

MİMARİ AYDINLATMAYA YÖNELİK ELİPSOİT YANSITICI TASARIMI

Leyla Dokuzer ÖZTÜRK¹, Togan TONG², Şensin Aydın YAĞMUR¹

Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Yapı Fiziği Bilim Dalı¹,
Bilgisayar Ortamında Tasarım Bilim Dalı²
dokuzer@yildiz.edu.tr¹, tong@yildiz.edu.tr², sensina@yildiz.edu.tr¹

ÖZ

Bir mekandaki iyi görme koşullarının eksiksiz oluşmasını sağlayacak aydınlatma düzeninin kurulmasında temel araç aydınlatma aygıtıdır. Aydınlatma aygıtı tasarımında amaç, lambanın hemen hemen tüm doğrultulara yayımladığı ışığı istenen doğrultulara yönlendirmektir. Lamba ışığının yönlendirilmesi ağırlıklı olarak ışığın yansıtılması ile olanaklıdır. Bu nedenle, aydınlatma aygıtlarının çoğu, lamba ışığını gerekli doğrultulara yansıtacak bir yansıtıcı içerir ve yansıtıcı tasarımı aydınlatmada önemli bir yer tutar. Yansıtıcı tasarımında başarılı sonuçlar elde edebilmek için, yansıtıcıyı isteğe uygun koşulları sağlamak üzere biçimlendirmek kadar, yansıtıcının tasarım sürecinde aydınlatma aygıtının ışık yeğlilik dağılımı ve geriverimi, oluşacak aydınlık dağılımı gibi özelliklerin denetlenmesi de büyük önem taşır. TÜBİTAK tarafından desteklenen "Düzgün Yayılmış Aydınlık Sağlanmasına Yönelik Yansıtıcı Tasarımında Temel İlkeler ve Öneriler" başlıklı proje kapsamında, çeşitli noktasal ve doğrusal lambalar kullanılarak düzgün yayılmış aydınlık oluşturmak amacıyla dönele ve silindire yansıtıcı tasarımları yapılmıştır. Tasarlanan yansıtıcıların yer aldığı aydınlatma aygıtlarının ışık yeğlilik dağılımı, geriverimi ve oluşturdukları aydınlık dağılımları bir aydınlatma aygıtı analiz ve tasarım programı aracılığı ile belirlenmiştir. Bu çalışmada, elipsoit yansıtıcılara ilişkin analiz sonuçları sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Yansıtıcı tasarımı, elipsoit, düzgün yayılmış aydınlık, noktasal ışık kaynağı, ışık yeğlilik dağılımı

ELLIPSOID REFLECTOR DESIGN TO USE IN ARCHITECTURAL LIGHTING

ABSTRACT

The luminaire is the main tool to set up a lighting arrangement in an interior which provides the good visual conditions completely. The fundamental aim of luminaire design is to send the light of a lamp, emitting in almost all directions, in the desired directions. The control of lamp light is generally possible by reflection of light. Therefore, most luminaires include a reflector to direct the lamp light in the necessary directions and great importance is attached to reflector design in lighting. In order to obtain successful results in reflector design, controlling the features of the luminaire such as light intensity distribution, luminaire efficiency, illuminance distribution during the reflector design phase is important as well as forming the reflector shape according to the desired conditions. Curved and cylindrical reflector designs have been made to provide uniform illuminance distribution by using different point and linear light sources in the research project with the title "Basic Principles and Recommendations on Reflector Design to Provide Uniform Illumination" supported by TÜBİTAK. Light intensity distribution, luminaire efficiency of the luminaires containing the designed reflectors and the occurred illuminance distributions are determined with the help of a luminaire analyze and design program. In this study, the analyze results of ellipsoid reflectors are introduced.

Keywords: Reflector design, ellipsoid, uniform illuminance distribution, point light source, light intensity distribution

1. GİRİŞ

Bir mekanda aydınlatma düzeni hacmin işlev ve özelliklerine uygun iyi görme koşullarının sağlanması amacıyla kurulur. Aydınlatma düzeninin kurulması temelde lamba ve aydınlatma aygıtı seçimi/tasarımı ile aygıt yerleşim düzenini kapsar. Aydınlatma aygıtı tasarımında temel amaç, lambanın çeşitli doğrultulara yayımladığı ışığı istenen doğrultulara yönlendirmektir. Lamba ışığının yönlendirilmesinde ise yansıtıcılardan yararlanır ve çoğu aygıt bir yansıtıcı içerir. Bu nedenle yansıtıcı tasarımı aydınlatmada büyük önem taşır.

Yansıtıcı tasarımı ile ilgili literatürde yer alan çalışmalarda genelde yansıtıcı gerecinin düzgün yansıma yaptığı, ışık kaynağının ise boyutsuz ve ışık yeğnilik dağılımının küre olduğu varsayılır [1-8]. Bu araştırma kapsamında yapılan yansıtıcı tasarımlarında, ışığı düzgün yansıtan gerecin yanı sıra karışık yansıma yapan yansıtıcı gereci de kullanılmış, ışık kaynağı olarak ise gerçek lambaların boyutları, ışık yeğnilik dağılımları ve değerleri dikkate alınmıştır.

Yansıtıcının tasarım sürecinde aygıt ışık yeğnilik dağılımının, dolayısıyla oluşacak aydınlık dağılımının saptanabilmesi büyük önem taşımaktadır. Günümüzde bu amaçla, yansıtıcı geometrisi ve ışık yansıma özelliği ile kullanılan lambanın biçim, boyut ve ışık yeğnilik dağılımı gibi özelliklerine dayalı olarak ortaya çıkabilecek aygıt ışık yeğnilik dağılımının çok büyük bir yakınlıkla simüle edildiği bilgisayar programlarından yararlanılmaktadır. Aydınlatma aygıtı analizine yönelik simülasyon programları ile tasarım süreci içinde prototip aygıt yapımına gerek duyulmadan, elde edilecek sonuçlar tasarım aşamasında belli bir yakınlıkla izlenebilmektedir. TÜBİTAK tarafından desteklenen ve Yıldız Teknik Üniversitesi'nde yürütülen "Düzenli Yayılmış Aydınlık Sağlanmasına Yönelik Yansıtıcı Tasarımında Temel İlkeler ve

Öneriler" başlıklı araştırma projesi (104I037) kapsamında

- çeşitli noktasal lambalar için dönel (genel yansıtıcı, paraboloid, elipsoit ve hiperbolik yansıtıcılar, tekli bükey yansıtıcı) yansıtıcılar,
- doğrusal flüoresan lamba için silindirik yansıtıcılar (genel silindir, eliptik, parabolik ve hiperbolik silindir yansıtıcılar) ve düzlem yansıtıcı

tasarımı yapılmış, tasarlanan yansıtıcılar bir aydınlatma aygıtı tasarım ve analiz programı aracılığı ile analiz edilmiştir [9-10]. Bu makalede, proje kapsamında ele alınan yansıtıcı türlerinden elipsoit yansıtıcıların analiz sonuçlarına yer verilmiştir.

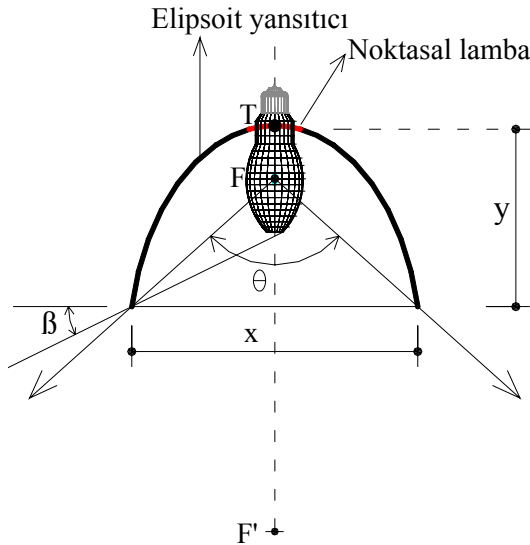
2. ÖRNEK YANSITICI TASARIMLARININ YAPILDIĞI KOŞULLAR

Elipsoidin bir odağında (F) yer alan ışık kaynağından çıkarak yansıtıcıya gelen ışık ışını yansıldıktan sonra ikinci odakta (F') geçer. Elipsoit yansıtıcının biçimini, yansıtıcının tepe noktası ile odak arasındaki uzaklık (TF) ve iki odak arasındaki uzaklık (FF') olmak üzere iki ayrı büyüklük belirler. TF ve FF' büyüklüklerinin uzunluklarına ve bu uzunlukların birbirine oranına bağlı olarak çok değişik boyut ve biçimlerde yansıtıcılar oluşturulabilir. Bunun yanı sıra, elipsoit yansıtıcıdan çıkan ışığın yayılma açısının (θ) büyüklüğü, bir başka deyişle yansıtıcının ağız açıklığı elde edilen sonuçları etkilemektedir (Şekil 1).

Elipsoit yansıtıcı aydınlatma aygıtları iç mimaride genelde,

- aydınlatma düzenini yapı elemanları ile bütünleştirmek için, lamba ve aydınlatma aygıtını gözden gizleyip yansıyan ışığın küçük bir açıklıktan çıkmasını sağlamak amacıyla ve/ya da
- alçak tavanlı mekanlarda, lamba ve aygıtın doğrudan kamaşmaya yol açmasını önlemek için

asma tavan boşluğu içinde kullanılmaktadır.



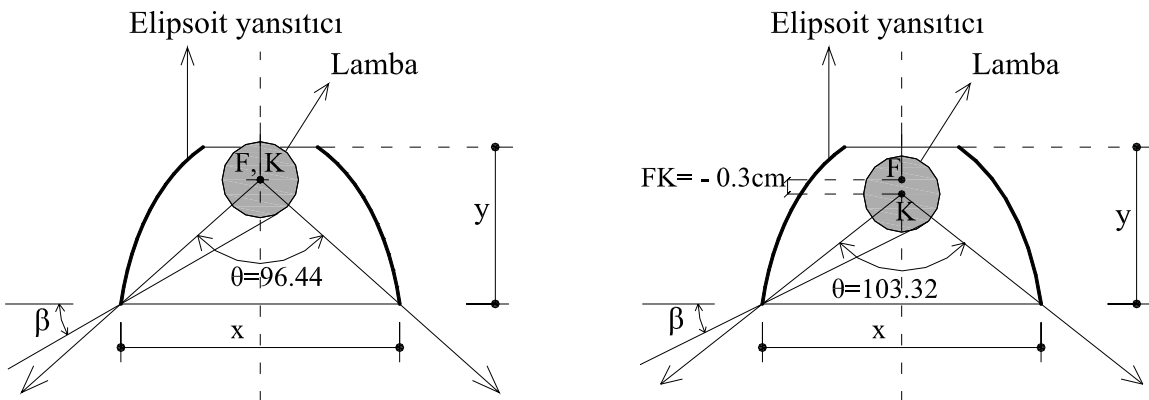
TF: yansıtıcının tepe noktası ile odak arasındaki uzaklık
FF': iki odak arasındaki uzaklık, β : siperlik engel açısı
 θ : aygıttan çıkan ışığın yayılma açısı
x: yansıtıcının ağız açıklığı, y: yansıtıcının yüksekliği

Şekil 1- Elipsoit yansıtıcının enine kesiti

Bu araştırmada, elipsoit yansıtıcı tasarımları iki aşamada yürütülmüştür. İlk aşamada lambanın ışıklı bölgesinin merkezi elipsoidin odağına (F) yerleştirilmiştir. Bu aşamada yapılan yansıtıcı tasarımları, yansıtıcının TF ve FF' büyüklüklerine farklı değerler verilerek oluşturulan 360 adet uygulama örneğini kapsamaktadır. Noktasal lambaların kullanıldığı konik yansıtıcılarda aygıttan çıkan ışığın yayılma açısının (θ) aygıt ışık yeğnilik dağılımını pek etkilememesi nedeniyle, akkor ve akkor halojen lambaların kullanıldığı uygulama örneklerinde söz konusu açının tek bir değeri ($\theta=120^0$) için işlem yapılmıştır. Elde

edilen ışık yeğnilik ve aydınlık dağılımları değerlendirilerek söz konusu lambaların her biri için, aydınlığın düzgün yayılmışlığı açısından en olumlu durumları veren yansıtıcı boyut ve geometrileri saptanmıştır. Olumlu durumları veren bu yansıtıcıların etekleri daha uzun tutularak, aygıttan çıkan ışığın yayılma açısına ilişkin farklı büyüklükleri sağlayan yeni durumlar oluşturulmuştur. Akkor ve akkor halojen lambalar dışındaki öteki lamba türlerinin kullanıldığı koşullarda yansıtıcı eteğinin uzunluğu, dolayısıyla aygıttan çıkan ışığın yayılma açısının büyüklüğü, genelde minimum 30^0 siperlik engel açısı dikkate alınarak belirlenmiştir. Yansıtıcı boyut ve geometrisine bağlı olarak kimi durumlarda, yansıtıcının eteği elipsin merkezinden geçen küçük eksene değin uzatılmasına karşın 30^0 siperlik engel açısı sağlanamamıştır.

Tüm örnek uygulamalar için elde edilen ışık yeğnilik dağılımları aydınlığın düzgün yayılmışlığı açısından değerlendirilmiş ve aydınlık dağılımlarını iyileştirmek üzere lambaların elipsoidin odağı dışına kaydırılmasına karar verilmiştir (Şekil 2). Elipsoit yansıtıcı tasarımının ikinci aşamasında, 360 örnek durum arasından seçilen 108 durum yeniden ele alınmış ve lambanın ışıklı bölgesinin merkezi odak dışına yerleştirilerek daha düzgün aydınlık dağılımları elde edilmiştir.



