

# İSTENEN AYDINLATMA AYGITI IŞIK YEĞİNLİK EĞRİSİNİ SAĞLAYACAK YANSITICI BİÇİMİNİN BELİRLENMESİ

Şensin AYDIN<sup>1</sup> Leyla Dokuzer ÖZTÜRK<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Mimarlık Bölümü,

Mimarlık Fakültesi,

<sup>1,2</sup>Yıldız Teknik Üniversitesi,

Yapı Fiziği Bilim Dalı, 34349 Beşiktaş, İstanbul

<sup>1</sup>e-posta: sensina15@hotmail.com <sup>2</sup> e-posta:dokuzer@yildiz.edu.tr

**Anahtar Sözcükler:** Yansıtıcı Biçimleri, Işık Yeğİnlik Dağılımı, Genel Yansıtıcı Tasarımı

## ABSTRACT

*Providing the desired light quantity and quality depends on forming the lamp light. Lamp light, especially, can be formed by the reflectors of luminaires which are constituted for the proper purpose. General reflectors which have an important place between reflectors are designed for providing the specific luminous intensity distribution. The aim of this study is,*

- explaining and comparing the general reflector design methods,
- determining the easiest and proper general reflector design method for the proper condition considering the angular relation on the reflector curve contour [1].

## 1. GİRİŞ

Lambadan yayımlanan ışığın biçimlendirilmesi ve buna bağlı olarak istenen nicelik ve niteliklerde aydınlıkların sağlanması, aydınlatma aygıtları aracılığı ile gerçekleştirilir. Lamba ışığının biçimlendirilmesi ağırlıklı olarak, ışığın, amaca uygun olarak oluşturulmuş aydınlatma aygıtlarındaki yansıtıcılardan istenen doğrultulara yansıtılması ile olur. Aydınlatma aygıtlarında kullanılan yansıtıcılar arasında genel yansıtıcı biçimleri önemli yer tutar. Belirli bir aygıt ışık yeğİnlik eğrisini sağlamak üzere yapılan genel yansıtıcı tasarımına yönelik çeşitli yaklaşımlar söz konusudur [2,3,4].

Bu çalışmanın amacı,

- genel yansıtıcı tasarımında yararlanılabilecek yaklaşımların açıklanması, birbirleri ile karşılaştırılarak değerlendirilmesi,
- yansıtıcıyı belirleyen açısız büyüklüklere bağlı

olarak hangi koşulda hangi yaklaşımın kolay uygulanabilir olduğunun belirlenmesi,

olarak belirlenmiştir [1].

Böylece, düzgün yansıma yapan yansıtıcı gereci ve izotrop dağıtımlı nokta kaynak kullanıldığı durum için, genel yansıtıcı tasarımına yönelik literatürde verilen bilgilere yenilerinin eklenmesi, yansıtıcı tasarımında yararlanılabilir verilerin oluşturulması sağlanmıştır.

## 2. GENEL YANSITICI BİÇİMİNİN BELİRLENMESİNDE YARARLANILAN YAKLAŞIMLAR

Genel yansıtıcıların tasarımına yönelik yararlanılabilecek yaklaşımlar,

- grafikler aracılığı ile genel yansıtıcı tasarımı,
- hesaplama yolu ile genel yansıtıcı tasarımı,

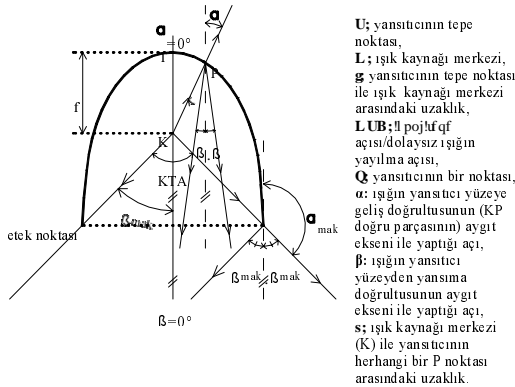
- grafik yapım ile genel yansıtıcı tasarımı,
- grafik bütünleşme ile genel yansıtıcı tasarımı

olmak üzere dört ayrı başlık altında toplanabilir.

