

# PARABOLOİT YANSITICI VE AKKOR HALOJEN LAMBA KULLANIMINDA OLUŞAN AYDINLIK DAĞILIMININ İNCELENMESİ

Leyla Dokuzer ÖZTÜRK<sup>1</sup> Togan TONG<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Yapı Fiziği Bilim Dalı

<sup>2</sup>Bilgisayar Ortamında Tasarım Bilim Dalı

Mimarlık Bölümü

Mimarlık Fakültesi

Yıldız Teknik Üniversitesi, 34349 Beşiktaş, İstanbul

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

*Anahtar Sözcükler:* Paraboloid Yansıtıcı, Aydınlik Dağılımı, Akkor Halojen Lamba

## ABSTRACT

*In order to obtain successful results in reflector design, controlling the probable features of the designed reflector such as luminous intensity distribution, luminaire efficiency, illuminance distribution during the design phase is important. Nowadays luminaire design can be made by using computer software programs which are capable to simulate the luminous intensity distribution of the designed reflector and the occurred illuminance distribution. A project named "Basic Principles and Recommendations on Reflector Design to Provide Uniforme Illumination" has been begun in Yıldız Technical University. In this project supported by TÜBİTAK, reflector designs using different types of reflector and lamp will be made in order to get optimum reflector properties providing uniform illuminance and the features of the designed reflectors such as luminous intensity distribution, luminaire efficiency, and the occurred illuminance distributions will be determined by luminaire analyze program. In this paper are some results obtained by using parabola reflector and tungsten halogen lamp are submitted.*

## 1. GİRİŞ

Bir mekandaki iyi görme koşullarının eksiksiz oluşmasını sağlayacak aydınlatma düzeninin kurulmasında temel araç aydınlatma aygıtıdır. Aydınlatma aygıtı tasarımında temel amaç, lambanın hemen hemen tüm doğrultulara yayımladığı ışığı istenen doğrultulara yönlendirmektir. Lamba ışığının yönlendirilmesi ağırlıklı olarak ışığın yansıtılması ile olanaklıdır. Bu nedenle, aydınlatma aygıtlarının çoğu, lamba ışığını gerekli doğrultulara yansıtacak bir yansıtıcı içerir ve yansıtıcı tasarımı aydınlatmada önemli bir yer tutar.

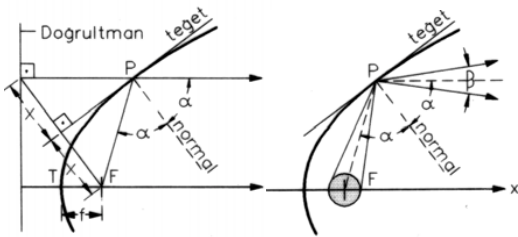
Yansıtıcı tasarımında, lambaların/ışık kaynaklarının özellikleri, yansıtıcı geometrisi, yüzeylerin ışık yansıtma özellikleri, ışıkölçümsel büyüklükler ile ilgili ayrıntılı hesap biçimleri gibi geniş bir alana

yayılmış bilimsel verilerden ve bilgilerden yararlanılması gerekli ancak yeterli değildir. Yansıtıcının tasarım sürecinde, ışık yeğinlik dağılımı, geriverimi gibi özellikleri belirlenebilmelidir. Bunun yapılmadığı durumda, aydınlatma aygıtı kullanıma hazır duruma gelmeden, yani üretimi tamamlanmadan, istenen koşulları ne ölçüde sağladığı ya da aygıt geriveriminin büyüklüğü denetlenemez. Günümüzde bu amaçla, tasarlanan yansıtıcı ve kullanılan lamba özelliklerine dayalı olarak ortaya çıkabilecek ışık yeğinlik dağılımı ile aydınlanan düzlemdeki aydınlık dağılımının çok büyük bir yakınlıkla simüle edildiği bilgisayar programlarından yararlanılmaktadır. Aydınlatma aygıtı analizine yönelik simülasyon programları ile, elde edilecek sonuçlar tasarım aşamasında izlenebilmektedir.