Şekil 2- Lambanın aydınlatma aygıtı ekseninde kaydırılmasına örnek

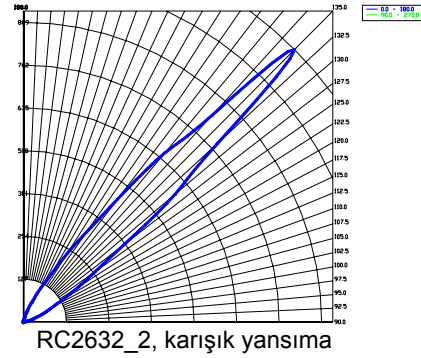
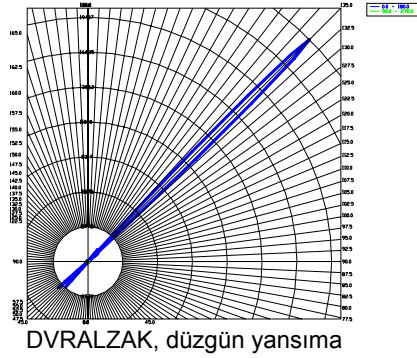
Bu çalışmada yer verilen örnek uygulamaların yapıldığı koşullar aşağıda sıralanmıştır (Şekil 3-4):

- yansıtıcının tepe noktası ile ışık kaynağı merkezi arasındaki uzaklık (TF, cm): 3, 4, 4.5, 6, 7.5
- iki odak arasındaki uzaklık (FF', cm): 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45
- aygıttan çıkan ışığın yayılma açısı (θ): temelde 80° , 90° , 100° , 110° , 120°
- lamba türü:
 - buzlu ampullü akkor lamba;
A100W: 100 W, 1360 lm
 - buzlu ampullü akkor halojen lamba;

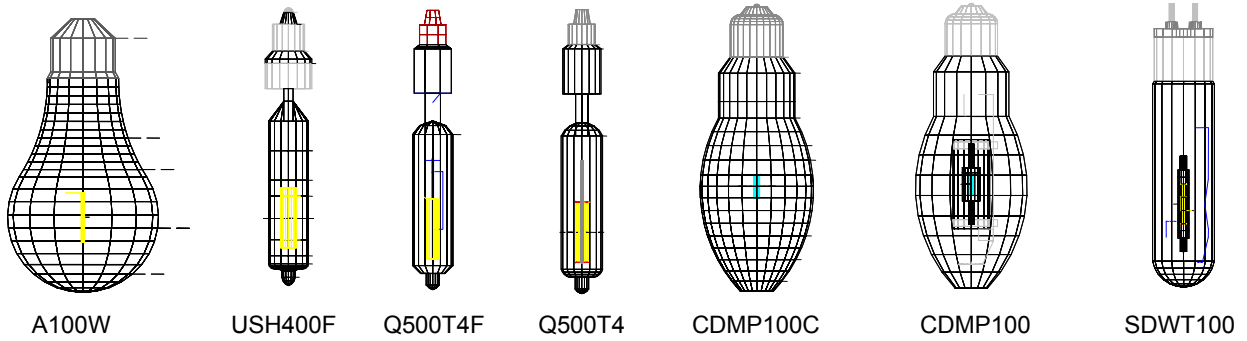
USH400F: 400 W, 7850 lm

Q500T4F: 500 W, 10100 lm

- saydam ampullü akkor halojen lamba;
Q500T4: 500 W, 10450 lm
- opal ampullü metalik halojenürlü lamba;
CDMP100C: 100 W, 8500 lm
- saydam ampullü metalik halojenürlü lamba;
CDMP100: 100 W, 8800 lm
- saydam ampullü sodyum buharlı lamba;
SDWT100: 100 W, 5400 lm
- yansıtıcı gereci:
 - DVRALZAK: düzgün yansıma yapan gereç, ışık yansıtma çarpanı (ρ): 0.81
 - RC2632_2: karışık yansıma yapan gereç, ışık yansıtma çarpanı (ρ): 0.80



Şekil 3- Yansıtıcı gereçlerinin ışık yansıtma biçimleri



Şekil 4- Elipsoit yansıtıcı aydınlatma aygıtlarında kullanılan lambalara örnekler

Oluşturulan toplam 468 örnek uygulama arasından seçilen 156 durum için, aydınlatma aygıtının geriverimi, aygıt eksenindeki ve en büyük ışık yeğnilik değeri, maksimum ışık yeğnilik değerinin söz konusu olduğu açının aygıt ekseninden uzaklığı ve Düzgünlük açılarından elde edilen sonuçlar, Tablo 1-24'te verilmiştir.

Lambadaki ışıklı bölgenin merkezinin odak dışına yerleştirildiği örneklerde odak ile ışıklı bölge merkezi arasındaki uzaklık (FK), lambanın ikinci odağı (F') doğru kaydırıldığı koşullarda -, yansıtıcı tepe noktasına (T) doğru kaydırıldığı koşullarda ise + ile gösterilmiştir.

Tablolarda,

TF: yansıtıcının tepe noktası ile ışık kaynağı merkezi arasındaki uzaklık,
FF': iki odak arasındaki uzaklık,
 θ : aygıttan çıkan ışığın yayılma açısı,
FK: lambanın ışıklı bölgesinin merkezi ile odak arasındaki uzaklık,
 β : siperlik engel açısı,
x: yansıtıcının ağız açıklığı,

y: yansıtıcının yüksekliği,
 η : aydınlatma aygıtının geriverimi,
 l_0 : aygıt eksenindeki ışık yeğlinliği,
 l_{mak} : maksimum ışık yeğlinliği,
 α : maksimum ışık yeğlinliği doğrultusunun aygıt eksenine yaptığı açı,
D: Düzgünlük
olarak gösterilmiştir.

Tablo 1- Buzlu ampullü akkor lambanın odakta olduğu durum, düzgün yansımaya yapan yansıtıcı gereci

No	Lamba	TF (cm)	FF' (cm)	θ	β	x (cm)	y (cm)	η (%)	l_0 (cd)	l_{mak} (cd)	α	D
1	A100W	7.5	30	100	32	33.51	21.47	81.6	878	992	17.5	0.98
2	A100W	7.5	30	110	26.4	33.16	19.02	82.4	874	1000	17.5	0.99
3	A100W	7.5	30	120	20.7	32.48	16.79	83.2	878	1004	16.25	0.99

Tablo 2- Buzlu ampullü akkor lambanın odakta olduğu durum, karışık yansımaya yapan yansıtıcı gereci

No	Lamba	TF (cm)	FF' (cm)	θ	β	x (cm)	y (cm)	η (%)	l_0 (cd)	l_{mak} (cd)	α	D
1	A100W	7.5	30	100	32	33.51	21.47	76.2	941	944	1.25	1
2	A100W	7.5	30	110	26.4	33.16	19.02	77.6	948	948	0	1
3	A100W	7.5	30	120	20.7	32.48	16.79	79.1	940	947	2.5	1

Tablo 3- Buzlu ampullü akkor lambanın odak dışında olduğu durum, düzgün yansımaya yapan yansıtıcı gereci

No	Lamba	TF (cm)	FF' (cm)	θ	FK (cm)	β	x (cm)	y (cm)	η (%)	l_0 (cd)	l_{mak} (cd)	α	D
1	A100W	7.5	30	99.6	0.1	32.3	33.51	21.47	81.5	924	1019	16.25	0.98
2	A100W	7.5	30	109.5	0.1	26.7	33.16	19.02	82.3	903	1026	16.25	0.99
3	A100W	7.5	30	119.5	0.1	21	32.48	16.79	83.1	944	1030	16.25	0.97

Tablo 4- Buzlu ampullü akkor lambanın odak dışında olduğu durum, karışık yansımaya yapan yansıtıcı gereci

No	Lamba	TF (cm)	FF' (cm)	θ	FK (cm)	β	x (cm)	y (cm)	η (%)	l_0 (cd)	l_{mak} (cd)	α	D
1	A100W	7.5	30	105.7	-1.5	28.8	33.51	21.47	77.6	554	579	22.5	0.82
2	A100W	7.5	30	117.3	-1.5	22.5	33.16	19.02	79.1	565	576	22.5	0.80
3	A100W	7.5	30	128.3	-1.5	16.2	32.48	16.79	80.7	554	570	20	0.85

Tablo 5- Buzlu ampullü akkor halojen lambanın odakta olduğu durum, düzgün yansımaya yapan yansıtıcı gereci

No	Lamba	TF (cm)	FF' (cm)	θ	β	x (cm)	y (cm)	η (%)	l_0 (cd)	l_{mak} (cd)	α	D
1	USH400F	4	35	80	45.4	24.78	18.72	80.1	37903	39583	2.5	0.96
2	USH400F	4	35	90	39.3	24.18	16.04	80.7	38841	39796	2.5	0.98
3	USH400F	4	35	100	33.1	23.31	13.73	81.5	38282	40014	2.5	0.96
4	USH400F	4	35	110	26.9	22.3	11.76	82.8	19672	19672	0	1
5	USH400F	4	35	120	20.5	21.09	10.07	83.1	38281	40091	2.5	0.96
6	Q500T4F	3	15	80	41.6	14.6	11.63	75.2	31573	31573	0	1
7	Q500T4F	3	15	90	36.2	14.6	11.63	75.9	31558	31558	0	1
8	Q500T4F	3	15	100	29.8	14.7	9.04	76.7	31880	31880	0	1
9	Q500T4F	3	15	110	23.2	14.27	7.93	77.6	31347	31347	0	1
10	Q500T4F	3	15	120	16.6	13.86	6.93	78.4	31573	31573	0	1

Tablo 6- Buzlu ampullü akkor halojen lambanın odakta olduğu durum, karışık yansımaya yapan yansıtıcı gereci

No	Lamba	TF (cm)	FF' (cm)	θ	β	x (cm)	y (cm)	η (%)	I_0 (cd)	I_{mak} (cd)	α	D
1	USH400F	4	35	80	45.4	24.78	18.72	72.8	17148	17317	1.25	0.99
2	USH400F	4	35	90	39.3	24.18	16.04	74.3	17547	17547	0	1
3	USH400F	4	35	100	33.1	23.31	13.73	75.8	17410	17429	1.25	1
4	USH400F	4	35	110	26.9	22.3	11.76	78.3	11584	11584	0	1
5	USH400F	4	35	120	20.5	21.09	10.07	78.7	17129	17129	0	1
6	Q500T4F	3	15	80	41.6	14.6	11.63	67.7	13848	13848	0	1
7	Q500T4F	3	15	90	36.2	14.6	11.63	69.3	14009	14009	0	1
8	Q500T4F	3	15	100	29.8	14.7	9.04	70.8	14098	14098	0	1
9	Q500T4F	3	15	110	23.2	14.27	7.93	72.3	13902	13902	0	1
10	Q500T4F	3	15	120	16.6	13.86	6.93	73.8	13826	13826	0	1

Tablo 7- Buzlu ampullü akkor halojen lambanın odak dışında olduğu durum, düzgün yansımaya yapan yansıtıcı gereci

No	Lamba	TF (cm)	FF' (cm)	θ	FK (cm)	β	x (cm)	y (cm)	η (%)	I_0 (cd)	I_{mak} (cd)	α	D
1	USH400F	4	35	87.4	-0.75	41.5	24.78	18.72	80.6	8056	9089	16.25	1
2	USH400F	4	35	93.7	-0.75	37.1	24.18	16.04	81.3	8155	9131	16.25	0.99
3	USH400F	4	35	104.5	-0.75	30.5	23.31	13.73	82.1	8149	9200	15	0.98
4	USH400F	4	35	112.1	-0.3	25.6	22.3	11.76	83.1	8385	9263	15	1
5	USH400F	4	35	126.0	-0.72	17	21.09	10.07	84	8697	9320	15	0.97
6	Q500T4F	3	15	92.4	-1.7	34.6	14.6	11.63	80.1	5055	5065	1.25	1
7	Q500T4F	3	15	103.9	-1.6	27.4	14.6	11.63	81	5375	5375	0	1
8	Q500T4F	3	15	115.3	-1.5	20.2	14.7	9.04	82	5538	5538	0	1
9	Q500T4F	3	15	130.4	-1.7	10.8	14.27	7.93	83.2	5170	5170	0	1
10	Q500T4F	3	15	133.8	-1.05	8.4	13.86	6.93	83.5	6919	6919	0	1

Tablo 8- Buzlu ampullü akkor halojen lambanın odak dışında olduğu durum, karışık yansımaya yapan yansıtıcı gereci

No	Lamba	TF (cm)	FF' (cm)	θ	FK (cm)	β	x (cm)	y (cm)	η (%)	I_0 (cd)	I_{mak} (cd)	α	D
1	USH400F	4	35	84.6	-1.15	42.6	24.78	18.72	74.6	5654	6144	12.5	0.99
2	USH400F	4	35	94.9	-1	36.4	24.18	16.04	76	6578	6740	10	0.98
3	USH400F	4	35	107.3	-1.2	28.8	23.31	13.73	78	5490	5862	13.75	0.98
4	USH400F	4	35	115.3	-0.75	23.7	22.3	11.76	79.7	5223	5752	13.75	0.99
5	USH400F	4	35	129.5	-1.12	15	21.09	10.07	81.2	5378	5778	10	0.97
6	Q500T4F	3	15	104.5	-3.05	26.9	14.6	11.63	74.4	1428	2580	47.5	0.56
7	Q500T4F	3	15	119.4	-3.05	17.9	14.6	11.63	77.2	1470	2614	47.5	0.55
8	Q500T4F	3	15	133.7	-3	9.2	14.7	9.04	79.7	1550	2542	47.5	0.51
9	Q500T4F	3	15	134.4	-2	8.5	14.27	7.93	80.9	3610	3668	1.25	0.98
10	Q500T4F	3	15	133.2	-1	8.8	13.86	6.93	79.9	6096	6096	0	1