Tüm yaklaşımlar için geçerli olan kabul ve varsayımlar,

- düzgün yansıma yapan yansıtıcı yüzeyi,
- aygıt eksenine göre simetrik yansıtıcı ve aygıt ışık yeğirlik eğrisi,
- aygıt eksenine göre simetrik ışık kaynağı ve ışık kaynağı ışık yeğirlik eğrisi,
- yansıtıcı boyutuna göre nokta ışık kaynağı kabul edilebilecek büyüklükte ışık kaynağı

olarak sıralanabilir.

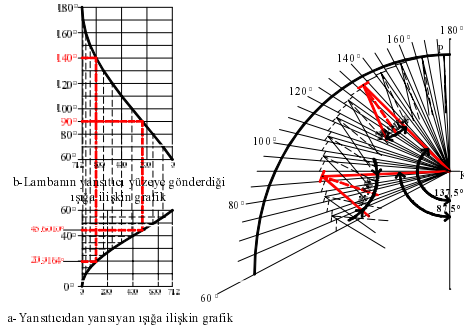


Şekil 1- Genel yansıtıcıyı belirleyen büyüklükler arasındaki ilişkiler

### 2.1. Grafikler Aracılığı ile Genel Yansıtıcı Tasarımı

Aydınlatma aygıtı ışık yeğirlik eğrisinden yola çıkarak genel yansıtıcı biçiminin grafikler ile belirlenmesinde,

- aygıt içinde yer alan lambanın yansıtıcı yüzeye gönderdiği ışık akısı ve
- yansıtıcıdan yansıyan ışık akısına ilişkin oluşturulan iki ayrı grafikten yararlanılmaktadır.



Şekil 2- Grafikler aracılığı ile oluşturulan genel yansıtıcı

### 2.2. Hesaplama Yolu ile Genel Yansıtıcı Tasarımı

Hesaplama yolu ile genel yansıtıcı biçiminin belirlenmesi, öteki yaklaşımlardan farklı olarak, ışık kaynağından çıkarak yansıtıcının belli bir noktasına gelen ışık ışınının aygıt eksenine ile yaptığı açının büyüklüğü ( açısı) ile ışığın yansıtıcının söz konusu noktasından yansıdığı doğrultunun aygıt eksenine ile yaptığı açının büyüklüğü ( açısı) arasında değişmez bir oran ( / ) bulunması koşulu için olanaklıdır.

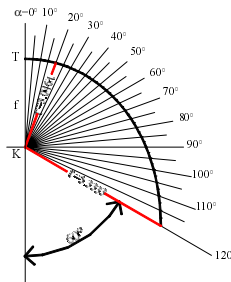
Genel yansıtıcının biçimi,

$$\ln r/f = \int \tan(( - )/2) d \quad (1)$$

formülü ile hesaplanır [2].

Yansıtıcı biçiminin belirlenmesinde yararlanılan 1 numaralı formülde, yerine 'n' nin cinsinden değeri yerleştirilir ve formül "r" nin (ışık kaynağı ile yansıtıcının herhangi bir noktası arasındaki uzaklık) hesaplanmasına uygun biçime dönüştürülür.

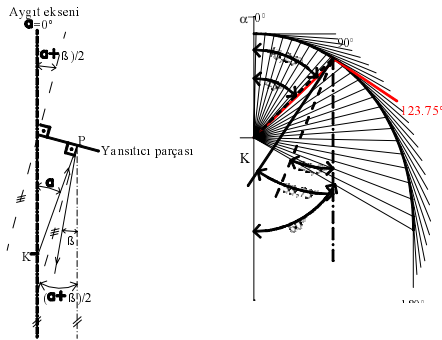
$$= /x \text{ ise } r=f/(\cos(((x-1)2x) ))^{1/((x-1)/2x)} \quad (2)$$



Şekil 3- Hesaplama yolu ile oluşturulan genel yansıtıcı

### 2.3. Grafik Yapım İle Genel Yansıtıcı Tasarımı

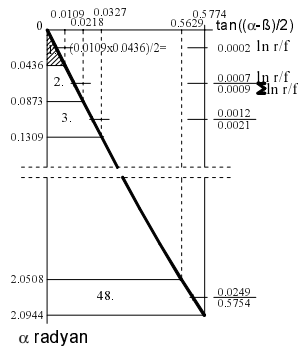
Grafik yapım yaklaşımında, ışığın yansıtıcıya geliş ve yansıma doğrultularının aygıt eksenine ile yaptıkları açılar arasındaki oranın değişmez olma koşulu yoktur. Söz konusu oranın hem tüm yansıtıcı noktaları için aynı hem de farklı olduğu durumlar için işlem yapılabilir [2].



