

# ACİL DURUM AYDINLATMASINDA KULLANILMAK ÜZERE BİR ARMATÜR TASARIMI

**Sezen YILDIRIM<sup>1</sup>**  
sezeny@elk.itu.edu.tr

**Dilek ENARUN<sup>2</sup>**  
dilek@elk.itu.edu.tr

<sup>1,2</sup> Elektrik Mühendisliği Bölümü, İstanbul Teknik Üniversitesi, 34469 Maslak İstanbul,

## ÖZET

*Acil durum aydınlatması bir tehlike anında hem insanların buldukları mekanı hızlı bir şekilde terk etmeleri için, hem de bu mekanlarda yürütülmesi muhtemel tehlikeli işlerin sonlandırılması için çok önemlidir. Acil durum aydınlatmasında genellikle kompakt floresan lambalı armatürlerden yararlanılır. Bu armatürlerde kullanılan piller, lambaların ihtiyacını karşılayabilmek için, yüksek kapasiteli seçilirler, ve bu armatürlerin sürücü devrelerinin yapıları karmaşıktır. Kompakt floresan lambalı armatürlerin ışık akıları yüksektir, bu nedenle bir kaçış yolu doğrultusunda standartlarda belirlenen aydınlık düzeyini sağlayabilmek için az sayıda armatür kullanılması yeterlidir. Ancak bu durumda aydınlık düzeylerinin düzensizliği düşük olabilir. Bu çalışmada acil durum aydınlatmasında, kompakt floresan lambalı armatürlerle karşılaşılan bu sorunları çözümlenebilmek için ışık kaynağı olarak ışık yayan diyotlardan (LED) yararlanan bir armatür tasarımı anlatılmaktadır.*

**Anahtar sözcükler:** Acil Durum Aydınlatması , Armatür Tasarımı Işık Yayan Diyot (LED)

## 1. GİRİŞ

Gün geçtikçe ilerleyen teknoloji ve buna paralel olarak gittikçe karmaşıklaşan endüstriyel faaliyetler ve şirket yapıları, bu tür yerlerin sürekli artan çalışan sayısı ve insanların sosyal faaliyetler için gittikleri mekanların hacimlerinin büyümesi bu mekanları kullananların güvenliklerinin sağlanmasını bir zorunluluk haline getirmiştir. Bir binanın en önemli sistemleri olarak aydınlatma, ısıtma-soğutma ve güvenlik sistemleri sayılabilir. Aydınlatma sistemlerinin tasarımı bina kullanıcılarının sağlıklı ve en iyi şekilde bina içinde hareket edip işlerini gerçekleştirebilmeleri için son derece önemlidir. Aydınlatma sisteminin en önemli elemanlarından birisi de acil durum aydınlatmasıdır. Acil durum anlarında insanların güvenlik noktasına en kısa sürede ve en hızlı şekilde ulaşabilmeleri için acil durum aydınlatma sisteminin dikkatli bir şekilde tasarlanması gerekir. Bu çalışmada acil durum aydınlatmasında kullanılmak üzere ışık yayan diyot (LED) kullanan bir armatürün tasarımı anlatılmıştır.

## 2. ACİL DURUM AYDINLATMASI

Acil durum aydınlatması normal aydınlatmanın elektrik kesintisi, sel, deprem ve yangın gibi doğal olaylar, sabotaj veya başka herhangi bir neden ile devre dışı kalmasının hemen ardından, çok kısa bir süre içinde devreye girmek üzere tasarlanan bir aydınlatma sistemidir Acil durum aydınlatmasının iki görevi vardır. Birinci ve temel görevi kaçış yolunun aydınlatılması, ikinci görevi ise acil durum sırasında karşılaşılabilecek muhtemel tehlikelerden korunmanın sağlanmasıdır. Acil durum aydınlatması hem en kısa sürede devreye girmeli, hem de belirlenen süreler dahilinde devrede kalmalıdır. Acil durum aydınlatmasının genellikle enerjinin kesilmesinden 5 saniye sonra devreye girmesi beklenir. Ofis binalarında acil durum aydınlatmasının 1 saat devrede kalması istenirken otel gibi binalarda ise bu süre 3 saate kadar uzayabilmektedir [1].