Tablo 9- Saydam ampullü akkor halojen lambanın odakta olduğu durum, düzgün yansımaya yapan yansıtıcı gereci

No	Lamba	TF (cm)	FF' (cm)	θ	β	x (cm)	y (cm)	η (%)	I_0 (cd)	I_{mak} (cd)	α	D
1	Q500T4	3	15	80	46	14.6	11.63	80.8	41019	42684	2.5	0.96
2	Q500T4	3	15	90	40.3	14.7	10.28	81.5	41117	43075	2.5	0.96
3	Q500T4	3	15	100	34.6	14.57	9.04	82.3	41379	43353	2.5	0.96
4	Q500T4	3	15	110	28.9	14.27	7.93	83.2	41393	43558	2.5	0.95
5	Q500T4	3	15	120	23.2	13.86	6.93	84.1	41824	43629	2.5	0.96

Tablo 10- Saydam ampullü akkor halojen lambanın odakta olduğu durum, karışık yansımaya yapan yansıtıcı gereci

No	Lamba	TF (cm)	FF' (cm)	θ	β	x (cm)	y (cm)	η (%)	I_0 (cd)	I_{mak} (cd)	α	D
1	Q500T4	3	15	80	46	14.6	11.63	74.3	15920	15920	0	1
2	Q500T4	3	15	90	40.3	14.7	10.28	75.9	16116	16116	0	1
3	Q500T4	3	15	100	34.6	14.57	9.04	77.4	16134	16134	0	1
4	Q500T4	3	15	110	28.9	14.27	7.93	79	16027	16027	0	1
5	Q500T4	3	15	120	23.2	13.86	6.93	80.5	16037	16037	0	1

Tablo 11- Saydam ampullü akkor halojen lambanın odak dışında olduğu durum, düzgün yansımaya yapan yansıtıcı gereci

No	Lamba	TF (cm)	FF' (cm)	θ	FK (cm)	β	x (cm)	y (cm)	η (%)	I_0 (cd)	I_{mak} (cd)	α	D
1	Q500T4	3	15	85.7	-0.67	43.4	14.6	11.63	81.3	5115	5563	15	0.98
2	Q500T4	3	15	95.3	-0.65	37.3	14.7	10.28	82.1	5868	5868	0	1
3	Q500T4	3	15	106.3	-0.65	31.1	14.57	9.04	83	5739	5739	0	1
4	Q500T4	3	15	117.3	-0.65	24.9	14.27	7.93	84	5749	5748	0	1
5	Q500T4	3	15	128.4	-0.65	8.6	13.86	6.93	85	5438	5712	15	0.95

Tablo 12- Saydam ampullü akkor halojen lambanın odak dışında olduğu durum, karışık yansımaya yapan yansıtıcı gereci

No	Lamba	TF (cm)	FF' (cm)	θ	FK (cm)	β	x (cm)	y (cm)	η (%)	I_0 (cd)	I_{mak} (cd)	α	D
1	Q500T4	3	15	85.1	-0.75	43.1	14.6	11.63	75.7	4740	5099	15	0.97
2	Q500T4	3	15	96.2	-0.75	36.8	14.7	10.28	77.5	4802	5162	15	0.97
3	Q500T4	3	15	107.3	-0.75	30.5	14.57	9.04	79.2	4758	5160	15	0.98
4	Q500T4	3	15	118.5	-0.75	24.2	14.27	7.93	80.9	4758	5088	15	0.96
5	Q500T4	3	15	129.7	-0.75	17.9	13.86	6.93	82.6	4687	5030	12.5	1

Tablo 13- Opal ampullü metalik halojenürlü lambanın odakta olduğu durum, düzgün yansımaya yapan yansıtıcı gereci

No	Lamba	TF (cm)	FF' (cm)	θ	β	x (cm)	y (cm)	η (%)	I_0 (cd)	I_{mak} (cd)	α	D
1	CDMP100C	4.5	15	102.6	13.7	18.74	11.72	79.3	2603	3546	27.5	0.95
2	CDMP100C	4.5	25	87	30	23.04	16.37	79	4961	5463	20	0.91
3	CDMP100C	4.5	35	90.2	30	26.11	17.26	72.6	8355	8355	0	1
4	CDMP100C	4.5	45	92	30	28.19	17.87	79.9	11635	11635	0	1
5	CDMP100C	6	20	102.6	20.5	24.98	15.79	81.2	2632	4264	27.5	0.88
6	CDMP100C	6	30	92.8	30	29.19	19.71	80.8	3795	6200	20	0.74
7	CDMP100C	6	40	95.2	30	32.58	20.69	81.1	6792	8218	17.5	0.95

Tablo 14- Opal ampullü metalik halojenürlü lambanın odakta olduğu durum, karışık yansımaya yapan yansıtıcı gereci

No	Lamba	TF (cm)	FF' (cm)	θ	β	x (cm)	y (cm)	η (%)	I_0 (cd)	I_{mak} (cd)	α	D
1	CDMP100C	4.5	15	102.6	13.7	18.74	11.72	74	3181	3253	15	0.92
2	CDMP100C	4.5	25	87	30	23.04	16.37	72	5126	5221	2.5	0.98
3	CDMP100C	4.5	35	90.2	30	26.11	17.26	71.9	7485	7485	0	1
4	CDMP100C	4.5	45	92	30	28.19	17.87	72.7	8910	8910	0	1
5	CDMP100C	6	20	102.6	20.5	24.98	15.79	76.3	3463	3637	17.5	0.91
6	CDMP100C	6	30	92.8	30	29.19	19.71	74.7	5340	5340	0	1
7	CDMP100C	6	40	95.2	30	32.58	20.69	74.9	7308	7330	2.5	1

Tablo 15- Opal ampullü metalik halojenürlü lambanın odak dışında olduğu durum, düzgün yansıtıcı yapan yansıtıcı gereci

No	Lamba	TF (cm)	FF' (cm)	θ	FK (cm)	β	x (cm)	y (cm)	η (%)	I_0 (cd)	I_{mak} (cd)	α	D
1	CDMP100C	4.5	15	103.4	0.1	13.2	18.74	11.72	79.2	2954	3645	27.5	0.86
2	CDMP100C	4.5	25	86.9	-0.05	29.8	23.04	16.37	79.1	4686	5405	20	0.96
3	CDMP100C	4.5	35	90.8	-0.15	29.5	26.11	17.26	79.7	6496	7119	15	0.99
4	CDMP100C	4.5	45	93.2	-0.29	29.2	28.19	17.87	80.1	7783	8632	12.5	0.97
5	CDMP100C	6	20	105.5	0.51	18.6	24.98	15.79	81.1	3908	5018	22.5	0.99
6	CDMP100C	6	30	93.6	0.2	29.4	29.19	19.71	80.8	5010	6571	20	0.92
7	CDMP100C	6	40	95.5	0.1	29.8	32.58	20.69	81.1	7805	8424	15	0.97

Tablo 16- Opal ampullü metalik halojenürlü lambanın odak dışında olduğu durum, karışık yansıtıcı yapan yansıtıcı gereci

No	Lamba	TF (cm)	FF' (cm)	θ	FK (cm)	β	x (cm)	y (cm)	η (%)	I_0 (cd)	I_{mak} (cd)	α	D
1	CDMP100C	4.5	15	117.4	-1.8	3.8	18.74	11.72	75.2	1469	2147	40	0.66
2	CDMP100C	4.5	25	95.4	-1.7	23.7	23.04	16.37	73.8	2410	3089	30	0.83
3	CDMP100C	4.5	35	97.6	-1.6	24.8	26.11	17.26	74.5	3600	4005	20	0.92
4	CDMP100C	4.5	45	101.7	-2.15	23.4	28.19	17.87	75.1	3767	4160	20	0.92
5	CDMP100C	6	20	106.1	-0.6	18.2	24.98	15.79	76.8	2640	3026	25	0.85
6	CDMP100C	6	30	95.3	-0.6	28.3	29.19	19.71	75.3	4052	4304	17.5	0.92
7	CDMP100C	6	40	98.7	-0.9	27.7	32.58	20.69	75.8	5016	5191	12.5	0.96

Tablo 17-Saydam ampullü metalik halojenürlü lambanın odakta olduğu durum, düzgün yansıtıcı yapan yansıtıcı gereci

No	Lamba	TF (cm)	FF' (cm)	θ	β	x (cm)	y (cm)	η (%)	I_0 (cd)	I_{mak} (cd)	α	D
1	CDMP100	4.5	15	102.6	30.3	18.74	11.72	71.7	695	2709	65	0.29
2	CDMP100	4.5	25	87	41.2	23.04	16.37	73.4	11132	11132	0	1
3	CDMP100	4.5	35	90.2	40	26.11	17.26	79.7	25447	25447	0	1
4	CDMP100	4.5	45	92	39.4	28.19	17.87	79.8	43990	43990	0	1
5	CDMP100	6	20	102.6	32.6	24.98	15.79	81.2	4181	5397	15	0.86
6	CDMP100	6	30	92.8	39.1	29.19	19.71	80.6	5291	9189	10	0.60
7	CDMP100	6	40	95.2	38.3	32.58	20.69	80.7	14565	15789	2.5	0.93

Tablo 18- Saydam ampullü metalik halojenürlü lambanın odakta olduğu durum, karışık yansıtıcı yapan yansıtıcı gereci

No	Lamba	TF (cm)	FF' (cm)	θ	β	x (cm)	y (cm)	η (%)	I_0 (cd)	I_{mak} (cd)	α	D
1	CDMP100	4.5	15	102.6	30.3	18.74	11.72	76.4	309	2026	62.5	0.65
2	CDMP100	4.5	25	87	41.2	23.04	16.37	73.4	11216	11216	0	1
3	CDMP100	4.5	35	90.2	40	26.11	17.26	73.4	17235	17235	0	1
4	CDMP100	4.5	45	92	39.4	28.19	17.87	73.4	22447	22447	0	1
5	CDMP100	6	20	102.6	32.6	24.98	15.79	76.9	5327	5468	10	0.98
6	CDMP100	6	30	92.8	39.1	29.19	19.71	75.1	9470	9521	2.5	1
7	CDMP100	6	40	95.2	38.3	32.58	20.69	75	14632	14667	2.5	1

Tablo 19- Saydam ampullü metalik halojenürlü lambanın odak dışında olduğu durum, düzgün yansıtıcı yapan yansıtıcı gereci

No	Lamba	TF (cm)	FF' (cm)	θ	FK (cm)	β	x (cm)	y (cm)	η (%)	I_0 (cd)	I_{mak} (cd)	α	D
1	CDMP100	4.5	15	100.4	0.3	15.3	18.74	11.72	80.1	8210	8488	2.5	0.97
2	CDMP100	4.5	25	86.8	-0.03	30	23.04	16.37	79.6	10262	10334	5	1
3	CDMP100	4.5	35	90.6	-0.1	29.7	26.11	17.26	79.8	17003	17352	2.5	0.98
4	CDMP100	4.5	45	92.6	-0.15	29.8	28.19	17.87	79.9	25123	25123	0	1
5	CDMP100	6	20	99.1	0.65	23	24.98	15.79	80.8	15073	15080	2.5	1
6	CDMP100	6	30	91.5	0.3	30.8	29.19	19.71	80.4	15016	15793	2.5	0.95
7	CDMP100	6	40	94.8	0.1	30.3	32.58	20.69	80.7	20691	20794	2.5	0.98

Tablo 20- Saydam ampullü metalik halojenürlü lambanın odak dışında olduğu durum, karışık yansımaya yapan yansıtıcı gereci

No	Lamba	TF (cm)	FF' (cm)	θ	FK (cm)	β	x (cm)	y (cm)	η (%)	I_0 (cd)	I_{\max} (cd)	α	D
1	CDMP100	4.5	15	103.2	-0.07	35.9	18.74	11.72	76.2	4788	4968	7.5	0.99
2	CDMP100	4.5	25	88.3	-0.35	43.9	23.04	16.37	74.1	7223	7371	7.5	0.99
3	CDMP100	4.5	35	92.6	-0.55	42.1	26.11	17.26	74.4	9209	9419	7.5	0.97
4	CDMP100	4.5	45	84.5	-0.6	41.2	28.19	17.87	74.4	11971	12084	5	0.98
5	CDMP100	6	20	102.6	0	36.8	24.98	15.79	76.9	5327	5468	10	0.98
6	CDMP100	6	30	93.2	-0.1	42	29.19	19.71	75.2	8506	8616	5	1
7	CDMP100	6	40	95.2	-0.3	40.5	32.58	20.69	75.4	10903	10976	2.5	1

Tablo 21- Saydam ampullü sodyum buharlı lambanın odakta olduğu durum, düzgün yansımaya yapan yansıtıcı gereci

No	Lamba	TF (cm)	FF' (cm)	θ	β	x (cm)	y (cm)	η (%)	I_0 (cd)	I_{\max} (cd)	α	D
1	SDWT100	4.5	15	102.6	34.2	18.74	11.72	80.9	8644	8644	0	1
2	SDWT100	4.5	25	87	43.7	23.04	16.37	79.8	30202	30202	0	1
3	SDWT100	4.5	35	90.2	42.2	26.11	17.26	79.9	52040	52040	0	1
4	SDWT100	4.5	45	92	41.4	28.19	17.87	80	71344	71344	0	1
5	SDWT100	6	20	102.6	35.3	24.98	15.79	81.4	3852	3852	0	1
6	SDWT100	6	30	92.8	41.1	29.19	19.71	80.7	14865	14865	0	1
7	SDWT100	6	40	95.2	40.5	32.58	20.69	80.8	35745	35745	0	1

