

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ACİL DURUM AYDINLATMASINDA KULLANILMAK ÜZERE
IŞIK KAYNAĞI OLARAK IŞIK YAYAN DİYOT KULLANAN
BİR ARMATÜR TASARIMI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Sezen YILDIRIM**

Anabilim Dalı : Elektrik Mühendisliği

Programı : Elektrik Mühendisliği

OCAK 2009

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ACİL DURUM AYDINLATMASINDA KULLANILMAK ÜZERE
IŞIK KAYNAĞI OLARAK IŞIK YAYAN DİYOT KULLANAN
BİR ARMATÜR TASARIMI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Sezen YILDIRIM
(504061021)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 29 Aralık 2008
Tezin Savunulduğu Tarih : 20 Ocak 2008**

**Tez Danışmanı :
Diğer Jüri Üyeleri :**

**Doç. Dr. Dilek ENARUN (İTÜ)
Doç. Dr. Alpin KÖKNEL YENER (İTÜ)
Yrd. Doç. Dr. Ramazan ÇAĞLAR (İTÜ)**

OCAK 2009

ÖNSÖZ

Bana bu çalışmayı yapma olanağı veren, çalışmalarımı büyük bir sabır ve özenle inceleyerek, karşılaştığım zorlukları aşmak için bana yol gösteren değerli hocam Doç. Dr. Dilek Enarun'a teşekkür ederim.

Bu tez çalışmasının yapılması sırasında acil durum aydınlatmasında kullanılmak üzere tasarlanan armatürleri üreten Acrolite Grubu'na ve Müh. Kağan Fırat'a, tez çalışması için maddi destek sağlayan ABB Elektrik Sanayi A.Ş.'ye, armatürlerin testlerinin yapılması sırasında çok büyük yardımlarını gördüğüm Müh. Hikmet Durmaz'a, tezin yazım aşamalarında karşılaştığım her tür sorunda desteklerini esirgemeyen Yük. Müh. Lale Erdem ve Yük. Müh. Suna Bolat'a ve arkadaşım Müh. Duygu Bayram'a teşekkürü borç bilirim.

Varlıklarıyla bana her zaman güç veren ve yanımda olan aileme teşekkür ederim.

Bu tez çalışmasının acil durum aydınlatması ve armatür tasarımı ile ilgilenen herkese yardımcı olmasını dilerim.

Aralık 2008

Sezen YILDIRIM

Elektrik Mühendisi

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	xv
SUMMARY	xvii
1. GİRİŞ	1
2. ACİL DURUM AYDINLATMASI.....	3
2.1 Acil Durum Aydınlatmasının Tanımı ve Görevleri	3
2.2 Acil Durum Aydınlatmasının Kullanılması Gereken Mekânlar.....	4
2.3 Acil Durum Aydınlatmasının Sınıflandırılması	4
2.3.1 Yedek amaçlı acil durum aydınlatması	4
2.3.2 Acil kaçış aydınlatması	4
2.3.2.1 Tehlike altındaki alanların aydınlatması	5
2.3.2.2 Kaçış yolu aydınlatması	5
2.3.2.3 Açık alan aydınlatması	7
2.4 Acil Durum Aydınlatmasında Armatürlerin Yerleştirme Esasları	8
2.5 Kamaşma	10
3. ACİL DURUM AYDINLATMASINDA KULLANILAN EKİPMANLAR VE ÖZELLİKLERİ.....	13
3.1 Acil Durum Aydınlatmasında Kullanılan Elektrik Sistemleri	13
3.1.1 Merkezi sistem	13
3.1.2 Besleme gruplarını armatürlerin içinde bulunduran sistemler	14
3.1.3 Merkezi sistem ile besleme gruplarını içinde bulunduran sistemlerin karşılaştırılması.....	14
3.2 Güç Kaynakları	14
3.3 Acil Durum Aydınlatmasında Armatürler.....	15
3.4 Acil Durum Armatürlerinin Çalışma Tipleri.....	16
3.5 Acil Durum Aydınlatmasında Kullanılan Işık Kaynakları.....	18
4. AYDINLATMA ARMATÜRLERİ İLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER VE KULLANILAN MALZEMELER	23
4.1 Bir Aydınlatma Armatüründe Kullanılan Malzemeler.....	23
4.2 Optik Özellikler	25
4.2.1 Yansıtıcılar	25
4.2.2 Yansıma ve yansıma çeşitleri.....	26
4.2.2.1 Yansıtıcı yüzeylerin geometrik özellikleri	27
4.2.3 Dağıtıcılar.....	31
4.2.4 Mercekler ve ışık kırıcılar	31
4.2.5 Ekranlar	32
4.2.6 Renk filtreleri	32
4.3 Malzeme Özellikleri	33
5. ACİL DURUM AYDINLATMASI HESAPLARI	35
5.1 Noktasal Aydınlik Düzeyi Hesabı	35
5.2 Armatürler Arasındaki En Uygun Uzaklığın Bulunması	37