Acil durum aydınlatması standartlara göre “Acil Kaçış Aydınlatması” ve “Yedek Amaçlı Acil Durum Aydınlatması” olarak ikiye ayrılır. Acil kaçış aydınlatması ise

“Kaçış Yolu Aydınlatması”, “Açık Alan Aydınlatması”, ve “Yüksek Riskli Alan Aydınlatması” olarak üçe ayrılır.

### 3. ACİL DURUM AYDINLATMASI ARMATÜRLERİ

Bir acil durum aydınlatmasının başarılı olup olmaması sadece aydınlatma tasarımına ve planlanmasına bağlı değildir. Aydınlatmanın başarısı ayrıca kullanılan malzemenin doğru seçimine, düzgün bir yerleştirmeye ve parçaların bakımınının kolaylıkla yapılmasına da bağlıdır. Acil durum aydınlatmasında kullanılan armatürler besleme gruplarına göre ikiye ayrılır. Bunlar merkezi bir sistemden beslenen armatürler ve besleme devrelerini kendi içlerinde bulunduran armatürlerdir. Bu besleme çeşitlerinin birbirlerine göre avantajları ve dezavantajları vardır. Merkezi bir sistemle çalışan armatürlerde daha büyük güçlü akü grupları daha az maliyetle kullanılabilir, bakımlarının düzenli yapılması halinde aküler daha uzun ömürlü olurlar, aydınlatma gruplarının maliyeti daha düşük olur ve bu grupların dayanacağı sıcaklıklar daha fazladır ancak bunun yanında ayrı bir kablolamaya ihtiyaç duyulur, akülere düzenli bakım yapılması gerekir, ayrı bir akü odasına ihtiyaç duyulur ve aydınlatma tasarımının esnekliği daha azdır. Beslemesi kendi içinde olan armatürlerde ise düzenli bir şekilde akü bakımı yapılması gerekmez, kontrol devreleri haricinde ayrı bir kablolamaya ihtiyaç duyulmaz, kolaylıkla sökülüp takılabilir. Diğer taraftan kullanılan lambaların gücü akü kapasitesiyle sınırlıdır, armatürün çalışma sıcaklığı akülerin çalışma sıcaklığıyla sınırlıdır, armatürler ancak akülerin en fazla çalışabildiği sıcaklıkta çalışabilirler. Akü grubunun ömrü armatürlerin ömrüne kıyasla daha kısa olabilir. Çok fazla armatürün olduğu sistemlerde yapılan düzenli bakımlar maliyetleri arttırır [1].

Acil durum aydınlatmasında kullanılan besleme gruplarına generatörler de

dahildir. Her ne kadar generatörler diğer cihazları uzun süre beslemek için kullanılsalar da eğer 5-15 saniye içinde devreye girebilirse acil durum aydınlatması için de faydalanılabilirler. Ancak bu durumda kullanılacak armatürlerin yapısal ve çalışma gereksinimleri diğer armatürlere göre daha farklıdır. Armatürlere giden kablolar ise ayrı olarak döşenmeli ve olası bir yangın ihtimaline karşı uygun bir şekilde korunmuş olmalıdırlar. Generatörlerin enerjinin kesilmesi durumunda otomatik olarak devreye girmesi bir zorunluluktur. Generatörlerin gecikmeli olarak devreye girme süresince bir saat boyunca acil durum aydınlatmasına yeterli gücü sağlayacak bir akü grubu tesis edilmelidir. Yedek akü grubunun düzgün bir şekilde tasarlanması ile küçük bir aydınlatma grubu için büyük güçlü bir generatörün devreye alınması gibi pek çok dezavantajdan kaçınılabilir. Generatörlerin primer sargıları, yakıt tipleri gibi değişkenlerinin seçiminde herhangi bir zorlayıcı kural yoktur. Ancak generatörlerin ekonomik ömürleri üzerinde dikkatli çalışmalar yapılmaz. Acil durum aydınlatması için güç kaynağı olarak kullanılan generatörlerin bakımları aksatılmadan yapılmalıdır [1].

Acil durum aydınlatmasında kullanılan ışık kaynakları akkor telli lambalar, floresan lambalar ve ışık yayan diyotlardır.

Akkor telli lambalar alternatif gerilim veya doğru gerilimle herhangi bir kontrol birimine ihtiyaç duymadan rahatlıkla çalışırlar, ancak ömürleri kısa, verimleri düşüktür ve gerilim dalgalanmalarına karşı son derece hassastırlar. Bunun yanında akkor telli lambalar ortam sıcaklık değişikliklerinden çok fazla etkilenmezler [1].