Aydınlatma aygıtı analizine yönelik bilgisayar programından yararlanarak, yansıtıcı biçimi, yüzey özellikleri ve kullanılan lamba türüne ilişkin değişik seçeneklerin aydınlık dağılımına etkilerini incelemek amacıyla Yıldız Teknik Üniversitesi'nde TÜBİTAK tarafından desteklenen "Düzdün Yayılmış Aydınlık Sağlanmasına Yönelik Yansıtıcı Tasarımında Temel İlkeler ve Öneriler" başlıklı bir araştırma projesine başlanmıştır (İÇTAG-I119) [1]. Proje kapsamında, çeşitli yansıtıcı ve lamba türleri ele alınarak yansıtıcı tasarımları yapılacak ve elde edilen sonuçlar aydınlığın düzdün yayılmışlığı ve aygıt geriverimi açılarından değerlendirilerek optimum koşullar belirlenecektir. Bu bildiri, paraboloid yansıtıcıda kimi akkor ve akkor halojen lambaların kullanıldığı durumda ulaşılan sonuçlar özetlenmiştir.

## 2. PARABOLOİT YANSITICI

Bir paraboloid yansıtıcının odağında yer alan nokta ışık kaynağından çıkarak yansıtıcı yüzeye gelen ışık ışınları aygıt eksenine doğrultusuna paralel yansır ve yansıyan ışık ışınlarının aydınlattığı düzlemde kapladığı alanın biçim ve büyüklüğü yansıtıcının ağız açıklığına eşit olur. Gerçekte, her ışık kaynağının belli bir boyutu vardır ve ışık kaynağının boyutu büyüdükçe aydınlanan alanın boyutu da büyür (Şekil 1) [2]. Ancak, yansıtıcı geometrisinden ötürü yansıyan ışıkların yayılma alanı, öteki konik yansıtıcı türlerinin kullanıldığı duruma oranla küçük ve bu alanda oluşan aydınlık düzeyi yüksek olur.



Şekil 1- Paraboloid yansıtıcı

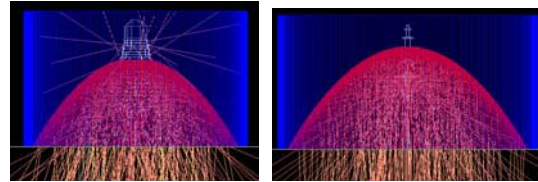
Paraboloid yansıtıcı aydınlatma aygıtları, yansıyan ışığı küçük bir bölgeye yönlendirebilme özelliklerine bağlı olarak

- hacim içinde, sınırları belli küçük bir bölümün/ nesnenin bölgesel aydınlatmasında,
- yüksek aydınlık düzeyi gereken ve/ya da tavan yüksekliği fazla olan mekanların genel aydınlatmasında

kullanılabilir.

## 3. İNCELENEN PARABOLOİT YANSITICI VE LAMBALARIN ÖZELLİKLERİ

Ele alınan paraboloid yansıtıcıların odak uzaklıkları (f) 2, 2.5, 3, 3.5, 4, 4.5 ve 5 cm olarak belirlenmiştir. Yansıtıcıların ağız açıklıkları, dolaysız ışığın yayılma açısının ( ) 80, 90, 100, 110, 120, 130 ve 140 derece olduğu koşullar dikkate alınarak saptanmıştır. Oluşturulan 49 adet yansıtıcıyı elde edilen sonuçlar açısından karşılaştırabilmek için, öncelikle doğrudan çıkan ışığın yayılma açısının 120 derece olduğu örneklerin analizi yapılmıştır (Şekil 2).

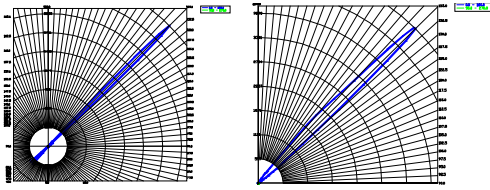


Şekil 2- Analizi yapılan yansıtıcılara örnekler

Bilgisayar programının kütüphanesindeki gereçler arasından, yansıtıcılarda kullanılmak üzere aşağıda özellikleri verilen altı gereç seçilerek işlem yapılmıştır (Şekil 3):

- 1-) ALMIRO02: Alanod Miro 2, düzdün y. alum. w/diel. kaplama, : 0.95
- 2-) DVRALZAK: Deaver Alzak, spun 3002 alum. w/düzdün y., : 0.81
- 3-) MAKSP001: M.A.K. düzdün y. MAKSP00 düzdün y. clad alum., : 0.86