5.2.1 Koridor tavanı ortasına monte edilmiş, ışık dağılım eğrisi simetrik, noktasal armatür.....	38
5.2.1.1 İki armatür arasındaki en uygun uzaklığın bulunması	38
5.2.1.2 Son armatür ile duvar arasındaki en uygun uzaklığın bulunması	40
5.2.2 Koridor duvarına monte edilmiş, ışık dağılımı simetrik, noktasal armatür	42
5.2.2.1 İki armatür arasındaki en uygun uzaklığın bulunması	42
5.2.2.2 Son armatür ile duvar arasındaki en uygun uzaklığın bulunması	43
6. ACİL DURUM AYDINLATMASINDA KULLANILMAK ÜZERE TASARLANAN ARMATÜR ÖZELLİKLERİ VE GELENEKSEL ARMATÜRLERLE KARŞILAŞTIRILMASI	47
6.1 Bir Aydınlatma Armatürünün Yerine Getirmesi Gereken Görevler	47
6.2 Acil Durum Aydınlatması Armatürünün Tasarım Süreçleri	48
6.3 Acil Durum Aydınlatması İçin Tasarlanan Armatürlerin Bileşenleri	51
6.3.1 Işık kaynağı olarak kullanılan LEDler	51
6.3.2 Gövde olarak kullanılan alüminyum	54
6.3.3 Işık dağıtıcı eleman olarak kullanılan cam.....	55
6.4 Armatürlerin Elektriksel Özellikleri.....	55
6.4.1 Sürücü devresi	56
6.5 Armatürlerin Aydınlatma Tekniğine Dair Özellikleri ve Geleneksel Bir Acil Durum Aydınlatma Armatürü ile Karşılaştırılması	59
6.5.1 Armatürlerin ışık dağılım eğrileri	59
6.5.2 Armatürlere ait eş aydınlık düzeyi eğrileri.....	66
6.5.3 Armatürlerin yarattığı kamaşma ile ilgili hesaplar.....	76
6.5.3.1 Kaçış yolu ve açık alanlar için kamaşma hesabı	76
6.5.3.2 Tehlike altında olan bölgeler için kamaşma hesabı	77
6.5.4 Örnek bir kaçış yolu boyunca aydınlık düzeyinin hesaplanması	82
6.5.4.1 A armatürü kullanılarak acil durum aydınlatmasının tasarlanması	82
6.5.4.2 B armatürü kullanılarak aydınlatma sisteminin tasarlanması	84
6.5.4.3 Geleneksel armatür kullanılarak aydınlatma sisteminin tasarlanması	85
6.5.4.4 Tasarlanan acil durum aydınlatma sistemlerinin yaratabilecekleri kamaşmanın incelenmesi	87
6.6 Armatürlerin Belirli Bir Süre Sonunda Ulaştıkları Sıcaklıklar ve Bu Sıcaklığın Çalışmalarına Etkisi	88
7. SONUÇLAR	91
KAYNAKLAR.....	95

KISALTMALAR

LED	: Light Emitting Diode-İşık Yayan Diyot
EN	: European Norme- Avrupa Standardı
BS	: British Standard- İngiliz Standardı
SMD	: Surface Mounted Device- Yüzey Bağlantılı Cihaz
PCB	: Baskılı Devre Kartı
EMI	: Electromagnetic Interference- Elektromanyetik Girişim

SEMBOL LİSTESİ

I_{\max}	: Bakış doğrultusundaki bütün armatürlerden kaynaklanan en yüksek ışık şiddeti
E	: Aydınlık düzeyi
I_D	: Diyod akımı
I_S	: Sızıntı akımı
V_D	: Diyod gerilimi
V_T	: Termal gerilim
τ	: Geçirme faktörü
ρ	: Yansıtma faktörü
E_{ort}	: Ortalama aydınlık düzeyi
a	: Yutma faktörü
Φ	: Işık akısı
L	: Parıltı
γ	: Işığın göze geliş açısı