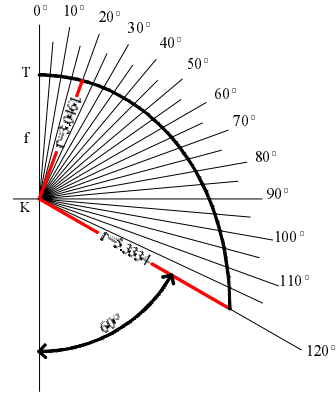
Şekil 4- Grafik yapım ile genel yansıtıcı tasarımı açısal ilişkiler ve oluşturulan genel yansıtıcı

### 2.4. Grafik Bütünleşme İle Genel Yansıtıcı Tasarımı

Grafik bütünleşme yaklaşımında, ışığın yansıtıcıya geliş ve yansıma doğrultularının aygıt eksenine ile yaptıkları açılar arasındaki oranın değişmez olma koşulu yoktur. Bu yaklaşım ile yansıtıcı tasarımında,  $\tan((\alpha - \beta)/2)$  değerleri ile  $\alpha$  açılarının radyan karşılıklarının kullanıldığı bir doğal logaritma grafiğinden yararlanılarak "r" uzunlukları hesaplanır (Şekil 5,6).



Şekil 5- Doğal logaritma grafiği



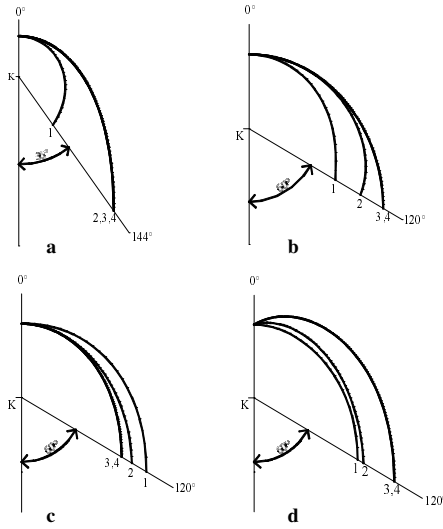
Şekil 6- Grafik bütünleşme yaklaşımı ile oluşturulan genel yansıtıcı

### 2.5. Genel Yansıtıcı Tasarımında Yararlanılan Yaklaşımların Değerlendirilmesi

Çalışma içinde ele alınan yaklaşımları eksiksiz değerlendirebilmek için, bu yaklaşımlar uyarınca birbirinden farklı koşullar için örnek uygulamalar yapılmıştır. Söz konusu uygulama örnekleri,

- ışığın yansıtıcı yüzeye geliş ve yansıma doğrultularının aygıt eksenine ile yaptıkları açılar arasındaki oranın ( / ) aynı olduğu durum,
- ışığın yansıtıcı yüzeye geliş ve yansıma doğrultularının aygıt eksenine ile yaptıkları açılar arasındaki oranın ( / ) düzgün adımlarla değiştiği durum,
- ışığın yansıtıcı yüzeye geliş ve yansıma doğrultularının aygıt eksenine ile yaptıkları açılar arasındaki oranın ( / ) gelişigüzel olduğu durum,
- ışığın yansıtıcı yüzeye geliş ve yansıma doğrultularının aygıt eksenine ile yaptıkları açılar arasındaki oranın ( / ) gelişigüzel olduğu ve ışığın yansıma doğrultusunun negatif değerler aldığı durum

başlıkları altında değerlendirilmiştir (Şekil 7).