- 4-) RC2630\_2: Reflek, 2630 3002, yarı-düzgün y. 3002 alum., : 0.83  
 5-) RC2632\_2: Reflek, 2632 3002, yarı-saten 3002 alum., : 0.80  
 6-) FMPEEN01: Foremost, orta büyüklükte dışbükey yüzeycikler, çap: 0.165", : 0.86

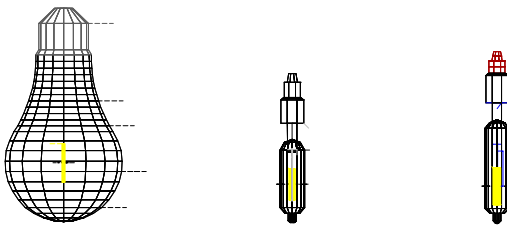


MAKSP001 RC2630\_2

Şekil 3- Yansıtıcılarda kullanılan gereçlerin ışık yansıtma biçimlerine örnekler

Paraboloit yansıtıcılar içinde kullanılmak üzere, bilgisayar programının kütüphanesinden

- bir adet buzlu ampullü akkor lamba A100W: G.E., 100 W, 1360 lm
- dört adet buzlu ampullü akkor halojen lamba HALOPIN60FR: Kuvars Halojen, Osram, Halopin, buzlu T4, 60 W, 790 lm Q250T4F: Kuvars Halojen, Osram/Sylvania, buzlu, T4, tek dipli, 250 W, 4850 lm USH400F: Kuvars Halojen, Ushio, tek dipli, 400 W, 7850 lm Q500T4F: Kuvars Halojen, Osram/Sylvania, buzlu, T4, tek dipli, 500 W, 10100 lm seçilmiştir (Şekil 4).