Tablo 22- Saydam ampullü sodyum buharlı lambanın odakta olduğu durum, karışık yansımaya yapan yansıtıcı gereci

No	Lamba	TF (cm)	FF' (cm)	θ	β	x (cm)	y (cm)	η (%)	I_0 (cd)	I_{\max} (cd)	α	D
1	SDWT100	4.5	15	102.6	34.2	18.74	11.72	76.4	3986	3986	0	1
2	SDWT100	4.5	25	87	43.7	23.04	16.37	73.6	8016	8016	0	1
3	SDWT100	4.5	35	90.2	42.2	26.11	17.26	73.5	11496	11496	0	1
4	SDWT100	4.5	45	92	41.4	28.19	17.87	73.5	14540	14540	0	1
5	SDWT100	6	20	102.6	35.3	24.98	15.79	77	3533	3566	2.5	0.99
6	SDWT100	6	30	92.8	41.1	29.19	19.71	75.1	6335	6335	0	1
7	SDWT100	6	40	95.2	40.5	32.58	20.69	75	9662	9662	0	1

Tablo 23- Saydam ampullü sodyum buharlı lambanın odak dışında olduğu durum, düzgün yansımaya yapan yansıtıcı gereci

No	Lamba	TF (cm)	FF' (cm)	θ	FK (cm)	β	x (cm)	y (cm)	η (%)	I_0 (cd)	I_{\max} (cd)	α	D
1	SDWT100	4.5	15	104.5	-0.25	37.7	18.74	11.72	81.1	2069	2452	17.5	0.97
2	SDWT100	4.5	25	86.6	-0.5	33.2	23.04	16.37	80.2	3759	4084	20	0.90
3	SDWT100	4.5	35	92.9	-0.6	31.1	26.11	17.26	80.4	6479	6479	0	1
4	SDWT100	4.5	45	94.9	-0.68	30.8	28.19	17.87	80.6	8598	8598	0	1
5	SDWT100	6	20	102.9	-0.05	23.8	24.98	15.79	81.4	3051	3067	15	0.91
6	SDWT100	6	30	93.8	-0.26	31.9	29.19	19.71	80.8	5101	5101	0	1
7	SDWT100	6	40	96.9	-0.45	31.2	32.58	20.69	81	6857	6857	0	1

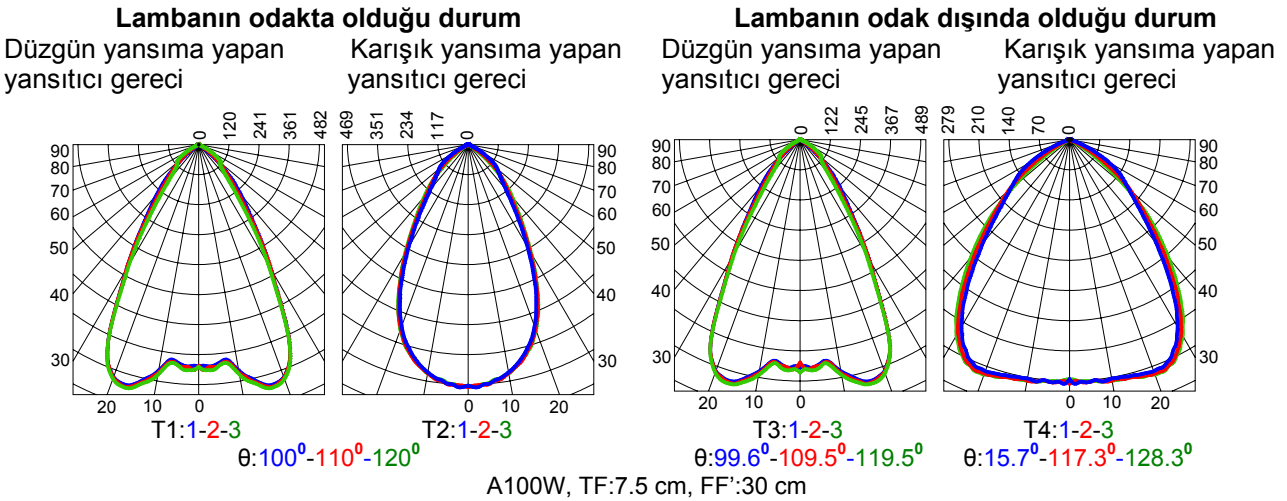
Tablo 24- Saydam ampullü sodyum buharlı lambanın odak dışında olduğu durum, karışık yansımaya yapan yansıtıcı gereci

No	Lamba	TF (cm)	FF' (cm)	θ	FK (cm)	β	x (cm)	y (cm)	η (%)	I_0 (cd)	I_{\max} (cd)	α	D
1	SDWT100	4.5	15	106.5	-0.5	32.1	18.74	11.72	77.4	1885	2081	17.5	0.96
2	SDWT100	4.5	25	89.6	-0.6	42	23.04	16.37	74.7	3663	3777	7.5	1
3	SDWT100	4.5	35	94	-0.8	40.2	26.11	17.26	75	4707	4862	7.5	0.99
4	SDWT100	4.5	45	95.4	-0.8	39.6	28.19	17.87	74.9	6606	6624	5	0.99
5	SDWT100	6	20	103.8	-0.2	34.7	24.98	15.79	77.3	2808	2900	7.5	0.99
6	SDWT100	6	30	94.4	-0.4	40.2	29.19	19.71	75.6	4096	4191	5	0.99
7	SDWT100	6	40	97.1	-0.5	39.1	32.58	20.69	75.7	5882	5949	2.5	0.99

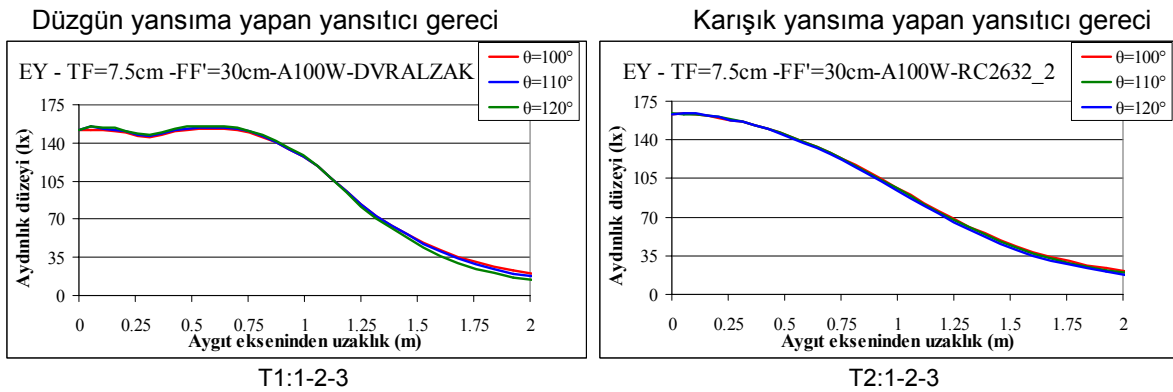
3. ELDE EDİLEN IŞIK YEĞİNLİK VE AYDINLIK DAĞILIMLARI

Özellikleri ve analiz sonuçları Tablo 1-24'te yer alan elipsoit yansıtıcı aydınlatma aygıtlarının ışık yeğnlik eğrileri ve aydınlatma aygıtından 2.4 m uzaklıktaki aydınlık dağılımları Şekil 5-22'de verilmiştir. Işık yeğnlik ve aydınlık dağılımlarında, akkor ve akkor halojen lambaların kullanıldığı koşullarda yansıtıcının TF ve FF' uzaklıklarının aynı, θ açılarının farklı olduğu durumlar üst üste gösterilerek,

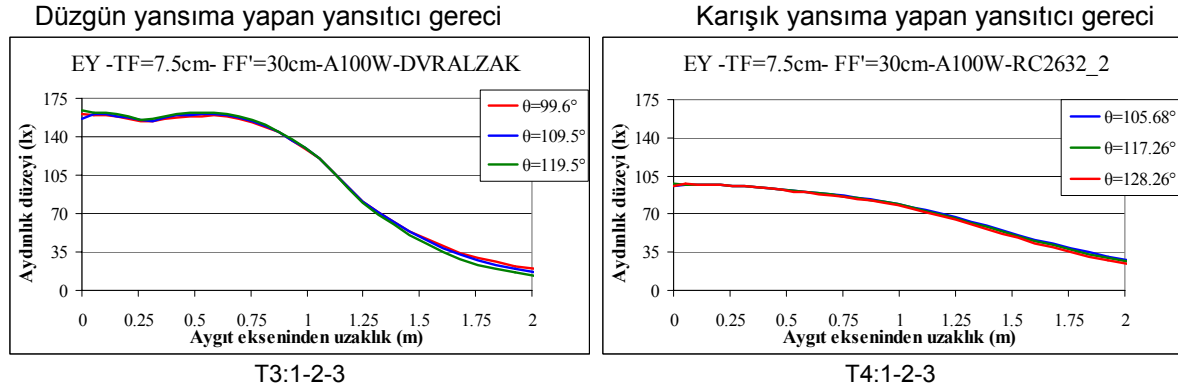
aygıttan çıkan ışığın yayılma açısındaki değişimin sonuçları hangi ölçüde değiştirdiği ortaya konmuştur. Öteki lamba türlerinde ise TF uzaklığı aynı olan örnek tasarımlar üst üste gösterilmiştir. Aygıt ışık yeğnlik ve aydınlık dağılımlarını gösteren şekillerin üzerinde hangi yansıtıcı gerecinin kullanıldığı belirtilmiştir. Lambanın odakta bulunduğu ve odak dışına yerleştirildiği koşullarda elde edilen ışık yeğnlik dağılımları yan yana, aydınlık düzeyi eğrileri peş peşe gösterilmiştir.



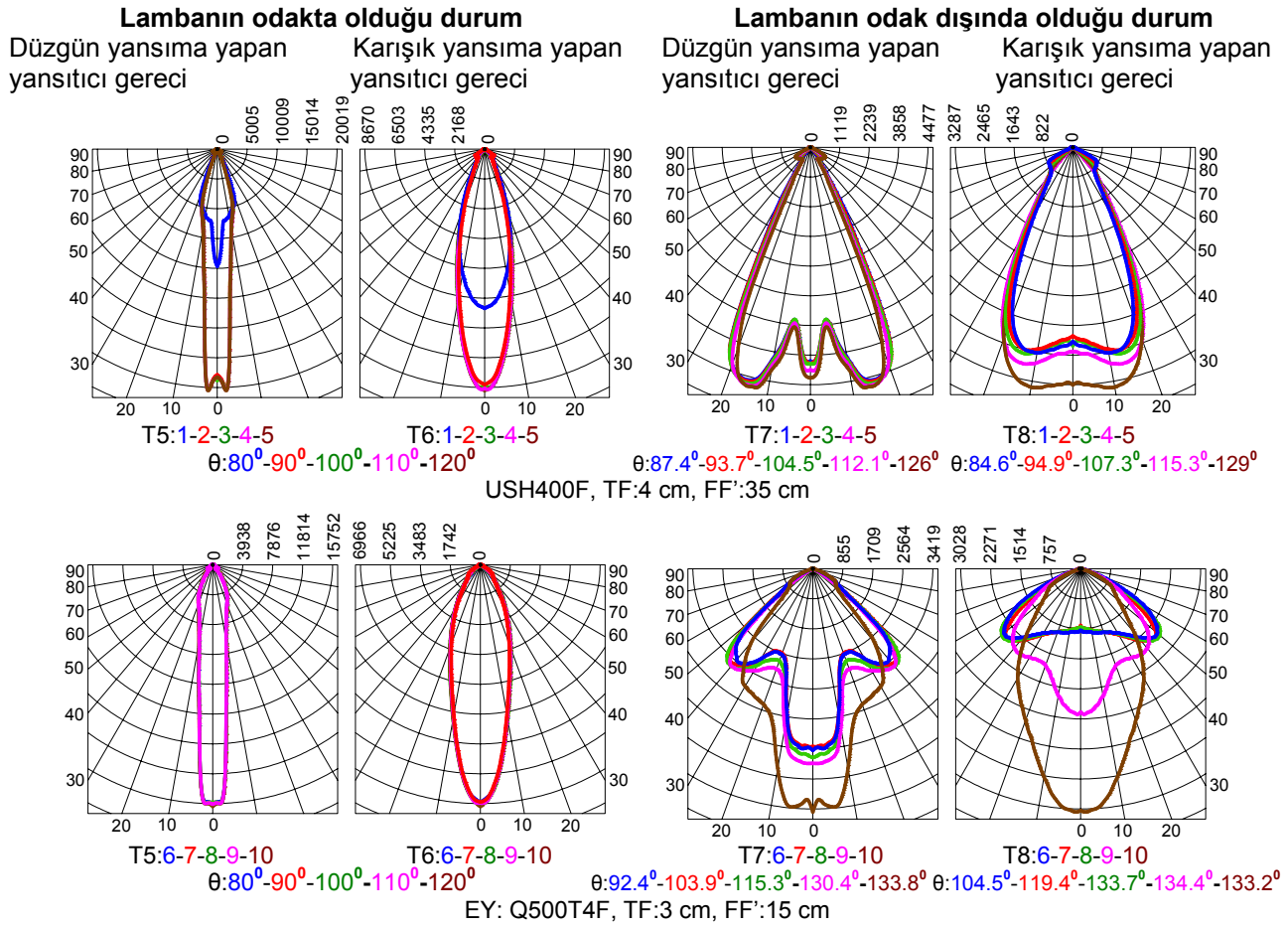
Şekil 5- Buzlu ampüllü akkor lambanın kullanıldığı durumda elde edilen aydınlatma aygıtı ışık yeğnlik dağılımları