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Yetersizlik Kamaşması Sınırları.....	12
Çizelge 3.1 : Acil durum aydınlatmasında kullanılan armatürlerin çalışma şekilleri	18
Çizelge 6.1 : A armatürünün 0°-180° düzleminde yarattığı ışık şiddetleri	61
Çizelge 6.2 : A armatürünün 90°-270° düzleminde yarattığı ışık şiddetleri	61
Çizelge 6.3 : B armatürünün 0°-180° düzleminde ışık şiddeti değerleri.....	63
Çizelge 6.4 : B armatürünün 90°-270° düzleminde ışık şiddeti değerleri	63
Çizelge 6.5 : Geleneksel armatürün 0°-180° düzleminde yarattığı ışık şiddetleri	65
Çizelge 6.6 : Geleneksel armatürün 90°-270° düzleminde yarattığı ışık şiddetleri ...	65
Çizelge 6.7 : Kaçış yolu ve açık alan aydınlatması için montaj yüksekliğine bağlı olarak izin verilen en yüksek ışık şiddetleri	76
Çizelge 6.8 : Tehlike altında olan bölgeler için montaj yüksekliğine bağlı olarak izin verilen en yüksek ışık şiddeti değerleri	78
Çizelge 6.9 : A armatüründen 0°-180° düzleminde kullanıcıların gözüne gelen ışığın geliş açısı ve en yüksek ışık şiddetleri.....	79
Çizelge 6.10 : A armatüründen 90°-270° düzleminde kullanıcıların gözüne gelen ışığın geliş açısı ve en yüksek ışık şiddetleri.....	79
Çizelge 6.11 : B armatüründen 0°-180° düzleminde kullanıcıların gözüne gelen ışığın geliş açısı ve en yüksek ışık şiddetleri.....	80
Çizelge 6.12 : B armatüründen 90°-270° düzleminde kullanıcıların gözüne gelen ışığın geliş açısı ve en yüksek ışık şiddetleri.....	81
Çizelge 6.13 : Geleneksel armatürden 0°-180° düzleminde kullanıcıların gözüne gelen ışığın geliş açısı ve en yüksek ışık şiddetleri	81
Çizelge 6.14 : Geleneksel armatürden 90°-270° düzleminde kullanıcıların gözüne gelen ışığın geliş açısı ve en yüksek ışık şiddetleri	82
Çizelge 6.15 : Aydınlatma hesabının her üç armatür içinde karşılaştırılması	87
Çizelge 6.16 : Armatürlerin bir saatlik çalışma süresi sonunda ulaştıkları sıcaklıklar	89

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Acil durum aydınlatmasının sınıflandırılması	4
Şekil 2.2 : Kaçış yolu aydınlatması	5
Şekil 2.3 : Kaçış yolu aydınlatması aydınlık düzeyleri.....	6
Şekil 2.4 : Açık alanlar gösterimi	7
Şekil 2.5 : Açık alan aydınlatması	7
Şekil 2.6 : Kullanıcının bakış doğrultusu ve kamaşma bölgesi	11
Şekil 3.1 : Diyotların gerçek ve ideal I-V karakteristikleri.....	20
Şekil 4.1 : Küresel ayna	28
Şekil 4.2 : Bir parabolün gösterimi	29
Şekil 4.3 : Paraboloidal Ayna	29
Şekil 4.4 : Bir elipsin gösterimi	30
Şekil 4.5 : Elipsoidal Ayna	30
Şekil 4.6 : Işığın kırılma indisleri farklı iki düzlemde kırılması.....	31
Şekil 5.1 : Noktasal aydınlık düzeyi hesabında kullanılan değişkenlerin gösterimi .	36
Şekil 5.2 : Kaçış yolu aydınlatmasında merkez çizgi ve merkez bant gösterimi.....	37
Şekil 5.3 : İki armatür arasındaki mesafelerin gösterimi	38
Şekil 5.4 : Armatürler arasındaki uzaklık için birinci koşul	39
Şekil 5.5 : Armatürler arasındaki uzaklık için ikinci koşul	39
Şekil 5.6 : Son armatürün duvara olan mesafesi.....	40
Şekil 5.7 : Son armatür ile duvar arasındaki mesafe için birinci koşul.....	41
Şekil 5.8 : Son armatür ile duvar arasındaki mesafe için ikinci koşul.....	41
Şekil 5.9 : Koridor duvarına monte edilmiş bir acil durum armatürünün yaratacağı aydınlık düzeyinin sınırları.....	42
Şekil 5.10 : Koridor duvarına monte edilmiş armatürlerin aralarındaki mesafenin bulunması için birinci koşul	42
Şekil 5.11 : Koridor duvarına monte edilmiş armatürlerin aralarındaki mesafenin bulunması için ikinci koşul	43
Şekil 5.12 : Koridor duvarına monte edilmiş son armatürün gösterimi.....	44
Şekil 5.13 : Son armatürle duvar arasındaki mesafenin bulunması için birinci koşul	44
Şekil 5.14 : Son armatürle duvar arasındaki mesafenin bulunması için ikinci koşul	45
Şekil 6.1 : Tasarım sürecindeki birinci armatürle ilgili taslak.....	48
Şekil 6.2 : Tasarım sürecindeki ikinci armatürle ilgili taslak	49
Şekil 6.3 : A armatürünün karşıdan görünüşü	49
Şekil 6.4 : A armatürü.....	50
Şekil 6.5 : B armatürünün karşıdan görünüşü.....	50
Şekil 6.6 : B armatürü	51
Şekil 6.7 : Çeşitli minyatür LEDler	52
Şekil 6.8 : Soğutucu ile birlikte kullanılmış güç LEDleri.....	53
Şekil 6.9 : Seçilen LEDlerin boyutları.....	54
Şekil 6.10 : Bir çapraz çevirici.....	57