A100W Q250T4F USH400F

Şekil 4- Kullanılan lambalara örnekler

#### 4. ELDE EDİLEN AYDINLIK DAĞILIMLARININ İNCELENMESİ

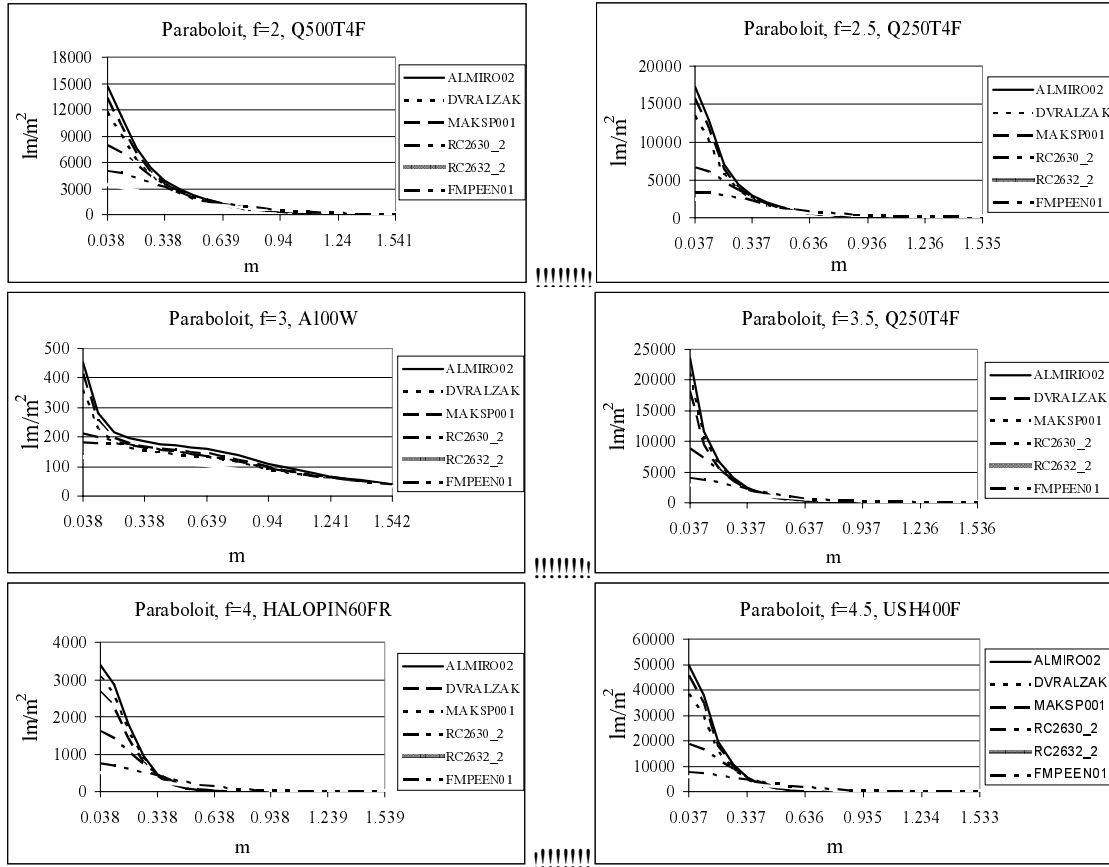
İlk aşamada ele alınan, odak uzaklıkları farklı yedi yansıtıcının her biri, altı farklı gereç ve beş ayrı lambanın kullanılması durumu için (210 ayrı durum) analiz edilmiştir. Aydınlığın niceliği ve dağılımına ilişkin elde edilen değerlerden, örnek olarak MAKSP001 ve RC2630\_2 gereçlerinin kullanımı ile ilgili olanları Tablo 1-2' de verilmiştir (Şekil 3, 5). Aydınlık dağılımının düzgünlüğüne ilişkin değerlendirme yapılırken, yansıtıcıdan doğrudan ve yansıtılarak çıkan tüm ışıkların aydınlattıkları toplam alan değil, yalnızca yansıtıcıdan yansıtılarak çıkan ışığın yayılma alanı dikkate alınmıştır. Yansıtıcıdan çıkan yansımış ışığın yayılma alanı kullanılan lambanın ampul ve ışık kaynağı boyutuna göre değişim göstereceğinden, ele alınan değişik her lamba için, yansımış ışığın aydınlatığı alanın büyüklüğü ampul/ışık kaynağı boyutu göz önüne alınmadan saptanmıştır. Bir başka deyişle, paraboloit yansıtıcının geometrisi gereği, aydınlanan toplam alanın yaklaşık olarak yansıtıcının ağız açıklığına eşit büyüklükteki bölümünde minimum ( $E_{min}$ ), ortalama ( $E_{ort}$ ) ve maksimum ( $E_{mak}$ ) aydınlık düzeyleri saptanmış ve aydınlık dağılımındaki düzgünlük  $E_{min}/E_{mak}$  ve  $E_{min}/E_{ort}$  değerleri bağlamında değerlendirilmiştir. Aydınlık dağılımına ilişkin yapılan değerlendirmede, etkin yüksekliğin 2.65 m olduğu örnek koşul ele alınmıştır.

Örnek durumlar için sonuçların sunulduğu Tablo 1-2, Şekil 5' de görüldüğü gibi, genel olarak

- kullanılan tüm gereç ve lamba türleri için, paraboloit yansıtıcının odak uzaklığı büyüdükçe,
  - yararlanılan yansıtıcı yüzeyin boyutu da büyüdüğünden aydınlık düzeyi ( $E_{mak}$ ,  $E_{min}$ ,  $E_{ort}$ ) yükselmekte,
  - aydınlık dağılımının düzgünlüğü azalmaktadır.
- kullanılan tüm odak uzaklıkları ve lamba türleri için, yansıtıcı gerecinin ışık yansıtma

**Tablo 1-** Parabolit yansıtıcıda akkor ve akkor halojen lambaların kullanıldığı durumda oluşan aydınlığın niceliği ve düzgünlüğüne ilişkin değerler (MAKSP001)