Floresan lambalar sadece alternatif gerilimle çalışırlar. Floresan lambalar uzun ömürlüdürler, verimleri yüksektir ve gerilim dalgalanmalarına karşı daha

toleranslıdırlar ancak ortam sıcaklığının değişimi lambaların çalışma şeklini ve ışık çıktılarını etkileyebilmektedir [1].

Işık yayan diyotlar ise darbe ve titreşimlere karşı diğer ışık kaynaklarına kıyasla daha dayanıklıdırlar. Ömürleri uzundur ancak dar bir spektral ışık dağılım aralığına sahiplerdir, bu sebeple düşük aydınlık düzeylerinde bazı renklerin doğru bir şekilde fark edilememesine sebep olurlar [2]. Yarı iletken teknolojilerindeki gelişmelerle beraber ışık yayan diyodlarda da gelişmeler olmuştur ve bu konudaki çalışmalar devam etmektedir.

#### 4. ACİL DURUM AYDINLATMASI İÇİN TASARLANAN ARMATÜR

Günümüzde acil durum aydınlatmasında kullanılan armatürlerdeki ışık kaynakları yaygın olarak kompakt floresan lambalardır. Floresan lambaların ışık şiddetleri yüksektir. Acil durum aydınlatması standartlarında belirlenen aydınlık düzeylerinin sağlanmasını kolaylaştırırlar. Ancak floresan lambaların çalışma akımları yüksektir. Bu sebeple kullanılan aküler kısa sürede boşalırlar. Floresan lambalar ortam sıcaklığının değişiminden çok etkilenirler. Buna karşılık son yıllarda kullanımı gittikçe artan ışık yayıcı diyotlar (LED) düşük akımlarda çalışırlar ve LEDlerin sürücü devreleri floresan lambalara göre daha az karmaşıktır. Ancak LEDler de floresanlar gibi ortam sıcaklığından etkilenirler, soğuk ortamlarda daha verimli çalışırlar.

Bir acil durum aydınlatma armatürü;

- Kamaşmasız bir aydınlatma sağlamalı,
- Yangın, sel, gibi armatürlerin çalışmasını fiziksel olarak olumsuz etkileyebilecek koşullara karşı dayanıklı olmalı,
- İstenilen aydınlık düzeyini sağlayabilecek kadar ışık çıkışı sağlamalıdır.

Geleneksel olarak acil durum aydınlatmasında kullanılan kompakt floresan lambalı armatürde gövde malzemesi olarak plastikten yararlanılmıştır. Plastik malzemelerin sünme, şekil değiştirme gibi mekanik özellikleri sıcaklığa önemli ölçüde bağlıdır. Sıcaklık arttıkça mukavemetleri azalır fakat yumuşamazlar ancak aşırı sıcaklıkta kavrulurlar. Ancak metaller bu tür olumsuz durumlara karşı daha dayanıklıdırlar [3]. Diğer metallerden daha hafif olması, yüzeyindeki oksit tabaka sayesinde korozyona karşı daha dayanıklı olması ve parlak yüzeyinin bir yansıtıcı olarak da kullanılabilmesi sebebiyle acil durum aydınlatmasında kullanılmak üzere tasarlanan armatürün gövdesinde alüminyum kullanılmıştır.

Armatürde ışık akısının düzgün dağıtılması için optik malzemeler ve ışık dağıtıcı elemanlar kullanılabilir. Bu ışık dağıtıcı elemanlar ışık akısını önce kendi bünyelerine alırlar, daha sonra ışığı dağıtma özelliğine ve aygıtın geometrik yapısına uygun olarak dağıtırlar. Tasarlanan armatürde ışık dağıtıcı malzeme olarak cam kullanılmıştır.

Tasarlanan armatür Şekil 1'de görülmektedir.