Şekil 6.11 : Tasarlanan sürücü devresi.....	59
Şekil 6.12 : A armatürüne ait ışık dağılım eğrisi	62
Şekil 6.13 : B armatürünün ışık dağılım eğrisi	64
Şekil 6.14 : Geleneksel armatüre ait ışık dağılım eğrisi	66
Şekil 6.15 : A armatürünün 1,8 m. uzaklıkta yarattığı eş aydınlık düzeyi eğrileri	67
Şekil 6.16 : A armatürünün 2 m. uzaklıkta yarattığı eş aydınlık düzeyi eğrileri	68
Şekil 6.17 : A armatürünün 2,5 m. uzaklıkta yarattığı eş aydınlık düzeyi eğrileri	69
Şekil 6.18 : B armatürünün 1,8 m. uzaklıkta yarattığı eş aydınlık düzeyi eğrileri	70
Şekil 6.19 : B armatürünün 2 m. uzaklıkta yarattığı eş aydınlık düzeyi eğrileri	71
Şekil 6.20 : B armatürünün 2,5 m. uzaklıkta yarattığı eş aydınlık düzeyi eğrileri	72
Şekil 6.21 : Geleneksel armatürün 1,8 m. uzaklıkta yarattığı eş aydınlık düzeyi eğrileri	73
Şekil 6.22 : Geleneksel armatürün 2 m. uzaklıkta yarattığı eş aydınlık düzeyi eğrileri	74
Şekil 6.23 : Geleneksel armatürün 2,5 m. uzaklıkta yarattığı eş aydınlık düzeyi eğrileri	75
Şekil 6.24 : Tehlikeli bölgelerde armatür ve kullanıcıların konumu	78
Şekil 6.25 : A armatürü kullanılarak yapılan aydınlatma hesabında armatürlerin temsili yerleşimi	84
Şekil 6.26 : B armatürü kullanılarak yapılan aydınlatma hesabında armatürlerin temsili yerleşimi	85
Şekil 6.27 : Geleneksel armatür kullanılarak yapılan aydınlatma hesabında armatürlerin temsili yerleşimi	86
Şekil 6.28 : Armatürlerin sıcaklıklarının zamana bağlı değişimi.....	89

ACİL DURUM AYDINLATMASINDA KULLANILMAK ÜZERE IŞIK KAYNAĞI OLARAK IŞIK YAYICI DİYOT KULLANAN BİR ARMATÜR TASARIMI

ÖZET

Bu tez çalışması acil durum aydınlatmasında kullanılmak üzere ışık yayıcı diyot kullanan bir aydınlatma armatürünün tasarımını ele almaktadır. Gün geçtikçe ilerleyen teknoloji ve buna paralel olarak gittikçe karmaşıklaşan endüstriyel faaliyetler ve şirket yapıları, bu tür yerlerin sürekli artan çalışan sayısı, insanların sosyal faaliyetler için gittikleri mekanların hacimlerinin büyümesi bu mekanları kullananların güvenliklerinin sağlanmasını bir zorunluluk haline getirmiştir. 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.

Tez çalışmasının ikinci bölümünde acil durum aydınlatması ile ilgili detaylı bilgi verilmiştir. Acil durum aydınlatmasının sınıflandırılması, bir aydınlatma sisteminin sağlaması gereken özellikler verilmiş, çeşitli standartlarla karşılaştırılmalar yapılmış, acil durum aydınlatma armatürlerinin yerleştirilmesi ve bu armatürlerin yaratacakları kamaşmalar ile ilgili bilgiler verilmiştir.