Gereç	Odak uzaklığı (f , cm)	Lamba tipi	$E_{mak}$ (lm/m <sup>2</sup> )	$E_{min}$ (lm/m <sup>2</sup> )	$E_{ort}$ (lm/m <sup>2</sup> )	$E_{min}/E_{ort}$	$E_{min}/E_{mak}$	Aydınlatma aygıtı geriverimi (%)
MAKSP001	2	A100W	145.1	142.95	143.9675	0.993	0.985	53.4
		HALOPIN60FR	1006.89	787.42	789.8725	0.997	0.782	87.6
		Q250T4F	9354.14	9313.06	9333.505	0.998	0.996	84.0
		Q500T4F	13371.55	13290.17	13326.67	0.997	0.994	74.7
		USH400F	11635.79	11603.21	11617.87	0.999	0.997	84.4
	2.5	A100W	302.63	155.66	185.8433	0.838	0.514	68.2
		HALOPIN60FR	1644.28	1253.721	1106.19	0.882	0.762	87.9
		Q250T4F	15677.85	8970.95	10921.38	0.821	0.572	87.3
		Q500T4F	21509.46	14726.44	16919.48	0.870	0.685	79.3
		USH400F	18245.22	14624.73	15991.24	0.915	0.802	86.0
	3	A100W	412.69	216.55	255.377	0.848	0.525	75.8
		HALOPIN60FR	2337.74	1519.51	1746.957	0.870	0.650	88.0
		Q250T4F	21910.28	10582.95	13583.26	0.779	0.483	87.9
		Q500T4F	30772.1	18225.59	21887.78	0.833	0.592	83.2
		USH400F	25756.98	18273.35	20793.27	0.879	0.709	86.6
	3.5	A100W	392.69	250.97	297.2231	0.844	0.639	80.4
		HALOPIN60FR	2519.87	1412.88	1944.776	0.727	0.561	88.0
		Q250T4F	21342.1	7418.1	12432.06	0.597	0.348	87.8
		Q500T4F	33700.82	13389.39	21195.09	0.632	0.397	86.7
		USH400F	30439.63	14539.64	21133.26	0.688	0.478	87.4
4	A100W	476.12	314.26	367.8494	0.854	0.660	82.8	
	HALOPIN60FR	3062.49	1560.99	2251.284	0.693	0.510	88.0	
	Q250T4F	24151.93	8020.35	13763.5	0.583	0.332	87.9	
	Q500T4F	39686.31	14400.95	23817.89	0.605	0.363	87.5	
	USH400F	35422.72	15290.51	23500.89	0.651	0.432	87.8	
4.5	A100W	755.13	364.16	416.9348	0.873	0.482	84.4	
	HALOPIN60FR	4087.73	1212.8	2110.271	0.575	0.297	88.0	
	Q250T4F	35678.71	5788.26	11904.77	0.486	0.162	88.0	
	Q500T4F	57872.43	10507.02	20989.44	0.501	0.182	87.5	
	USH400F	45430.47	10276.24	20798.08	0.494	0.226	87.8	
5	A100W	838.82	435.9	491.7012	0.887	0.520	85.8	
	HALOPIN60FR	4432.37	1242.07	2233.428	0.556	0.280	88.0	
	Q250T4F	37400.02	6022.7	12433.9	0.484	0.161	88.0	
	Q500T4F	62358.16	10856.16	22124.11	0.491	0.174	87.7	
	USH400F	48745.38	10875.19	21818.84	0.498	0.223	87.9	



Şekil 5- Elde edilen aydınlık dağılımlarına örnekler

biçimi düzgün yansımada yayıncı yansıma doğru gittikçe,

- aydınlık düzeyi ( $E_{\text{mak}}$ ,  $E_{\text{min}}$ ,  $E_{\text{ort}}$ ) düşmekte,
- aydınlık dağılımının düzgünlüğü artmaktadır.

- kullanılan tüm gereç ve odak uzaklıkları için, en düzgün aydınlık dağılımı akkor lambanın (A100W) kullanıldığı durumda ortaya çıkmakta, bunu sırası ile HALOPIN60FR, USH400F, Q500T4F, Q250T4F akkor halojen lambaları izlemektedir.

- kullanılan tüm gereç ve lamba türleri için, parabolit yansıtıcının odak uzaklığı büyüdükçe aydınlatma aygıtının geriverimi artmaktadır.

- kullanılan tüm gereç ve odak uzaklıkları için,

aydınlatma aygıtının geriverimi en yüksek HALOPIN60FR akkor halojen lambanın kullanıldığı durumda elde edilmekte, bunu sırası ile Q250T4F, USH400F, Q500T4F ve A100W lambaları izlemektedir.