Şekil 1. Tasarlanan armatür

Armatürde kullanılan LEDlerin düşük çalışma akımına sahip olması istenmiştir. Bu sebeple armatürün içine kolaylıkla monte edilebilmeleri için SMD (Surface Mounted Device) LEDler tercih edilmiştir. Bu LEDlerin çalışma gerilimi 12V'tur. 5 metrelik bir şeritin ışık akısı ise 600 lümen'dir. Armatürün çektiği toplam akım

132 mA olarak ölçülmüştür. Armatür için 3.7 V gerilim değerinde çalışan 4 adet şarjlı prizmatik pilin seri bağlanması ile oluşturulan güç kaynağından yararlanılmıştır. Bu pillerin bir tanesinin kapasitesi 180 mAh'tir. 4 pilin seri armatür 5 saat çalışacaktır. Kompakt floresanlı geleneksel acil durum aydınlatma armatüründe kullanılan pilin kapasitesi ise 1800 mAh'tir ve bir saat içinde deşarj olmaktadır.

## 5. ARMATÜRÜN AYDINLATMA TEKNİĞİNE AİT ÖZELLİKLERİ

Bir armatür tasarımının başarılı olup olmadığı armatüre ait çeşitli fotometrik büyüklüklerin incelenmesi ile bulunur. Tasarlanan armatürün ışık dağılım eğrileri, eş aydınlık düzeyi eğrileri çıkarılmış ve bu armatürün kamaşma yaratıp yaratmadığı incelenmiştir.

Noktasal bir ışık kaynağının çeşitli doğrultulardaki ışık şiddetlerinin uç noktalarının geometrik yeri bir yüzeydir ve bu yüzeye ışık kaynağına ait ışık dağılım yüzeyi veya polar fotometrik yüzey denir. Eğer kaynaktan geçen bir düzlem üzerindeki ışık şiddetlerinin uç noktaları gözönüne alınırsa bunların geometrik yeri kaynağın ışık dağılım yüzeyi ile söz konusu düzlemin ara kesitinden oluşur. Bu ara kesite ise ışık dağılım eğrisi adı verilir [4].

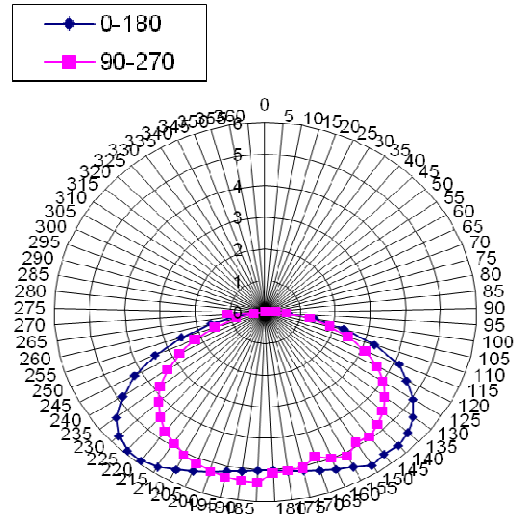
Aydınlık düzeyi ile ışık şiddeti arasındaki bağıntı şu şekildedir.

$$E = \frac{I_a}{r^2} \cos \alpha \quad (1)$$

Burada  $I_a$  ışık kaynağının  $\alpha$  açısı doğrultusunda yarattığı ışık şiddetidir.  $\alpha$  açısı ise bir doğrultudaki ışık şiddeti ile yüzey normali arasındaki açıdır.

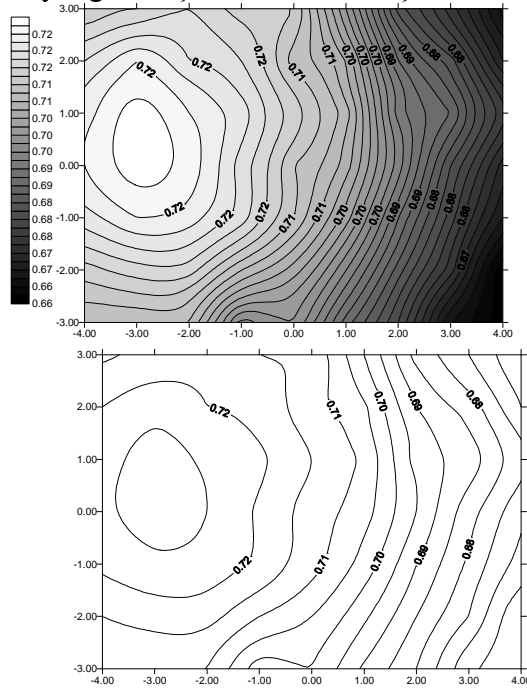
Tasarlanan armatürün  $0^\circ$ - $180^\circ$  ve  $90^\circ$ - $270^\circ$  düzlemlerinde yarattığı ışık şiddetleri ölçülmüştür ve armatüre ait ışık dağılım

eğrisi elde edilmiştir. Bu eğri Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Tasarlanan armatürün ışık dağılım eğrisi