Üçüncü bölümde acil durum aydınlatmasında kullanılan güç sistemleri, enerji kaynakları anlatılmış, kullanılan armatürlerin çalışma prensipleri ile ilgili gerekli bilgiler verilmiş ve bu armatürlerde kullanılan ışık kaynakları anlatılmıştır.

Tez çalışmasının dördüncü bölümünde aydınlatma armatürleri ile ilgili detaylı bilgiler verilmiştir. Bir aydınlatma armatüründe beklenen özellikler anlatılmış, armatürlerin elemanları hakkında bilgi veriler verilmiştir. Bu bölümde ayrıca aydınlatma armatürlerinde kullanılan malzemeler de tanıtılmıştır.

Beşinci bölümde acil durum aydınlatmasına ait aydınlatma hesaplarının nasıl yapılacağı anlatılmıştır. Bu bölümde acil durum aydınlatma armatürünün koridor tavanı ortasına ve ve koridor duvarına monte edilmesi durumunda yapılacak aydınlatma hesapları anlatılmıştır.

Altıncı bölümde acil durum aydınlatmasında kullanılmak üzere tasarlanan acil durum aydınlatma armatürü ile ilgili bilgiler verilmiş ve bu armatürler acil durum aydınlatmasında kullanılan kompakt floresan lambalı bir armatürler karşılaştırılmıştır. Öncelikle bu armatürlerde kullanılan malzemeler ve bu malzemelerin seçimi ile ilgili bilgiler verilmiş, armatürlerin elektriksel özellikleri incelenmiştir. Armatürlerin aydınlatma tekniğine ait özellikleri detaylı olarak anlatılmış ve bu armatürlerin kullanıldığı örnek bir kaçış yolu aydınlatması hesabı yapılmıştır.

A LIGHTING FIXTURE DESIGN USING LIGHT –EMITTING DIODE AS A LIGHT SOURCE FOR EMERGENCY LIGHTING

SUMMARY

This thesis is a dealing with design of a lighting fixture for emergency lighting using light–emitting diode as a light source. As the technology improves, the structure of industrial places gets complicated, the number of employee increases, the volumes of the social places like malls enlarges, the security of people becomes an important issue. Emergency lighting is important both for evacuation of the places and complete the the dangerous works that may be happening, in the case of emergency.

The basics and classification of emergency lighting, is defined in the second chapter. The qualifications which a lighting system must meet are stated and compared with different standards. Positioning the luminaries and the glare which will be caused are defined briefly.

In the third chapter the power sources and energy sources are explained, the working principles of the lighting fixtures and light sources used are stated.

The fourth chapter examines the the specifications of the lighting fixtures. The components of lighting fixtures are defined and also the materials used in producing the lighting fixtures are explained.

Fifth chapter is reserved for illumination calculations in emergency lighting. Two approaches for positioning the luminaries are explained. First one is the condition that luminaries are placed on the ceiling of escape route and second one is the condition that luminaries are placed on the wall of escape route.

In the sixth chapter the lighting fixtures designed for using in emergency lighting are explained and they are compared with a lighting fixture using a compact fluorescent lamp as a light source. The choice of the materials and information about these materials are explained. The electrical features of the lighting fixtures are stated. The features of lighting fixtures which are related to illumination technique are briefly explained and an escape route lighting, using these fixtures, is calculated and compared.

1. GİRİŞ

Günümüzde insanların çalışma ortamları, sosyal alanları ve evleri hacimsel olarak gittikçe büyümektedir. Bir ofis binasında yüzlerce kişi aynı anda bulunabilir. Alışveriş merkezleri, oteller, hastaneler gibi mekanlar günün her saatinde pek çok insanın bulunduğu yerlerdir. Apartmanlar gittikçe daha çok katlı inşa edilmektedir. Pek çok binada enerjinin kesintisiz olarak sağlanabilmesi çok önemlidir. Her ne kadar enerjinin kesintisiz olarak kullanıcılara ulaştırılması için gerekli birçok düzenleme elektrik idareleri tarafından yapılıyor olsa da kesintisiz enerji sağlanması çok zordur. Pek çok insan elektrik kesintisi ile sayısız defalar karşılaşmıştır. Enerjinin kesilmesi şebekedeki bir arızadan da kaynaklanabilir, deprem, sel, terör olayları gibi sebeplere de dayanabilir. Özellikle ikinci grupta sayılan sebeplerde binaların hızlı ve kullanıcılar için herhangi bir tehlike oluşturulmadan boşaltılabilmesi gerekir. Oysa karanlık ortamlar kullanıcıların kolaylıkla endişelenmesine ve panik yaratmasına sebep olabilir. Daha kalabalık ortamlarda tahliye işlemleri daha büyük karmaşaya sebep olmaktadır. İşte bu nedenle binalarda acil durum aydınlatma sistemlerinin olması gerekir. Acil durum aydınlatma sistemleri, bina içinde bulunan kullanıcıların bir kaçış yoluna ulaşmalarının ve güvenli bir şekilde binayı boşaltmalarının sağlanması, bina içinde yapılan ve tehlike oluşturan işlem ve faaliyetlerin sonlandırılması ve kontrol altına alınması için yararlanılan aydınlatma sistemidir.

