232
16	287-280	0,2376	79,58	15,127	141,0	0,043	13,527	0,027	0,233

BÇ: bölge çarpanı I : ışık yegİnliği f : bölge akısı $\hat{a}$: P noktasını odağa birleştiren doğrunun x ekseni ile yaptığı açı. e : P noktasının odağa uzaklığı b : P noktasına ilişkin dağılma açısının yarısı y : P noktasının x eksenine uzaklığı x : P noktasının y eksenine uzaklığı

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	05.05.1973	
Doğum yeri	Kayseri	
Ortaokul	1984-1987	İzmir Karşıyaka Ortaokulu
Lise	1987-1990	İzmir Karşıyaka Gazi Lisesi
Lisans	1991-1995	Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü
Çalıştığı kurumlar		
	1995-1997	Veksan Aydınlatma San. Tic. A.Ş.
	1997- Devam ediyor	Total Aydınlatma A.Ş.