Bir armatürün yeterliliği ile ilgili karar verebilmek için ışık dağılım eğrilerinden başka eş aydınlık düzeyi eğrilerinin de incelenmesi gerekir. Eş aydınlık düzeyi eğrilerinin çıkarılabilmesi için ışık kaynağının noktasal kabul edilmesi gerekir. Armatürün %1'lik hata payı ile noktasal kabul edilebildiği ölçüm uzaklığı olan 2.5 metreden elde edilen eş aydınlık düzeyi eğrileri Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. Tasarlanan armatüre ait eş aydınlık düzeyi eğrileri

Bir aydınlatma armatürünün kamaşmasız aydınlatma sağlanması istenir. Kamaşma

yetersizlik kamaşması ve konforsuzluk kamaşması olarak ikiye ayrılır. Konforsuzluk kamaşması direkt olarak görüş performansı ya da görünürlüğü etkilemez. Ancak görsel işin belli bir rahatsızlık hissi uyandırarak yapılmasına sebep olur. Bu sebeple konforsuzluk kamaşması Alman normlarına göre psikolojik kamaşma olarak da adlandırılır. Konforsuzluk kamaşmasında kullanıcılar iş performanslarında herhangi bir değişiklik fark etmeyebilirler ancak daha sonra baş ağrısı gibi fiziksel şikâyetlerde bulunabilirler. Konforsuzluk kamaşmasının değerlendirilmesinde kamaşmaya neden olan kaynağın parıltısı ve bakış doğrultusuna göre konumu (pozisyon faktörü), kaynağın gözleme noktasından görülen uzay açısı ve çevre parıltısı değişkenlerinin fonksiyonu olarak hesaplanabilen kamaşma indeksi kullanılmaktadır [5,6]. Yetersizlik kamaşması ise göz üzerine saçılan fazla ışığın etkisiyle, görünürlüğü ve görsel performansı düşüren kamaşma şeklidir. Gözün kontrast duyarlılığının azalması ile açıklanabileceğinden ölçülebilir bir büyüklüktür. Yetersizlik kamaşmasına maruz kalan kullanıcılar görme yeteneklerinde ve iş performanslarında düşüşle karşılaşır. Yetersizlik kamaşmasından korunabilmek için kamaşma kaynağının açısal sapmasının artırılması, kaynağın görünen alanının büyütülmesi, görsel hedef çevresindeki parıltının hedef parıltının 1/10'u ile 1/1'i arasında tutmak gibi önlemler alınabilir [5,6]

Genellikle kaçış yolu aydınlatmasında karşılaşılan en önemli sorunlardan birisi yetersizlik kamaşmasıdır. Bu kamaşma türünde armatürlerin parıltısı kullanıcıların gözlerinin kamaşmasına neden olur. Kaçış yolu üzerindeki engellerin fark edilmesi zorlaşır. Bir kişinin maruz kaldığı yetersizlik kamaşması, görüş alanı içindeki armatürlerin ışık şiddetlerine bağlıdır. Acil durum aydınlatmasında bir armatür hem tehlike altındaki alanlar için, hem de kaçış yolu aydınlatması için kullanılabilir. Her

iki durumda da montaj yüksekliğine bağlı olarak izin verilen en yüksek ışık şiddetleri Tablo 1'de verilmiştir.

Kamaşma bölgesi olarak EN 1838 standartında belirtilen 60°-90° bölgesi ele alınmıştır. Armatürün 0°-180° düzleminde kamaşma bölgesinde yarattığı ışık şiddetleri incelenirse, en yüksek ışık şiddetini 60° doğrultusunda yarattığı görülür ve bu ışık şiddetinin değeri 4,872 cd'dir. Aynı armatürün 90°-270° düzleminde ve 60°-90° bölgesinde yarattığı en yüksek ışık şiddeti ise 4,287 cd'dir ve 85°'de oluşmuştur. 4,872 cd ve 4,287 cd değerleri, her montaj yüksekliği için standartta belirtilen değerlerin altındadırlar. Bu sebeple bu armatür 60°-90° içinde kalan bölgede yetersizlik kamaşmasına sebep olmaz.