Acil durum aydınlatmasında genellikle ışık kaynağı olarak floresan kullanan armatürlerden yararlanılır. Floresan lambalar daha uzun ömürlüdür, bir gecikme olmaksızın hemen devreye alınabilirler, kontrol devrelerinin tasarımı kolaydır. Öte taraftan yarı iletken teknolojilerindeki gelişmelerle birlikte ışık yayıcı diyotlar (LED) aydınlatma alanında daha fazla kullanılmaya başlamıştır. İlk olarak sadece dekoratif aydınlatma için kullanılan LEDler özellikle düşük enerji tüketimleri sebebiyle iç aydınlatma armatürlerinde de yaygın olarak kullanılmaktadır. LEDlerin boyutları küçüktür, floresan ışık kaynaklarına oranla daha uzun ömürlüdürler.

Bu çalışma kapsamında öncelikle acil durum aydınlatma sistemleri, bu sistemlerde kullanılan elemanlar ve özellikleri anlatılmıştır. Çalışmanın ana amacı ise acil durum aydınlatmasında kullanılabilir, ışık kaynağı olarak LED kullanan aydınlatma armatürlerinin tasarlanmasıdır. Bunun için çeşitli basamaklardan geçilerek iki adet aydınlatma armatürü tasarlanmıştır. Bu armatürlerin optik, elektriksel ve aydınlatma tekniği açısından önemli çeşitli özellikleri incelenmiş, birbirleriyle ve acil durum aydınlatmasında kullanılan floresanlı bir armatürle karşılaştırılmışlardır. Ayrıca bu armatürlerle çeşitli acil durum aydınlatması hesapları yapılmış, bu hesapların sonuçları da detaylı olarak incelenmiştir.

2. ACİL DURUM AYDINLATMASI

Bir acil durum aydınlatma sisteminin bileşenlerinin tam olarak kavranabilmesi, tasarlanacak acil durum sisteminin daha sağlıklı olmasını sağlayacaktır. Acil durum aydınlatması dünya çapında belirli standartlara bağlı olarak uygulanmaktadır Bu bölümde acil durum aydınlatmasının tanımı, görevleri, çeşitleri, standartlarda belirlenen uygulama esasları anlatılmıştır.