- 1 - Grafikler aracılığı ile,  
2 - Hesaplama yolu ile,  
3 - Grafik yapımı ile,  
4 - Grafik bütünleşme ile  
oluşturulan genel yansıtıcı biçimleri

**Şekil 7-**  $\lambda = 4$  durumu (a),  $\lambda$ 'nın  $5^\circ$ 'den  $2^\circ$ 'ye düzgün adımlarla değiştiği durum (b),  $\lambda$ 'nın gelişigüzel değiştiği durum (c),  $\lambda$ 'nın gelişigüzel değiştiği ve açısının negatif değerler aldığı durum (d) için oluşturulan yansıtıcılar

$\lambda$  oranının değişik koşulları için farklı yaklaşımlar uyarınca oluşturulmuş olan yansıtıcılar ile ilgili olarak yapılan karşılaştırma sonuçlarına göre,

- “grafik yapım” ve “grafik bütünleşme” yaklaşımları ile  $\lambda$  oranına ilişkin değişik her koşulda tutarlı sonuçlar elde edildiği,
- “hesaplama yolu” ile yalnızca  $\lambda$  oranının aynı olduğu koşulda tutarlı sonuçlara ulaşıldığı,
- “grafikler aracılığı” ile genel yansıtıcı tasarımı erişilen sonuçların tutarlı olamadığı

ortaya çıkmıştır.

### 3. UYGULAMA ÖRNEKLERİ

Bu bölümde çeşitli uygulama örnekleri yapılmış ve söz konusu örnekler,

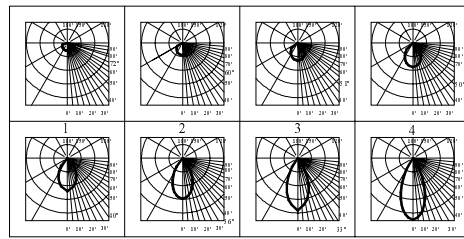
- ışığın yansıtıcı yüzeye geliş ve yansıma doğrultularının aygıt eksenine ile yaptıkları açılar arasındaki oranın ( $\lambda$ ) aynı olduğu durum,

- ışığın yansıtıcı yüzeye geliş ve yansıma doğrultularının aygıt eksenine ile yaptıkları açılar arasındaki oranın ( $\lambda$ ) düzgün adımlarla değiştiği durum,
- ışığın yansıtıcı yüzeye geliş ve yansıma doğrultularının aygıt eksenine ile yaptıkları açılar arasındaki oranın ( $\lambda$ ) gelişigüzel olduğu durum,
- ışığın yansıtıcı yüzeye geliş ve yansıma doğrultularının aygıt eksenine ile yaptıkları açılar arasındaki oranın ( $\lambda$ ) gelişigüzel olduğu ve ışığın yansıma doğrultusunun negatif değerler aldığı durum

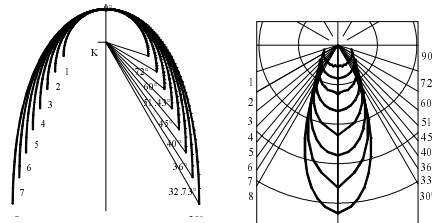
başlıkları altında gruplanmıştır.

a) Işığın Yansıtıcı Yüzeye Geliş ve Yansıma Doğrultularının Aygıt Eksenine ile Yaptıkları Açılar Arasındaki Oranın Aynı Olduğu Durum için Yapılan Uygulama Örnekleri

$\lambda$  oranının büyüklüğüne bağlı olarak oluşacak yansıtıcının biçim ve boyutundaki farklar ile elde edilecek ışık yeğirlik dağılımları arasındaki farkları değerlendirebilmek amacıyla  $1-\lambda = 1.5$ ,  $2-\lambda = 2$ ,  $3-\lambda = 2.5$ ,  $4-\lambda = 3$ ,  $5-\lambda = 3.5$ ,  $6-\lambda = 4$ ,  $7-\lambda = 4.5$ ,  $8-\lambda = 5$  örnekleri ele alınmıştır (Şekil 8, 9)



**Şekil 8-**  $\lambda$  oranının aynı olduğu koşul için veri oluşturan aygıt ışık yeğirlik eğrileri



**Şekil 9-**  $\lambda$  oranının aynı olduğu koşul için elde edilen yansıtıcılar ve veri oluşturan aygıt ışık yeğirlik eğrileri