Karşılaştırma amacıyla doğrudan çıkan ışığın yayılma alanı eşit tutularak ( $120^\circ$ ) oluşturulan ve analiz sonuçları yukarıda değerlendirilen koşullara ek olarak, aydınlık dağılımının doğrudan çıkan ışığın yayılma açısına bağlı değişimi de incelenmiştir. Bu amaçla, odak uzaklığının 3.5 cm olduğu parabolit yansıtıcı, MAKSP001 yansıtıcı gereci ve Q250T4F lamba ele alınarak, doğrudan çıkan ışığın yayılma açısının 80, 90, 100, 110, 130 ve 140 derece olduğu durumların analizi yapılmıştır (Tablo 3, Şekil 6).

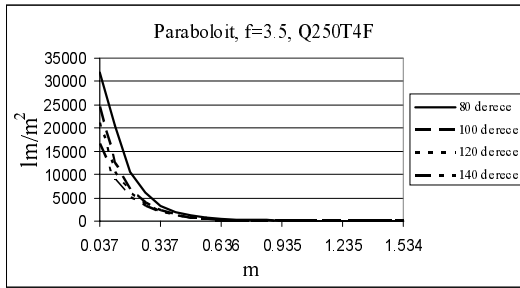
PARABOLOİT YANSITICI VE AKKOR HALOJEN LAMBA KULLANIMINDA OLUŞAN AYDINLIK DAĞILIMININ İNCELENMESİ

**Tablo 2-** Parabolit yansıtıcıda akkor ve akkor halojen lambaların kullanıldığı durumda oluşan aydınlığın niceliği ve düzgünlüğüne ilişkin değerler (RC2630\_2)

Gereç	Odak uzaklığı (f , cm)	Lamba tipi	$E_{mak}$ (lm/m <sup>2</sup> )	$E_{min}$ (lm/m <sup>2</sup> )	$E_{ort}$ (lm/m <sup>2</sup> )	$E_{min}/E_{ort}$	$E_{min}/E_{mak}$	Aydınlatma aygıtı geriverimi (%)
RC2630_2	2	A100W	96.05	93.78	94.6	0.991	0.976	52
		HALOPIN60FR	671.89	667.55	669.06	0.998	0.994	85.3
		Q250T4F	4989.1	4931.54	4957.29	0.995	0.988	81.7
		Q500T4F	8007.18	7928.37	7960.58	0.996	0.990	72.7
		USH400F	7774.49	7743.61	7756.4	0.998	0.996	82.2
	2.5	A100W	149.96	138.79	143.21	0.969	0.926	66.1
		HALOPIN60FR	964.34	878.32	909.17	0.966	0.911	85.7
		Q250T4F	6734.97	5582.79	5942.91	0.939	0.829	84.9
		Q500T4F	10997.87	9831.06	9900.24	0.948	0.894	77.1
		USH400F	10698.17	9319.11	9768.72	0.954	0.871	83.7
	3	A100W	210.21	193.35	199.16	0.971	0.920	73.5
		HALOPIN60FR	1246.66	1092.27	1143.6	0.955	0.876	85.8
		Q250T4F	8174.18	6590.7	7078.88	0.931	0.806	85.5
		Q500T4F	13626.26	11329.01	12041.74	0.941	0.831	80.9
		USH400F	13159.34	11199.91	11818.28	0.948	0.851	84.3
	3.5	A100W	269.25	240.71	253.08	0.951	0.894	78.0
		HALOPIN60FR	1441.02	1081.54	1251.81	0.864	0.751	85.8
		Q250T4F	8855.35	6050.9	7287.33	0.830	0.683	85.5
		Q500T4F	15221.29	10757.41	12757.97	0.843	0.707	84.3
		USH400F	14673.54	10624.93	12497.02	0.850	0.724	85.0
4	A100W	333.7	303.12	315.67	0.960	0.908	80.4	
	HALOPIN60FR	1635.22	1182.26	1395.54	0.847	0.723	85.9	
	Q250T4F	9807.87	6566.52	7991.18	0.822	0.670	85.6	
	Q500T4F	17064.91	11795.47	14150	0.834	0.691	85.1	
	USH400F	16323.63	11406.51	13669.33	0.834	0.699	85.5	
4.5	A100W	408.97	352.55	374.34	0.942	0.862	82.0	
	HALOPIN60FR	1880.03	980.88	1358.34	0.722	0.522	85.9	
	Q250T4F	11264.86	5420.67	7635.44	0.710	0.481	85.7	
	Q500T4F	19826.35	9984.63	13739.58	0.727	0.504	85.1	
	USH400F	18701.32	9127.89	13103.95	0.697	0.488	85.5	
5	A100W	480.32	412.18	440.59	0.936	0.858	83.4	
	HALOPIN60FR	2003.91	1006.94	1425.2	0.707	0.502	85.9	
	Q250T4F	11855.13	5612.24	7979.85	0.703	0.473	85.7	
	Q500T4F	21128.18	10371.66	14482.35	0.716	0.491	85.3	
	USH400F	19781.23	9582.72	13687.63	0.700	0.484	85.6	