Tablo 1. Acil durum aydınlatmasında izin verilen en yüksek ışık şiddetleri

Montaj Yüksekliği H (m)	Kaçış Yolu ve Açık Alan Aydınlatması En Yüksek Işık Şiddeti [cd]	Yüksek Riskli Alan Aydınlatması En Yüksek Işık Şiddeti [cd]
	$I_{max}$	$I_{max}$
$h < 2.5m$	500	1000
$2.5 \leq h < 3$	900	1800
$3 \leq h < 3.5$	1600	3200
$3.5 \leq h < 4$	2500	5000
$4 \leq h < 4.5$	3500	7000
$h \geq 4.5$	5000	10000

Tehlike altında olan bölgeler için kamaşma hesabı yapılırken kullanıcıların göz yükseklikleri dikkate alınır. Bu mekanlar torna tezgahları, dönen makineler gibi kullanıcılar için hayati tehlike oluşturabilecek sistemlerin ve bu sistemlerde yürütülen işlerin bağlı olduğu diğer bölgelerin bulunduğu yerlerdir. Tasarlanan armatürün çeşitli montaj yüksekliklerinde, kullanıcıdan iki metre uzaklıkta yaratacağı ışık şiddetleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Tasarlanan armatürün yarattığı ışık şiddetleri

Montaj Yüksekliği (m)	Işığın Göze Geliş Açısı (°)	Armatürün Bu Doğrultuda Yarattığı Işık Şiddeti (cd)
2.35	23.03	5.4462
2.70	30.96	5.7210
3.30	41.99	5.6340
3.70	47.73	5.4486
4.30	54.46	5.1072
5.00	60.26	4.5720

Armatürün yarattığı ışık şiddetleri standartlarda izin verilen ışık şiddetlerinin altındadır. Bu armatürün tehlikeli alanlarda da kullanıcılarda herhangi bir yetersizlik kamaşması yaratmadığı görülmüştür.

## 6. SONUÇLAR

Bu çalışma kapsamında acil durum aydınlatmasında kullanılmak üzere LED kullanan bir armatür tasarlanmış ve üretilmiştir. Tasarlanan armatür aydınlatma tekniğine ait çeşitli özelliklerinin bulunması için deneylere tabii tutulmuştur. Elde edilen aydınlık düzeyi ve eş aydınlık düzeyi eğrileri bu armatürün acil durum aydınlatmasında kullanılmak için uygun özelliklere sahip olduğunu göstermektedir. Buna ek olarak yapılan hesaplar armatürün kamaşma yaratmadığını göstermektedir

Tasarlanan armatürün pil ömrü geleneksel olarak kullanılan kompakt floresanlı armatüre göre yüksektir ve sürücü devresi daha basittir. Boyutları da küçüktür. LEDli armatürün sağladığı ışık akısı düşük olduğu için, bir kaçış yolu boyunca daha fazla armatür kullanılması gerekmektedir. Böylece tasarlanan aydınlatma sisteminin düzgünlüğü sağlanmış olur ve kullanıcılar yetersizlik kamaşmasına maruz kalmazlar.

Sonuç olarak, bu çalışma kapsamında tasarlanan armatür acil durum aydınlatmasında kullanılacak bir armatürün sahip olması gereken özelliklere sahiptir. Işık dağılım ve, eş aydınlık düzeyi eğrileri ile kamaşma hesaplarının sonucu olarak bu

armatürün acil durum aydınlatma sistemlerinde kullanılmasının uygun olacağı görülmüştür.

## KAYNAKLAR

- [1] **CIBSE**, 1987. Technical Memoranda TM 12 Emergency Lighting, The Yale Press Limited, London
- [2] **EN 1838**, 1999. Lighting Applications –Emergency Lighting, *European Committee for Standardization*, Brüksel
- [3] **Onaran. K.**, 1999. Malzeme Bilimi, Bilim Teknik Yayınevi, İstanbul
- [4] **Özkaya, M.**, 2004. Aydınlatma Tekniği, Birsen Yayınevi, İstanbul
- [5] **Osterhaus, W. K. E.**, 2004. Discomfort Glare Assessment and Prevention for Daylight Applications in Office Environments, *Solar Energy* **79**, 140-158
- [6] <http://www.agid.org.tr/1014.asp> alındığı tarih: 25/12/2008