Şekil 8-9'da görüldüğü gibi, / oranı büyüdükçe (1.5' dan 5' e doğru gittikçe),

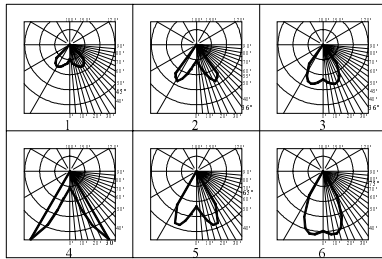
- yansıtıcının boyutu büyür,
- yansıtıcıdan doğrudan çıkan dolaysız ışığın yayılma açısı küçülür,
- aygıt ışık yeğnlik eğrisinde 0° doğrultusundaki ışık yeğnlik değeri büyür.

b) Işığın Yansıtıcı Yüze Geliş ve Yansıma Doğrultularının Aygıt Ekseni ile Yaptıkları Açılar Arasındaki Oranın Düzgün Adımlarla Değiştiği Durum için Yapılan Uygulama Örnekleri

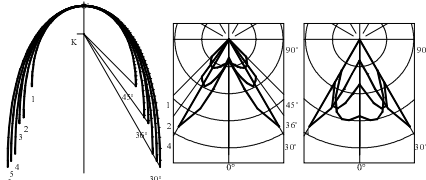
Işık kaynağından çıkan ışığın yansıtıcı yüze geliş ve yansıma açıları arasındaki oranın ( / ), yansıtıcının tepe noktasından etek noktasına doğru artan ve azalan durumları için, konuya iki yönden yaklaşmıştır. Söz konusu oranın,

- artan durumu için, 1- / =2' den 3' e, 2- / =2' den 4' e, 3- / =3' ten 4' e, 4- / =2' den 5' e, 5- / =3' ten 5' e, 6- / =4' ten 5' e,
- azalan durumu için, 1- / =3' ten 2' ye, 2- / =4' ten 2' ye, 3- / =5' den 2' ye, 4- / =4' ten 3' e, 5- / =5' den 3' e, 6- / =5' den 4' e

düzgün adımlarla değiştiği koşullar için işlem yapılmıştır.



Şekil 10- / oranının düzgün adımlarla arttığı koşul için veri oluşturan aygıt ışık yeğnlik eğrileri



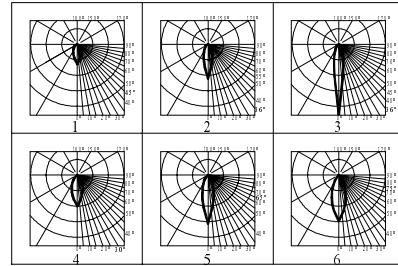
Şekil 11- / oranının düzgün adımlarla arttığı koşul için elde edilen yansıtıcılar ve veri oluşturan aygıt ışık yeğnlik eğrileri

Yansıtıcının tepe noktasında belli bir değerde başlayan / oranının etek noktasında son bulunduğu değer büyüdükçe ((1), (2), (4) örnekleri),

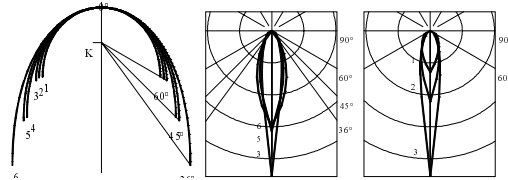
- yansıtıcının boyutu büyür,
- yansıtıcıdan doğrudan çıkan dolaysız ışığın yayılma açısı küçülür,
- aygıt ışık yeğnlik eğrisinde 0° doğrultusundaki/aygıt ekseni doğrultusundaki ışık yeğnlik değeri küçülür (ışık yeğnlik eğrisindeki pantolon bacağı biçimi daha belirgin hale gelir).

Yansıtıcıya geliş ve yansıma açıları arasındaki oranın ( / ) yansıtıcının tepe noktasında birbirinden farklı değerlerde başlayıp, etek noktasında aynı değerde son bulunduğu durumda, tepe noktasındaki / oranı büyüdükçe ((4), (5) ve (6) örnekleri),

- yansıtıcının boyutu büyür,
- yansıtıcıdan doğrudan çıkan dolaysız ışığın yayılma açısı değişmez,
- aygıt ışık yeğnlik eğrisinde 0° doğrultusundaki/aygıt ekseni doğrultusundaki ışık yeğnlik değeri büyür.