Şekil 6- Buzlu ampüllü akkor lambanın odakta olduğu durumda aydınlık dağılımı

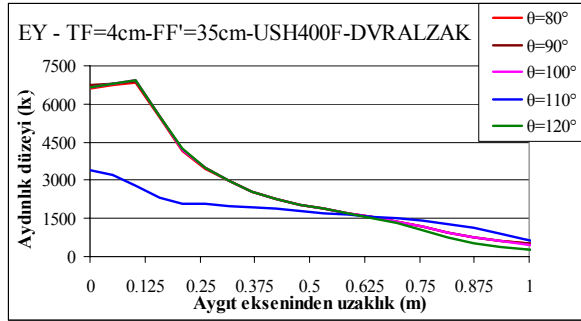


Şekil 7- Buzlu ampullü akkor lambanın odak dışında olduğu durumda aydınlık dağılımı



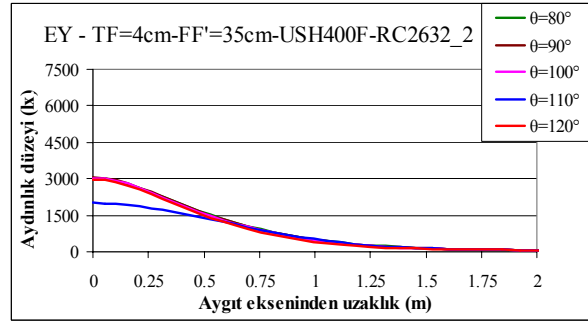
Şekil 8- Buzlu ampullü akkor halojen lambanın kullanıldığı durumda elde edilen aydınlatma aygıtı ışık yeşinlik dağılımları

Düzgün yansımaya yapan yansıtıcı gereci

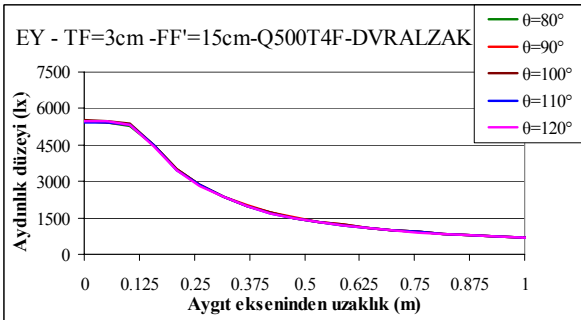


T5:1-2-3-4-5

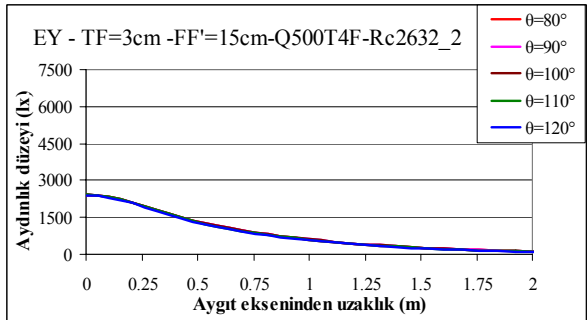
Karışık yansımaya yapan yansıtıcı gereci



T6:1-2-3-4-5



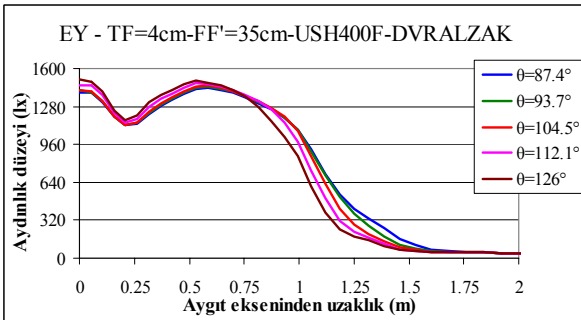
T5:6-7-8-9-10



T6:6-7-8-9-10

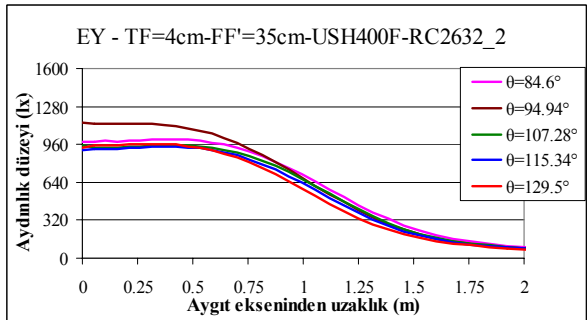
Şekil 9- Buzlu ampullü akkor halojen lambanın odakta olduğu durumda aydınlık dağılımı

Düzgün yansımaya yapan yansıtıcı gereci

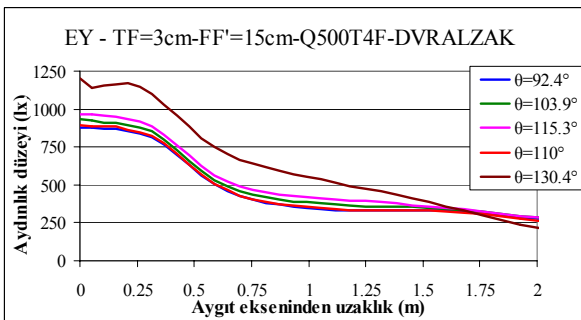


T7:1-2-3-4-5

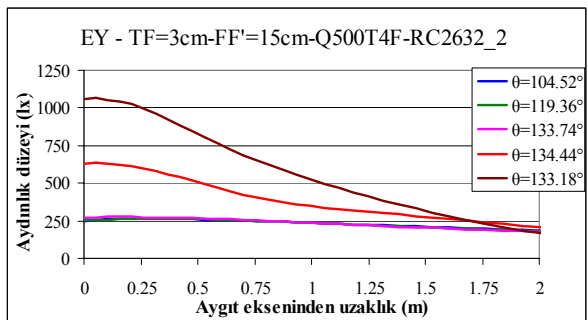
Karışık yansımaya yapan yansıtıcı gereci



T8:1-2-3-4-5

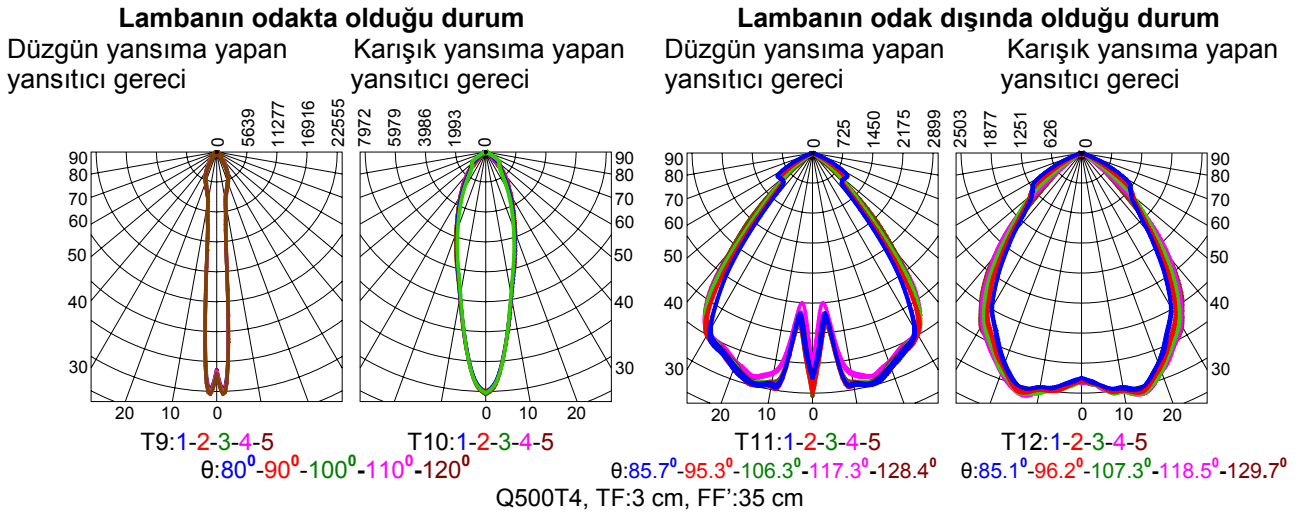


T7:6-7-8-9-10

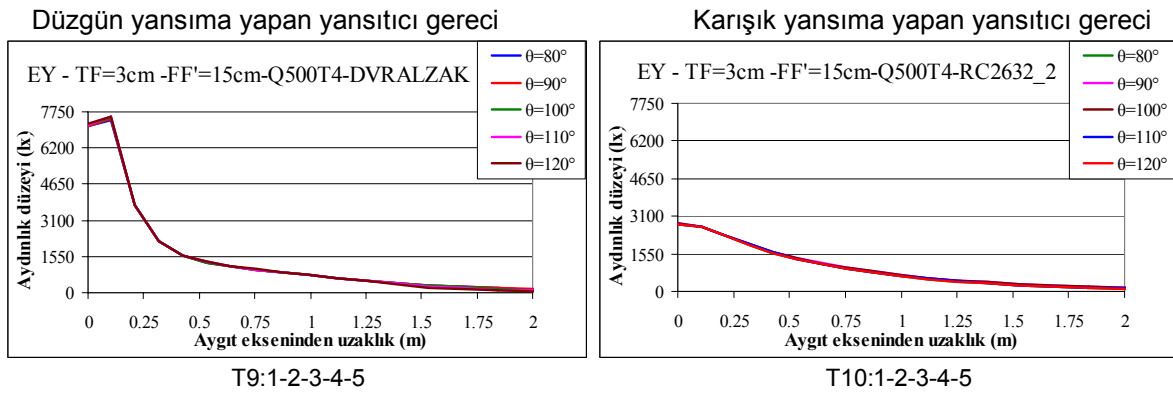


T8:6-7-8-9-10

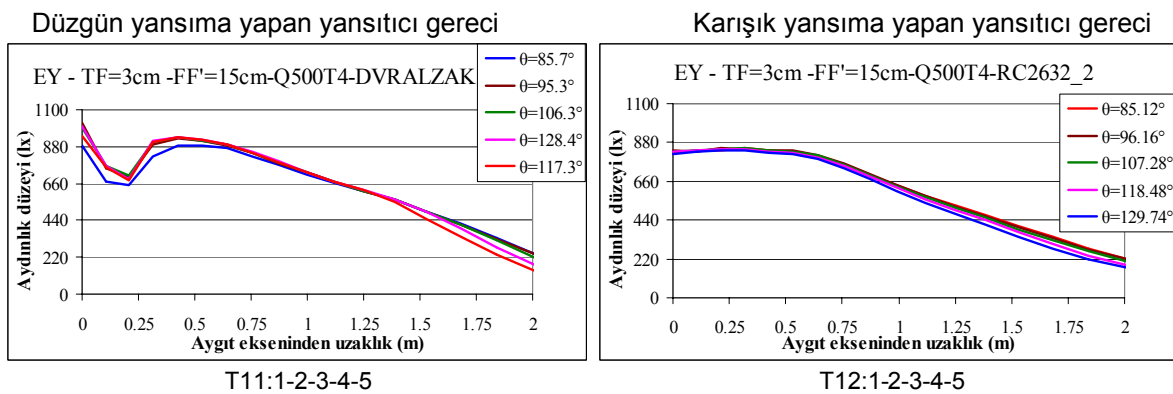
Şekil 10- Buzlu ampullü akkor halojen lambanın odak dışında olduğu durumda aydınlık dağılımı