2.1 Acil Durum Aydınlatmasının Tanımı ve Görevleri

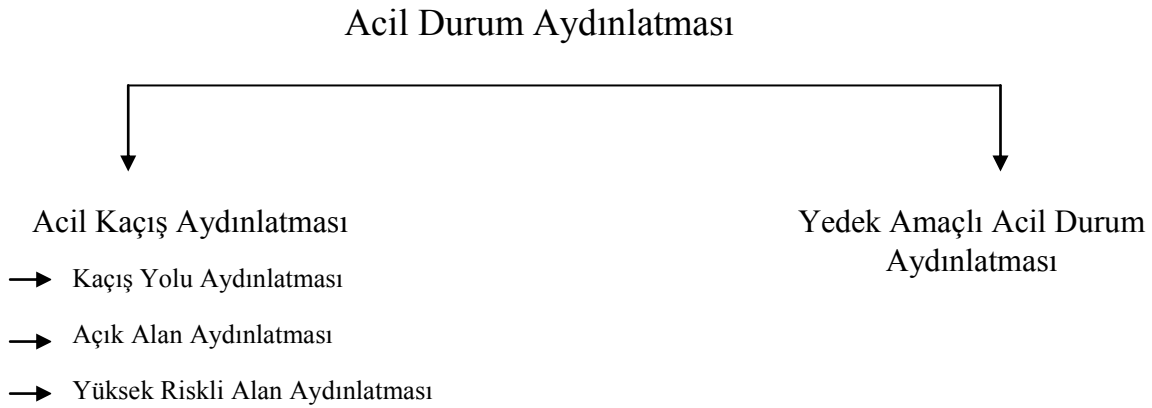
Acil durum aydınlatması; normal aydınlatmanın sel, deprem ve yangın gibi doğal olaylar veya sabotaj, elektrik kesintisi gibi nedenlerle görevini yerine getirememesi durumunda, çok kısa bir sürede devreye girmek üzere tasarlanmış bir aydınlatma sistemi olarak tanımlanabilir. Acil durum aydınlatmasının iki görevi vardır. Birinci ve temel görevi kaçış yolunun aydınlatılması ve acil durumlar esnasından karşılaşılabilecek tehlikelerden korunmanın sağlanmasıdır. İkinci görevi ise sadece enerjinin kesilmesi durumlarından yedek aydınlatmanın sağlanmasıdır. Acil durum aydınlatması hem en kısa sürede devreye girmeli, hem de belirlenen süreler dahilinde devrede kalmalıdır. Acil durum aydınlatma sistemi istenilen aydınlık düzeyine, enerjinin kesilmesinden en fazla 5 saniye sonra ulaşmış olmalıdır. Bu süre kullanıcıların mekâna aşına oldukları durumda 15 saniyeye kadar çıkabilir. Kullanıcıların mekâna aşına oldukları ofis binaları gibi yerlerde acil durum aydınlatmasının 1 saat devrede kalması istenirken otel, hastane, alışveriş merkezi gibi kullanıcıların sürekli bulunmadıkları ve dolayısıyla mekâna alışık olmadıkları yerlerde ise bu süre 3 saate kadar uzayabilmektedir [1]. Acil durum aydınlatması ile aydınlatmanın sağlandığı alan veya kaçış yolu boyunca tüm geçiş yolları, yangın alarm kontrol noktaları, yangın ile mücadele araç yerleri, kaçış işaretleri ve diğer her türlü daimi engel veya tehlikenin kolayca fark edilmesi sağlanmalıdır.

2.2 Acil Durum Aydınlatmasının Kullanılması Gereken Mekânlar

Acil durum aydınlatması çeşitli amaçlarla kullanılan binalarda bulunmalıdır. Bu binalar konutlar, tören, ibadethane, yeme-içme eğlence gibi işlerde kullanılan toplanma amaçlı binalar, eğitim ve sağlık kuruluşları, ceza ve tutuk evleri, ticari binalar, büro binaları, her türlü üretimin yapıldığı endüstriyel tesisler, her türlü ürünün, aracın, hayvanın toplanabildiği depolama amaçlı tesisler olarak sınıflandırılabilir.

2.3 Acil Durum Aydınlatmasının Sınıflandırılması

Acil durum aydınlatmasının iki önemli görevinin bulunduğu yukarıda belirtilmiştir. Buna göre acil durum aydınlatmasının sınıflandırılması Şekil 2.1’de gösterilmiştir [2]



Şekil 2.1 : Acil durum aydınlatmasının sınıflandırılması

2.3.1 Yedek amaçlı acil durum aydınlatması

Yedek amaçlı acil durum aydınlatması normal şartlarda yapılan faaliyetlerin normal besleme kaynağı devreden çıktığında değişikliğe uğramadan devam etmesini sağlayan aydınlatma sistemidir. En uç durumlarda bu aydınlatmanın, normal aydınlatmanın tamamını karşılaması beklenir.

2.3.2 Acil kaçış aydınlatması

Herhangi bir nedenle meydana gelen bir acil durum sırasında bina içinde bulunan insanların binayı mümkün olan en hızlı ve güvenli şekilde terk etmelerine ve ayrıca binada devam etmekte olan tehlikeli işlem ve faaliyetlerin sona erdirilmesine veya

güvenli bir şekilde kontrol altına alınmasına olanak sağlamak üzere tasarlanan aydınlatma sistemidir.