Şekil 12- / oranının düzgün adımlarla azaldığı koşul için veri oluşturan aygıt ışık yeğnlik eğrileri



Şekil 13- / oranının düzgün adımlarla azaldığı koşul için elde edilen yansıtıcılar ve veri oluşturan aygıt ışık yeğnlik eğrileri

Yansıtıcı tepe noktasında belli bir değerde başlayan / oranının etek noktasında son bulunduğu değer küçüldükçe ((6), (5) ve (3)),

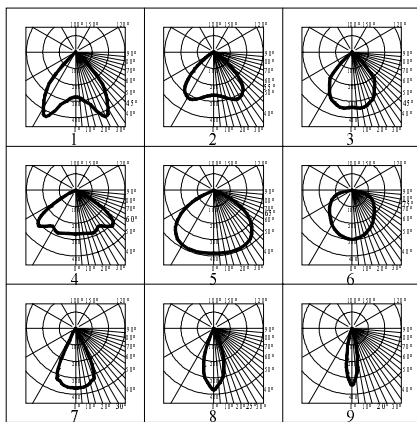
- yansıtıcının boyutu küçülür,
- yansıtıcıdan doğrudan çıkan dolaysız ışığın yayılma açısı büyür,
- aygıt ışık yeğinlik eğrisinde  $0^\circ$  doğrultusundaki /aygıt eksenini doğrultusundaki ışık yeğinlik değeri büyür.

Yansıtıcıya geliş ve yansıma açıları arasındaki oranın ( $\lambda$ ) yansıtıcının tepe noktasında farklı değerlerde başlayıp, etek noktasında aynı değerde son bulduğu durumda, tepe noktasındaki  $\lambda$  oranı büyüdükçe ((1), (2) ve (3) örnekleri),

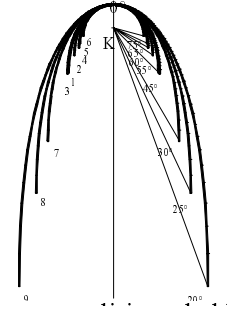
- yansıtıcının boyutu büyür,
- yansıtıcıdan doğrudan çıkan dolaysız ışığın yayılma açısı değişmez,
- aygıt ışık yeğinlik eğrisinde  $0^\circ$  doğrultusundaki /aygıt eksenini doğrultusundaki ışık yeğinlik değeri büyür.

c) Işığın Yansıtıcı Yüzeye Geliş ve Yansıma Doğrultularının Aygıt Eksenini ile Yaptıkları Açılar Arasındaki Oranın Gelişigüzel Olduğu Durum için Yapılan Uygulama Örnekleri

Aydınlatma aygıtı kataloglarından biçimleri birbirinden farklı olan dokuz ayrı aygıt ışık yeğinlik eğrisi seçilerek veri olarak alınmıştır [5], (Şekil 14). Seçilen aygıt ışık yeğinlik dağılımlarını sağlayacak yansıtıcılar belirlenerek Şekil 15' de verilmiştir.



Şekil 14- / oranının gelişigüzel olduğu koşul için veri oluşturan aygıt ışık yeğinlik eğrileri



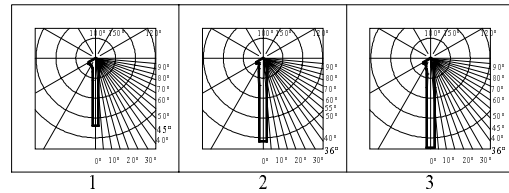
Şekil 15- / oranının gelişigüzel olduğu koşul için elde edilen yansıtıcılar

Dolaysız ışığın yayılma açısı/aygıt ışık yeğinlik eğrisinin koni tepe açısı (KTA) küçüldükçe,

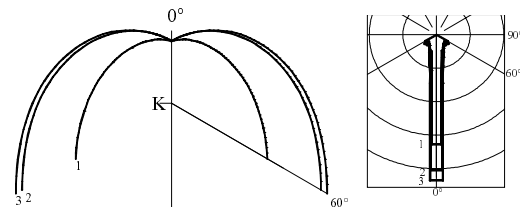
- yansıtıcının boyutu büyür,
- yansıtıcıdan doğrudan çıkan dolaysız ışığın yayılma açısı küçülür.

d) Işığın Yansıtıcı Yüzeye Geliş ve Yansıma Doğrultularının Aygıt Eksenini ile Yaptıkları Açılar Arasındaki Oranın Gelişigüzel Olduğu ve Işığın Yansıma Doğrultusunun Negatif Değerler Aldığı Durum için Yapılan Uygulama Örnekleri

Bu durum için veri oluşturan aygıt ışık yeğinlik eğrileri Şekil 16' da, söz konusu ışık yeğinlik dağılımlarını sağlayan yansıtıcılar ise Şekil 17' de gösterilmiştir.