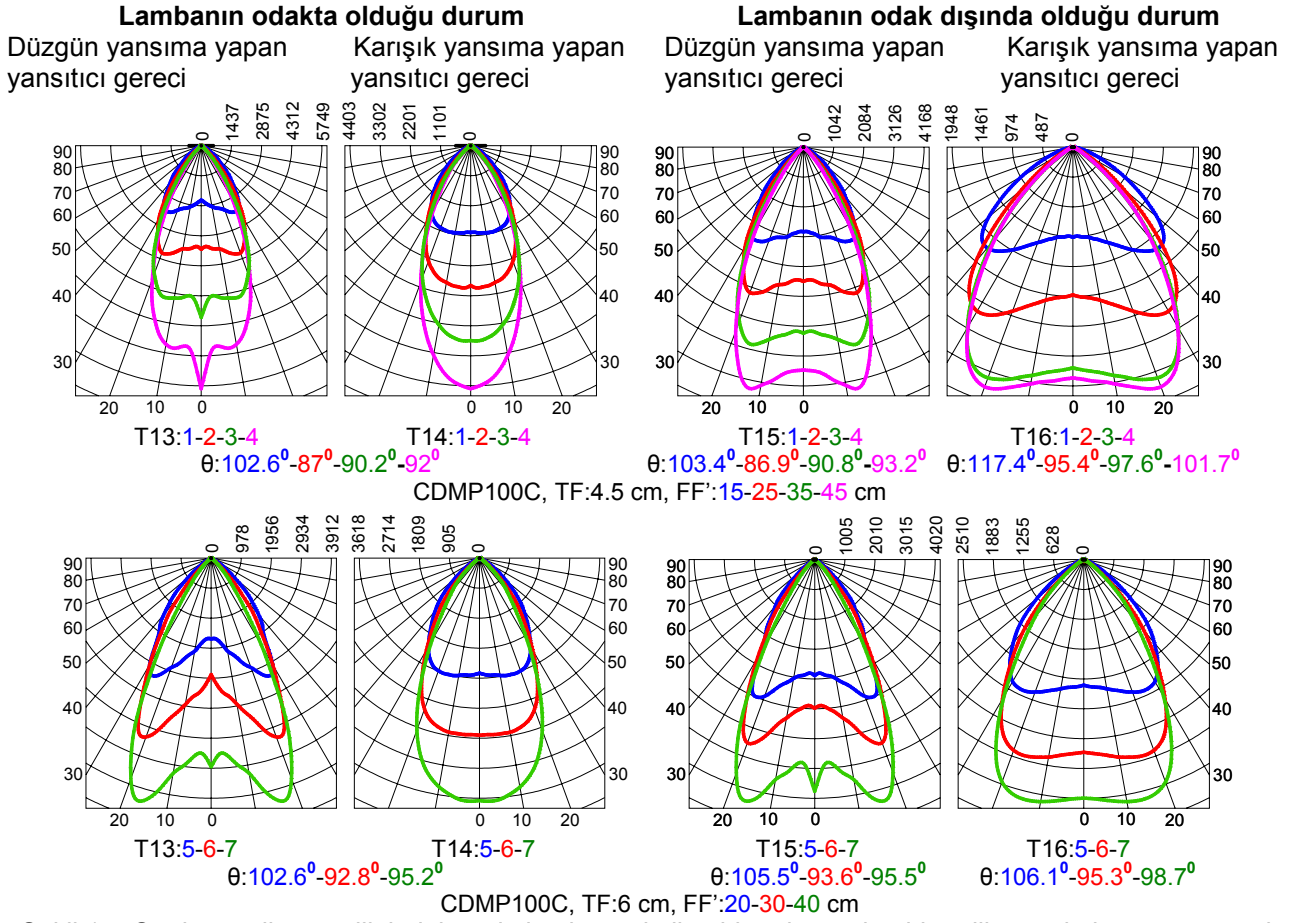
Şekil 11- Saydam ampüllü akkor halojen lambanın kullanıldığı durumda elde edilen aydınlatma aygıtı ışık yeğinlik dağılımları



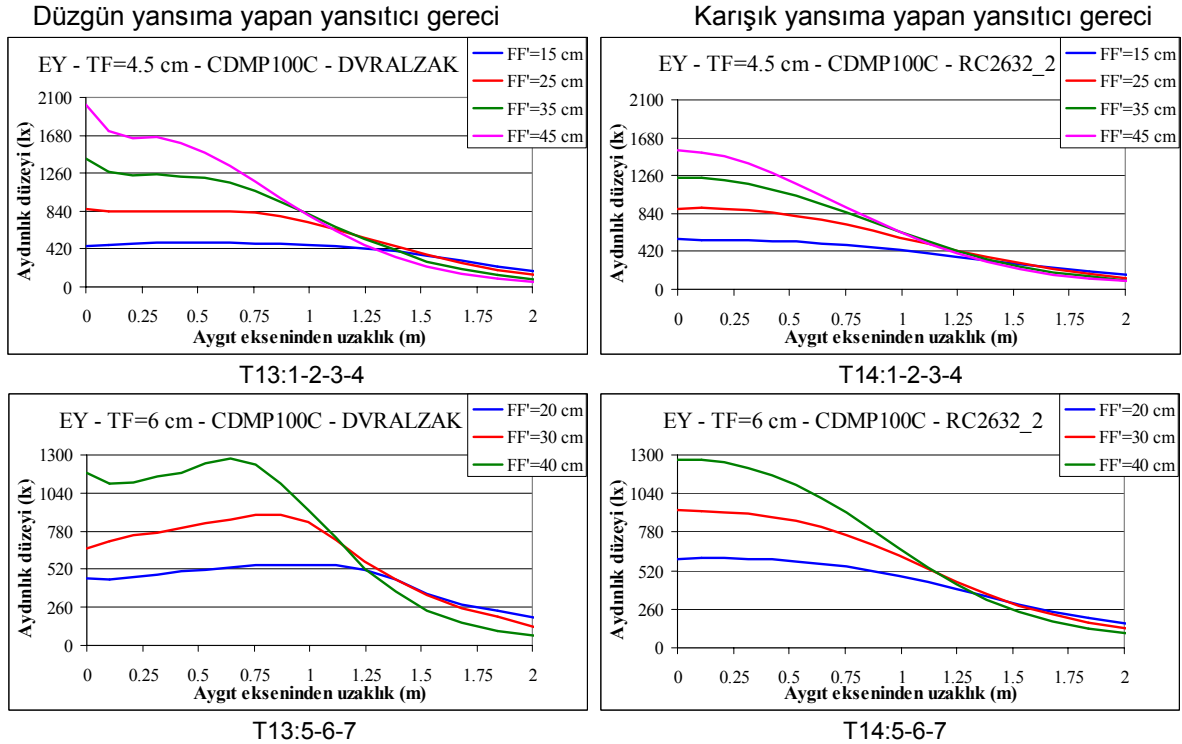
Şekil 12- Saydam ampüllü akkor halojen lambanın odakta olduğu durumda aydınlık dağılımı



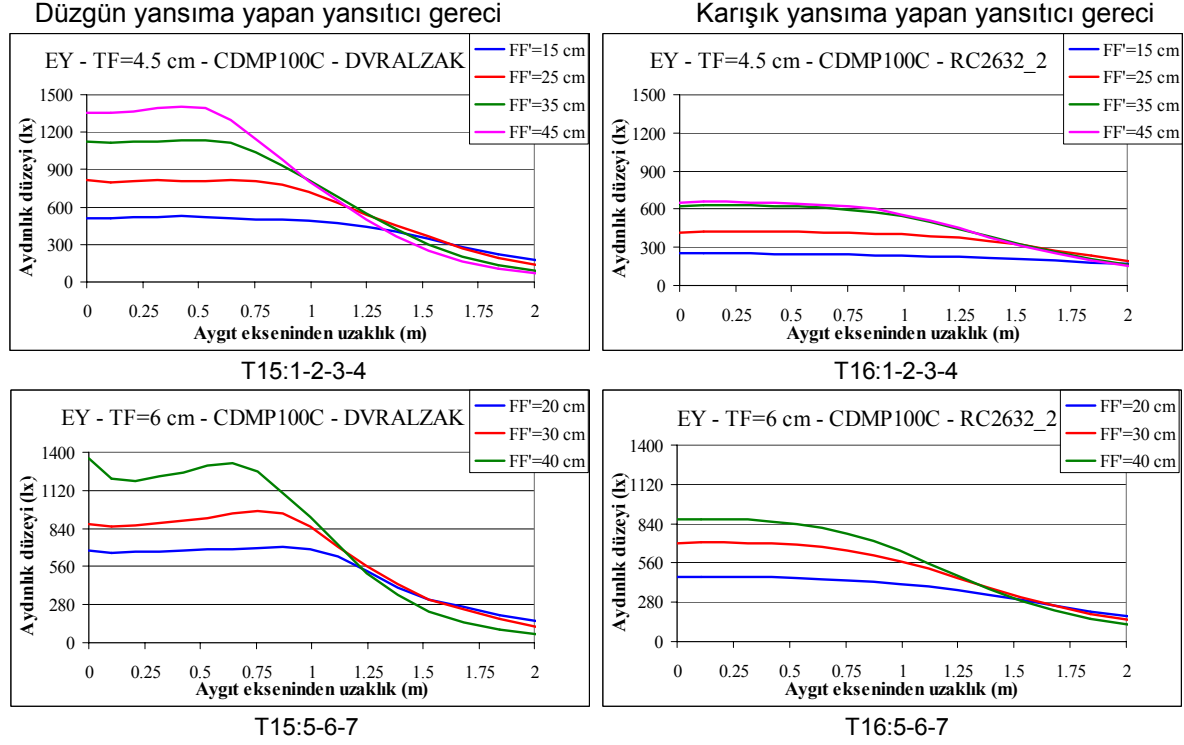
Şekil 13- Saydam ampüllü akkor halojen lambanın odak dışında olduğu durumda aydınlık dağılımı



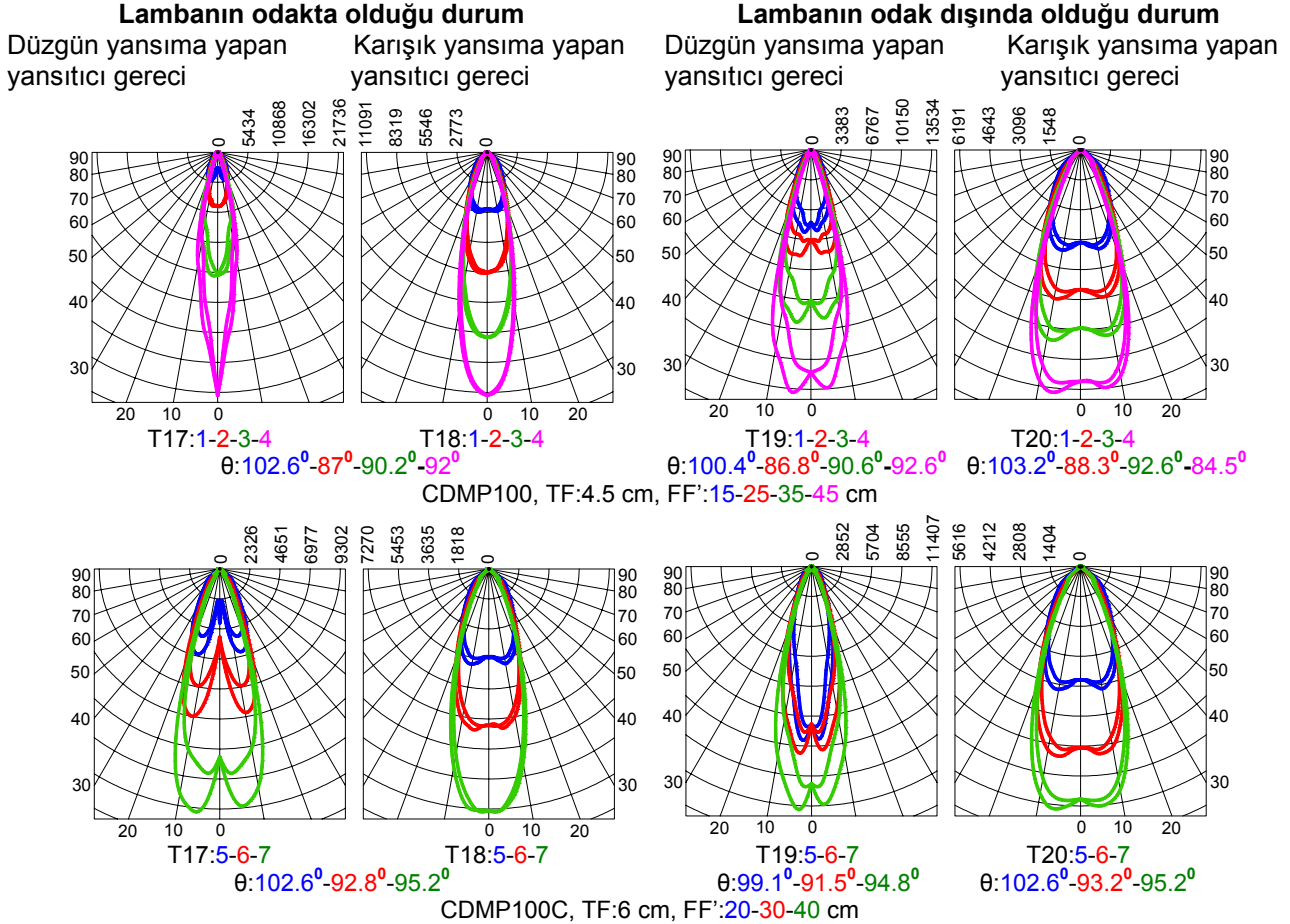
Şekil 14- Opal ampüllü metalik halojenürlü lambanın kullanıldığı durumda elde edilen aydınlatma aygıtı ışık yeğnilik dağılımları