**Tablo 3-** Doğrudan çıkan ışığın yayılma açısına ( ) göre aydınlık dağılımının değişimi (f=3.5, MAKSP001, Q250T4F)

(derece)	$E_{\text{mak}}$ (lm/m <sup>2</sup> )	$E_{\text{min}}/E_{\text{ort}}$	$E_{\text{min}}/E_{\text{mak}}$
80	32073.92	0.519792	0.202305
100	24574.04	0.587514	0.34219
120	21342.1	0.596691	0.34758
140	16615.47	0.616111	0.373481



**Şekil 6-** Doğrudan çıkan ışığın yayılma açısına ( ) göre aydınlık dağılımının değişimi

Tablo 3 ve Şekil 6' da belirtildiği üzere, odak uzaklığı belli bir büyüklükte olan bir paraboloid yansıtıcıdan doğrudan çıkan ışığın yayılma açısı büyüdükçe (yansıtıcının ağız açıklığı küçüldükçe), aydınlık düzeyi düşmekte, aydınlığın düzgünlüğü ise artmaktadır.

## 5. SONUÇ

Yansıtıcı tasarımında başarılı sonuçlar elde edebilmek için, aydınlatma tekniğine ilişkin edinilmiş derinlemesine bilgiyi kullanarak yansıtıcıyı isteye uygun koşulları sağlamak üzere biçimlendirmek kadar, yansıtıcının tasarım sürecinde ışık yeğnlik dağılımı, geriverimi, oluşturacağı aydınlık dağılımı gibi özelliklerini belirleyerek istenen koşulları ne ölçüde sağlayabildiğini denetlemek de büyük

önem taşır. Günümüzde bu amaçla, hemen her tür yansıtıcı gerci ve lamba türü kullanımı için, önceden tasarlanmış bir yansıtıcının ışık yeğnlik ve oluşturacağı aydınlık dağılımı gibi özelliklerinin simüle edildiği bilgisayar programlarından yararlanılmaktadır. Aydınlatma aygıtı analizine yönelik simülasyon programları ile, tasarım süreci içinde belli sayıda prototip aygıt yapımına gerek duyulmadan, elde edilecek sonuçlar tasarım aşamasında izlenerek, zaman, para, emek tüketiminde boşuna harcamalar büyük oranda önlenabilmektedir.

Bu çalışmada, yansıtıcı biçimi, gereç özellikleri ve kullanılan lamba türüne ilişkin değişik seçeneklerin aydınlık dağılımına etkilerini incelemek ve elde edilen sonuçları aydınlığın düzgün yayılmışlığı ve aygıt geriverimi açılarından değerlendirerek optimum koşulları belirlemek amacıyla yürütülen bir araştırma projesi kapsamında ulaşılan sonuçların bir bölümüne yer verilmiştir. Paraboloid yansıtıcıda kimi akkor ve akkor halojen lambaların kullanıldığı durumda ortaya çıkan aydınlık dağılımları ve aygıt geriverimleri, yansıtıcının çeşitli gereçlerden oluşturulması koşullarında bilgisayar programı aracılığı ile incelenmiş ve değerlendirilmiştir. Ortaya konan sonuçlar, aydınlık dağılımı ve aydınlatma aygıtı geriverimi açılarından istenen koşulların elde edilmesini sağlayacak yansıtıcının tasarımında yol gösterici nitelik taşımaktadır.

## KAYNAKLAR

- [1] Photopia 2.0, Aydınlatma Aygıtı Tasarım ve Analiz Programı.
- [2] L. D. Öztürk, Entwurf von Reflektoren, Proc., Balkanlight Junior 2000, 77-84, Varna, Bulgaristan, 15-16 June 2000.