Şekil 16- / oranının gelişigüzel olduğu ve yansıma açısının negatif değerler aldığı koşul için veri oluşturan aygıt ışık yeğinlik eğrileri



Şekil 17- / oranının gelişigüzel olduğu ve yansıma açısının negatif değerler aldığı koşul için elde edilen yansıtıcılar ve veri oluşturan aygıt ışık yeğinlik eğrileri



Yansıtıcı kesiti üzerinde yansıma açısının negatif değer aldığı bölüm büyüdükçe ((1), (2) ve (3) örnekleri),

- yansıtıcının boyutu büyür,
- yansıtıcı tepe bölgesindeki çukurluk artar,
- aygıt ışık yeğinlik eğrisinde  $0^\circ$  doğrultusundaki/aygıt eksenini doğrultusundaki ışık yeğinlik değeri büyür.

#### 4. SONUÇ

Bu çalışmada genel yansıtıcı biçimleri ele alınmış, genel yansıtıcı biçiminin belirlenmesinde yararlanılan yaklaşımların, bu konuya ilişkin aydınlatma literatüründe çok sınırlı olan bilginin yapılan çok yönlü araştırma ve çeşitli örnek uygulamalar aracılığı ile yorumlanması ve açıklanması olanaklı olmuştur. Uygulama örnekleri karşılaştırılarak değerlendirilmiş ve

- grafik yapım ve grafik bütünleşme yaklaşımları ile her koşulda doğru sonuçlar elde edildiği,
- hesaplama yolu ile yalnızca ışığın yansıtıcıya geliş ve yansıma doğrultularının aygıt eksenini ile yaptıkları açılar arasındaki oranın aynı olduğu koşulda güvenilir sonuçlara erişildiği,
- grafikler aracılığı ile tutarlı sonuçlara ulaşamadığı

sonuçlarına varılmıştır.

Bu sonuçlara bağlı olarak genel yansıtıcı tasarımında, ışığın yansıtıcıya geliş ve yansıma doğrultularının aygıt eksenini ile yaptıkları açılar arasındaki oranın yansıtıcı kesitinde

- aynı olduğu durumda hesaplama yolu,
- düzgün adımlarla değiştiği durumda grafik yapım ya da grafik bütünleşme yaklaşımı,
- gelişigüzel değiştiği durumda grafik yapım ya da grafik bütünleşme yaklaşımının

uygulanması önerilmektedir.

Bu çalışma içinde ulaşılan sonuçlar ile nokta ışık kaynağı ve düzgün yansıma yapan yansıtıcı gereci koşullarında, istenen aygıt ışık yeğinlik eğrisini sağlayacak yansıtıcının belirlenmesi olanaklı olmuştur.

#### KAYNAKLAR

- [1] Aydın, Ş., (2005), “Yansıtıcı Biçiminin İstenen Aydınlatma Aygıtı Işık Yeğinlik Eğrisine Bağlı Olarak Belirlenmesi”, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [2] IES, (1984), “IES Lighting Handbook”.
- [3] IESNA, (2000), “The Lighting Handbook”, New York, USA.
- [4] Weis, B., (2000), Industriebeleuchtung, Richard Pflaum Verlag, GmbH+Co.KG, München, 2000.
- [5] Türk Philips, 98,99 Katalog.
- [6] Anon., (1992), “Handbuch für Beleuchtung, LITG, SLG, LTAG; NSVU”, ecomed-Fachverlag, Landsberg.
- [7] Öztürk, L., D., (2004), “Yansıtıcı Tasarımında Temel İlkeler”, 1. Aydınlatma Semineri, 16 Eylül 2004, İstanbul.