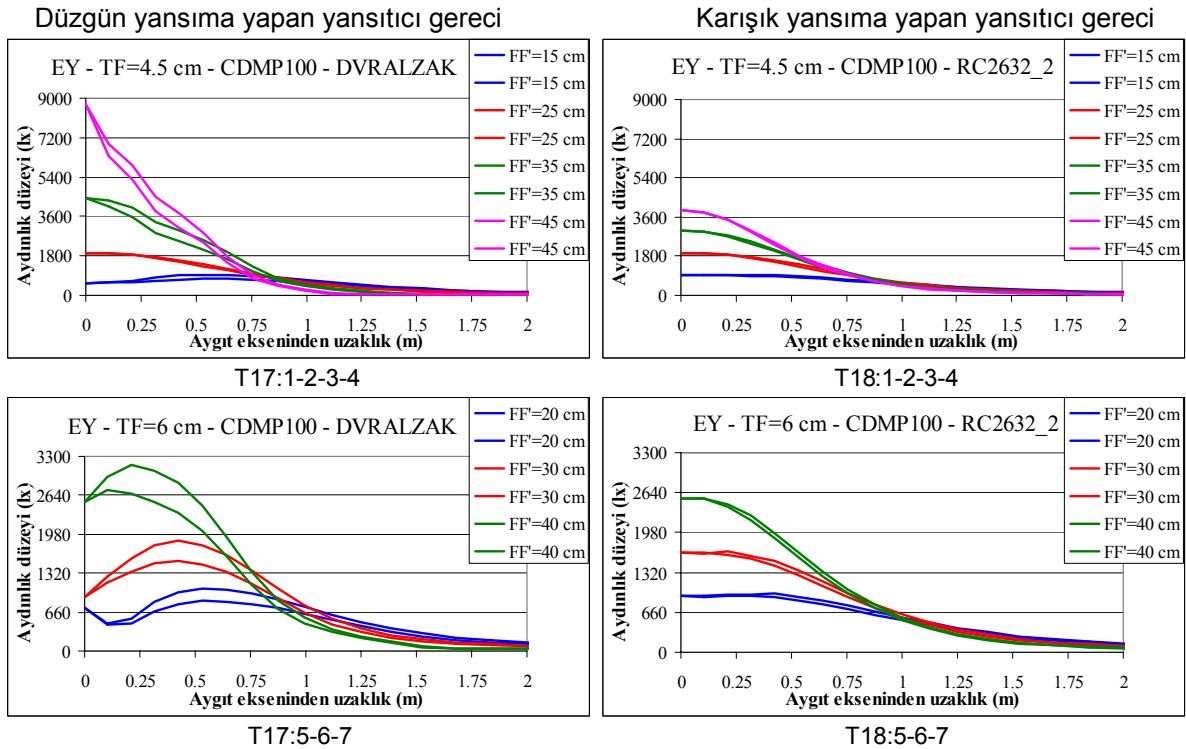
Şekil 15- Opal ampüllü metalik halojenürlü lambanın odakta olduğu durumda aydınlık dağılımı



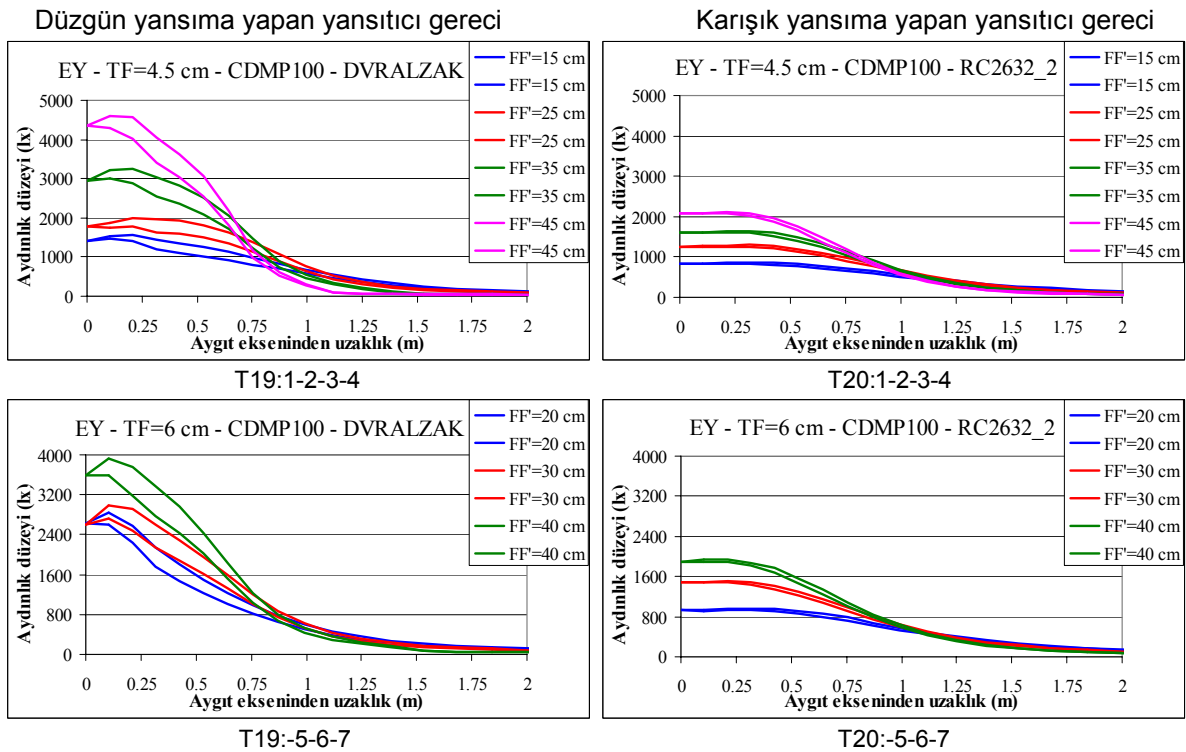
Şekil 16- Opal ampullü metalik halojenürlü lambanın odak dışında olduğu durumda aydınlık dağılımı



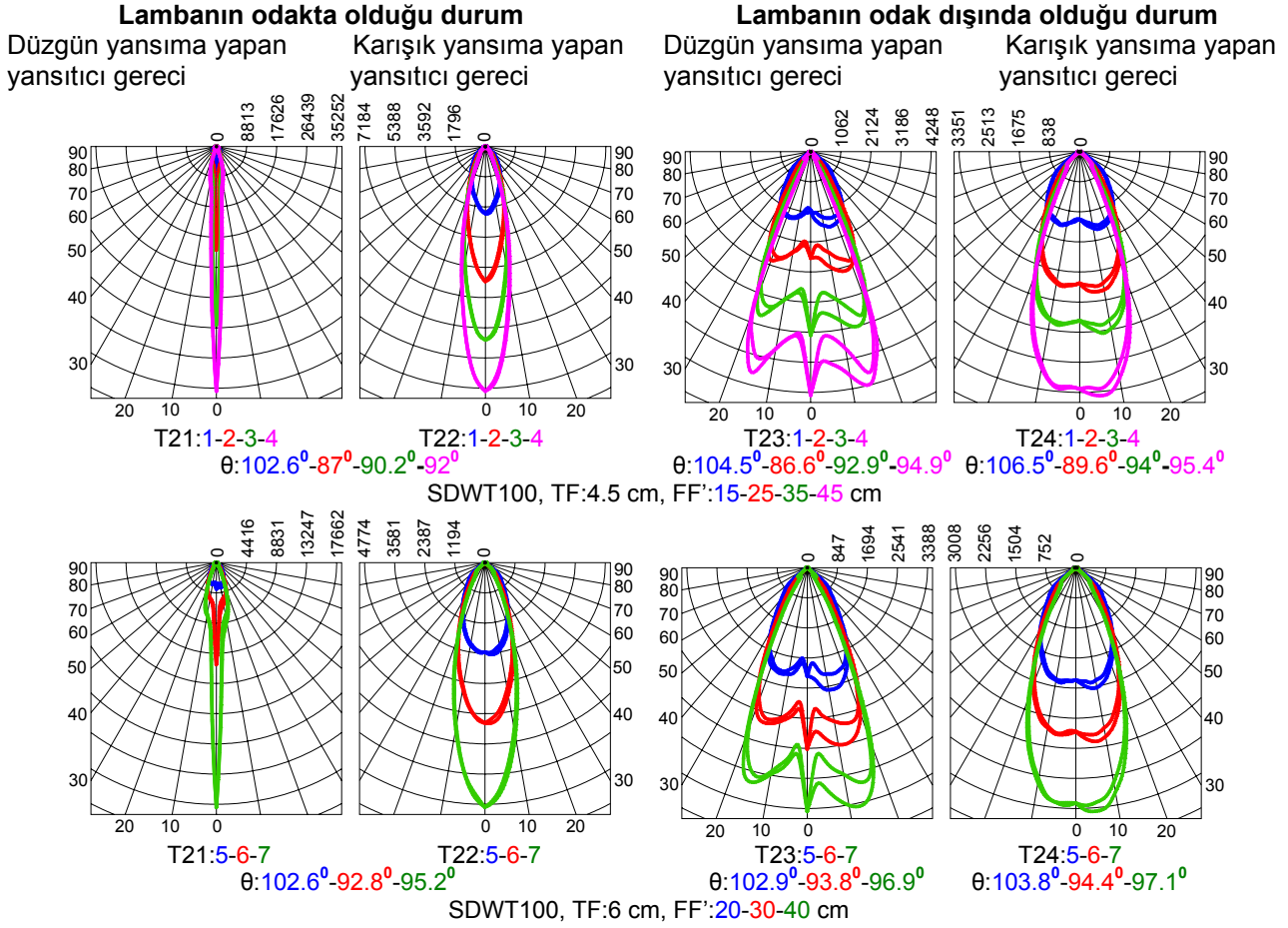
Şekil 17- Saydam ampullü metalik halojenürlü lambanın kullanıldığı durumda elde edilen aydınlatma aygıtı ışık yeğinlik dağılımları



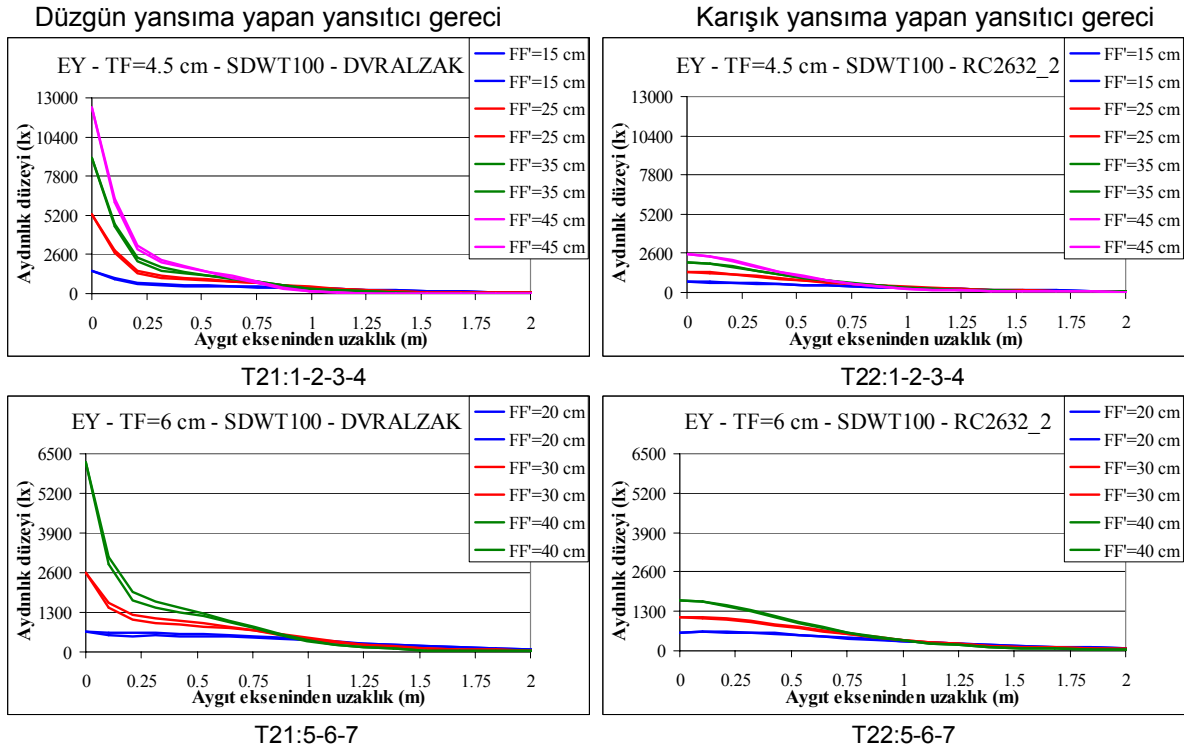
Şekil 18- Saydam ampullü metalik halojenürlü lambanın odakta olduğı durumda aydınlık dağılımı



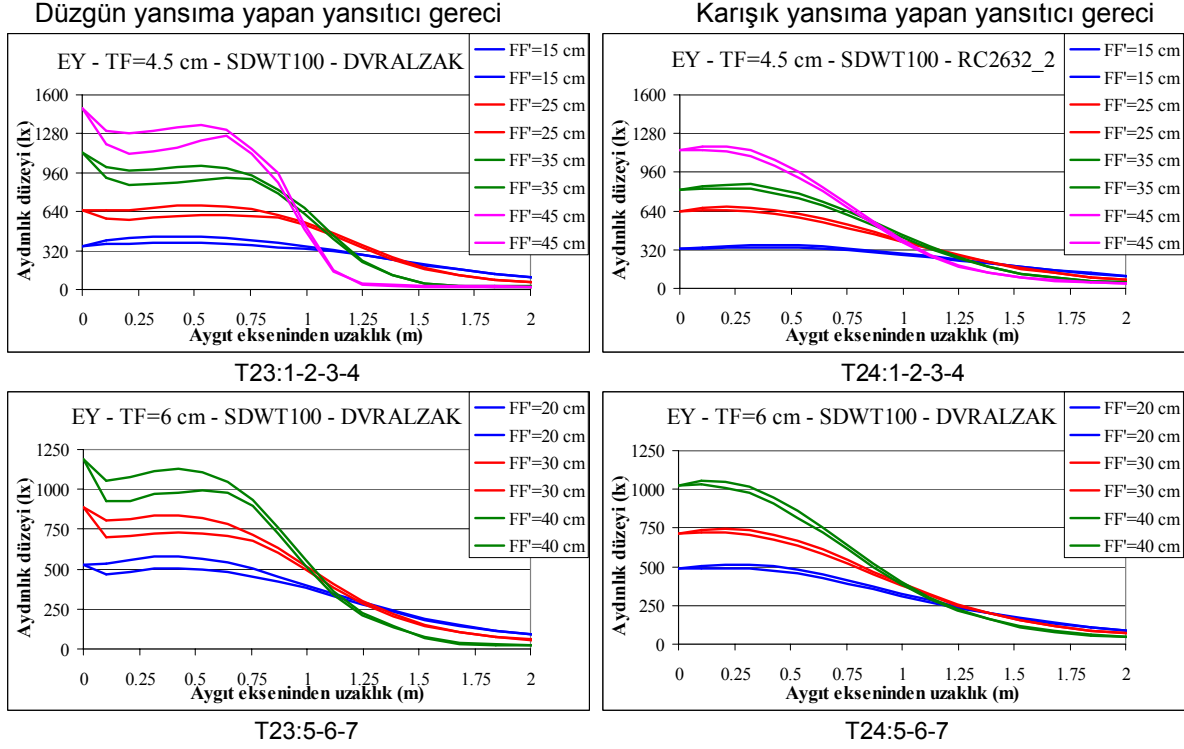
Şekil 19- Saydam ampullü metalik halojenürlü lambanın odak dışında olduğı durumda aydınlık dağılımı



Şekil 20- Saydam ampüllü sodyum buharlı lambanın kullanıldığı durumda elde edilen aydınlatma aygıtı ışık yeğinlik dağılımları



Şekil 21- Saydam ampüllü sodyum buharlı lambanın odakta olduğu durumda aydınlık dağılımı



Şekil 22- Saydam ampullü sodyum buharlı lambanın odak dışında olduğu durumda aydınlık dağılımı

4. SONUÇLARIN KARŞILAŞTIRMASI VE DEĞERLENDİRMESİ

Araştırma kapsamında oluşturulan tüm elipsoit yansıtıcı aydınlatma aygıtlarının analiz sonuçları aşağıdaki gibi karşılaştırılıp değerlendirilebilir:

- Her iki gereç için, yansıtıcının tepe noktası ve odak arasındaki uzaklık (TF) ile aygıttan çıkan ışığın yayılma açısı değişmeden yansıtıcının iki odağı arasındaki uzaklık (FF') büyüdükçe, aydınlatma aygıtı geriverimi akkor lambada artmakta, öteki lamba türlerinde belirgin bir değişim göstermemektedir.
- Kullanılan tüm lamba türleri ve her iki gereç için, yansıtıcının tepe noktası ve odak arasındaki uzaklık (TF) ile aygıttan çıkan ışığın yayılma açısı değişmeden yansıtıcının iki odağı arasındaki uzaklık (FF') büyüdükçe, aygıt eksenindeki ışık yeğirliği (I_0) ve maksimum ışık yeğirliği (I_{mak}) artmaktadır.
- Her iki gereç ve akkor, akkor halojen lambalar için, yansıtıcının tepe noktası

ve odak arasındaki uzaklık (TF) ile yansıtıcının iki odağı arasındaki uzaklık (FF') değişmeden aygıttan çıkan ışığın yayılma açısı büyüdükçe, aydınlatma aygıtının geriverimi artmaktadır.

- Lambanın ışıklı bölgesinin orta noktasının elipsoidin odağı dışına yerleştirildiği durumda, aygıt geriverimi akkor ve akkor halojen lambalarda genelde artmakta, öteki lamba türlerinde belirgin bir değişim göstermemektedir.
- Lambanın ışıklı bölgesinin orta noktasının elipsoidin odağı dışına yerleştirildiği durumda, aygıt eksenindeki ışık yeğirliği (I_0) ve maksimum ışık yeğirliği (I_{mak}) metalik halojenürlü ve sodyum buharlı lambalarda artmakta, öteki lamba türlerinde belirgin bir değişim göstermemektedir.
- Her iki gereç ve kullanılan tüm lamba türleri için, aygıttan çıkan ışığın yayılma açısı (θ) ve iki odak arasındaki uzaklık (FF') değişmeden, yansıtıcının tepe noktası ile odak arasındaki uzaklık (TF) büyüdükçe aygıt geriverimi artmaktadır.

- g. Kullanılan tüm lamba türleri için, aygıt geriverimi düzgün yansıma yapan gerecin kullanıldığı durumda (%71.7-%85) karışık yansıma yapan gerecin kullanıldığı duruma (%70.8-%82.6) göre daha yüksek olmaktadır.
- h. Aydınlik dağılımının düzgünlüğü (D), aygıt ışık yeğnlik dağılımındaki 0° doğrultusundaki ışık yeğnliği (I_0 ; aygıt eksenindeki ışık yeğnliği) ve ışık yeğnlik dağılımındaki maksimum ışık yeğnliği (I_{mak}) değerleri aracılığı ile, koşullara göre 1 ya da 2 numaralı eşitlik ile hesaplanmıştır [11-13].
- $I_0 > I_{mak} \times \cos^3 \alpha$ ise,
Düzgünlük= $(I_{mak} \times \cos^3 \alpha) / I_0$ (1)
- $I_0 < I_{mak} \times \cos^3 \alpha$ ise,
Düzgünlük= $I_0 / (I_{mak} \times \cos^3 \alpha)$ (2)
- Tasarlanan yansıtıcılarda aydınlığın düzgün yayılmışlığı açısından,
- “ $0.90 \leq Düzgünlük \leq 1.00$ ve $I_{mak\alpha} \geq 20^0$ ” olduğu koşullar birinci,
 - “ $0.80 \leq Düzgünlük \leq 0.89$ ve $I_{mak\alpha} \geq 20^0$ ” olduğu koşullar ikinci,
 - “ $0.70 \leq Düzgünlük \leq 0.79$ ve $I_{mak\alpha} \geq 20^0$ ” olduğu koşullar üçüncü,
 - “ $0.50 \leq Düzgünlük \leq 0.69$ ve $I_{mak\alpha} \geq 20^0$ ” olduğu koşullar dördüncü
- derece olumlu kabul edilmiştir. İlgili koşullar “Düzgünlük” değerlerinin yer aldığı tablolarda sırası ile koyu, orta koyulukta, açık ve çok açık gri olarak gösterilmiştir.

- i. Elipsoit yansıtıcı aydınlatma aygıtları aracılığı ile düzgün yayılmış aydınlığın sağlanabildiği örnek sayısı sınırlı sayıdadır. Kullanılan lambaların yalnızca bir bölümü ile aydınlık dağılımının olumlu kabul edilebilmesi için yapılan belirleme olan “ $0.50 \leq Düzgünlük \leq 1.00$ ve $I_{mak\alpha} \geq 20^0$ ” koşulları sağlanabilmiş, bir bölümü ile de yalnızca “ $0.50 \leq Düzgünlük \leq 1.00$ ve $I_{mak\alpha} \geq 15^0$ ” olduğu koşullar elde edilebilmiştir. Aydınlik dağılımının düzgünlüğü açısından elde edilen en olumlu sonuçlar lamba türüne göre Tablo 25-26’da verilmiştir. $I_{mak\alpha} \geq 15^0$ olduğu durumlara da bu kapsamda yer verilmiştir.
- j. Lambanın ışıklı bölgesinin orta noktasının odakta ve odak dışında bulunduğu elipsoit yansıtıcılara ilişkin sonuçların yer aldığı tablo ve şekiller birbirleri ile karşılaştırıldığında, lambanın odak dışına kaydırıldığı örneklerin çoğunda aydınlık dağılımının düzeldiği görülmektedir. Bununla birlikte, elde edilen tüm sonuçların değerlendirmesi yapılırken aydınlık dağılımının yanı sıra aydınlatma aygıtı geriverimi, yansıtıcı boyutları, siperlik engel açısı gibi değerler de göz önünde bulundurulmalıdır.

Tablo 25- Lamba merkezinin odakta bulunduğu elipsoit yansıtıcı

Lamba	TF (cm)	FF' (cm)	θ	Gereç	D	$I_{mak\alpha}$
A100W	7.5	30	100^0	DVRALZAK	0.98	17.5^0
CDMP100C	4.5	25	87^0	DVRALZAK	0.91	20^0
CDMP100	6	20	102.6^0	DVRALZAK	0.86	15^0

Tablo 26- Lamba merkezinin odak dışında bulunduğu elipsoit yansıtıcı

Lamba	TF (cm)	FF' (cm)	θ	Gereç	D	$I_{mak\alpha}$
A100W	7.5	30	105.7^0	RC2632_2	0.82	22.5^0
Q250T4F	2	15	101.7^0	RC2632_2	0.85	38.8^0
USH400F	4	35	87.4^0	DVRALZAK	1	16.3^0
Q500T4F	3	15	104.5^0	RC2632_2	0.56	47.5^0
Q250T4	2	15	86.5^0	DVRALZAK	0.96	30^0
Q500T4	3	15	85.7^0	DVRALZAK	0.98	15^0
CDMP100C	4.5	25	86.9^0	DVRALZAK	0.91	20^0
SDWT100	4.5	25	86.6^0	DVRALZAK	0.90	20^0

k. Aydınlatma aygıtı ile aydınlanan düzlem arasındaki uzaklık arttıkça, genel olarak aydınlık dağılımının da daha düzgün olduğu söylenebilir.

5. SONUÇ

Yatay düzlemde düzgün yayılmış aydınlığın elde edilebildiği koşulları belirlemek amacıyla yapılan bu araştırma kapsamında dönele, düzlem ve silindirik yansıtıcı türleri ele alınmıştır. Belirtilen amaca yönelik olarak tasarlanan dönele yansıtıcı türlerinden biri de elipsoit yansıtıcıdır. Tasarlanan elipsoitleri içeren aydınlatma aygıtlarının ışık yeğnlik dağılımı ve geriverimleri bir aydınlatma aygıtı tasarım ve analiz programı aracılığı ile belirlenmiştir. Bu makalede araştırma sonuçlarının bir bölümüne yer verilmiştir. Araştırma kapsamında yapılan örnek uygulamalar ile elipsoit yansıtıcının geometrik biçimi, boyutu ve yüzey özelliğine ilişkin değişik seçeneklerin aydınlık dağılımına etkileri incelenmiştir. Ele alınan farklı lamba türleri için, aydınlık dağılımındaki düzgünlük açısından en iyi sonuçları veren koşullar

belirtilmiştir. Bu belirlemeler yapılırken aydınlatma aygıtı geriveriminin yüksek olması da göz önüne alınmıştır. Aydınlık dağılımının düzgünlüğü bakımından elde edilebilecek olumlu sonuçların sayısını artırmak üzere, kimi uygulama örneklerinde lambanın ışıklı bölgesinin merkezi aydınlatma aygıtı eksenini üzerinde odak dışına kaydırılmıştır. Böylece, uygulamada yararlanılabilir olumlu örnek durum sayısı çoğaltılmıştır. Elde edilen olumlu sonuçların oluşturulan örnek durumlar ile ilgili olduğu açıktır. Öte yandan, yansıtıcı geometrisi ve boyutuna ilişkin bu çalışmada ele alınanlardan farklı değerlerin, çalışma içinde ulaşılmış sonuçları hangi doğrultuda değiştireceği örnek uygulama sonuçlarından yararlanılarak kolayca görülebilir.

Örnek tasarımlarda elde edilen aydınlatma aygıtı geriverimlerinin yüksek olması, ışığın yansıtıcı/aygıt içinde boşuna tüketilmesini önlemiştir. Bu bağlamda ortaya konan sonuçlar, aydınlatma amacıyla en az enerjinin harcanmasını gerektiren çözümler olmuştur.

KAYNAKLAR

- [1] Bean A R, Simons R. H., Lighting Fittings Performance and Design, Oxford: Pergamon Press, 1968.
- [2] IES, Lighting Handbook, 1984.
- [3] IESNA, Lighting Handbook, 9.Edition, ISBN: 0-87995-150-8, New York, ABD, 2000.
- [4] Philips, Philips Lighting, Luminaire Optics and Photometrics, Printed in the Netherlands, 1996.
- [5] Philips, Philips Lighting Manual, Eindhoven, Netherlands, 1993.
- [6] Simons, R. H., Bean, A. R., Lighting Engineering, Applied Calculations, Printed in Great Britain by MPG Books Ltd, BODMIN, Cornwall, 2001.
- [7] SLG, LiTG, LTAG, NSVV, Handbuch für Beleuchtung, , Druckerei Schoder, Gersthofen, Germany, 1992.
- [8] Weis, B., Industriebeleuchtung, Richard Pflaum Verlag GmbH&Co. KG, Regensburg, Germany, 2000.

- [9] Öztürk, L. D., Tong, T., Yağmur, Ş. A., Yiğit, O., Düzgün Yayılmış Aydınlık Sağlanmasına Yönelik Yansıtıcı Tasarımında Temel İlkeler ve Öneriler, TÜBİTAK, Proje No: 1041037, 12.12.2007.
- [10] Photopia 2.0, Aydınlatma Aygıtı Tasarım ve Analiz Programı.
- [11] L. D. Öztürk, T. Tong, Ş. Aydın, Düzgün Yayılmış Aydınlık İçin Yansıtıcı Tasarımı, 6. Ulusal Aydınlatma Kongresi, 84-91, İstanbul, 23-24 Kasım 2006.
- [12] O. Yiğit, L. D. Öztürk, Doğrusal Flüoresan Lamba İle Düzgün Yayılmış Aydınlığın Sağlanması, 6. Ulusal Aydınlatma Kongresi, 206-213, İstanbul, 23-24 Kasım 2006.
- [13] L. D. Öztürk, T. Tong, Ş. Aydın, Entwurf von Symmetrischen Reflektoren für Uniforme Beleuchtungsstärkeverteilung, Licht 2006, Bern, Schweiz, 10-13 September 2006.