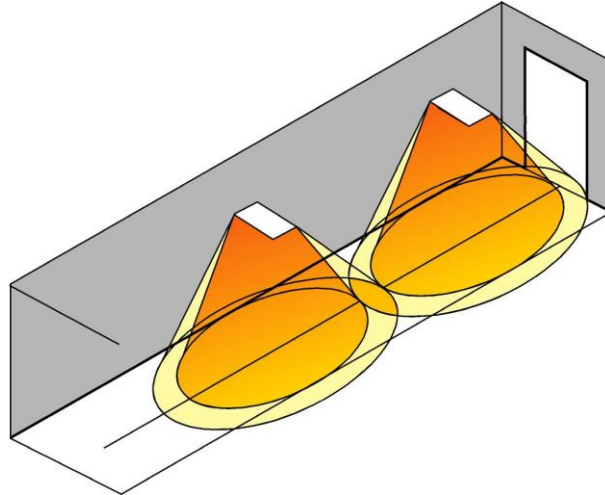
2.3.2.1 Tehlike altındaki alanların aydınlatması

Bir acil durum sırasında tehlike oluşturan çalışmaların devam ettiği mekânlarda ve bu mekânlarla ilişkili işlerin yapıldığı yerlerdeki kişilerin mekânı güvenli bir şekilde terk etmelerini ve tehlike oluşturan çalışmaları kontrol altına alabilmeleri veya sonlandırmalarını, sağlayan aydınlatmadır. Elektrik kesintisinde kapatılması gereken cihazların bulunduğu alanlar, enerji dağıtım, üretim ve endüstriyel kontrol odaları veya kazan, kimyasal banyo ve hareketli makinaların bulunduğu mekânlar yüksek riskli alan kapsamına girmektedir

Normal çalışma koşullarında zeminde sağlanan aydınlık düzeyinin en az %10'u kadar bir aydınlık düzeyi sağlanmalıdır, ancak aydınlık düzeyi 15 lx'ün altına düşmemelidir. Aydınlatma sistemi stroboskopik etkilerden uzak olmalıdır. Aydınlatmanın düzgünlüğü en az %10 olmalı, renklerin düzgün bir şekilde algılanabilmesi için kullanılan ışık kaynaklarının renksel geriverimleri en az 40 olmalıdır. Yetersizlik kamaşması görüş mesafesi içindeki armatürlerin ışık şiddeti yönlerinin sınırlandırılması sayesinde düşük tutulmalıdır [3].

2.3.2.2 Kaçış yolu aydınlatması

Kaçış yolu bir binada herhangi bir noktadan çıkışa kadar uzanan ve kaçış elemanlarını kullanarak oluşturulan yoldur. Kaçış yolu aydınlatması acil durum sırasında insanların kaçış yolu boyunca güvenli bir şekilde ilerleyebilmesi için tasarlanan sistemdir. Kaçış yolu aydınlatması Şekil 2.2'de gösterilmiştir.

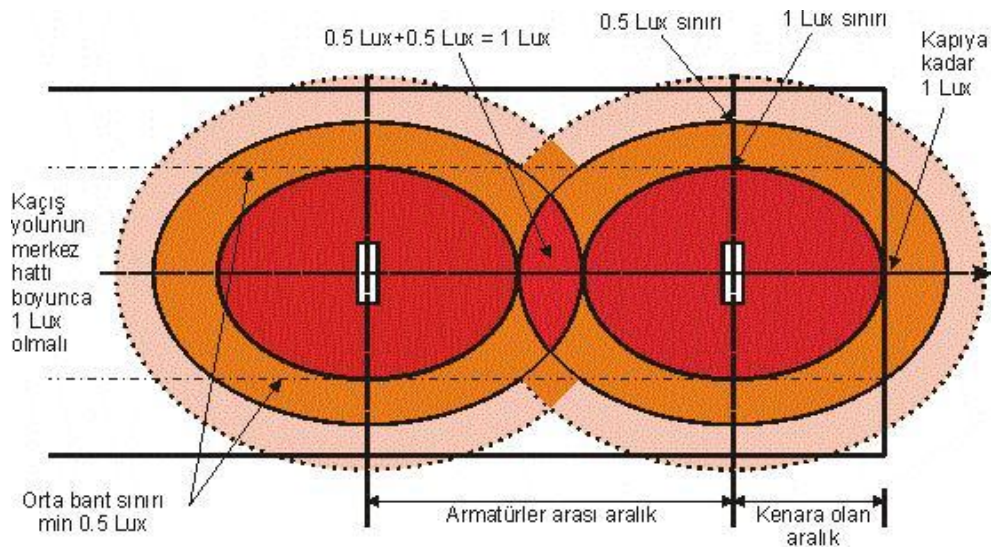


Şekil 2.2 : Kaçış yolu aydınlatması

Kaçış yolu aydınlatması için EN 1838 numaralı Avrupa standardına göre belirlenen şartlar aşağıdaki gibidir [2]:

- 1) Genişliği en fazla 2 metreye kadar olan kaçış yollarında, yolun tam ortasından geçtiği varsayılan hayali bir merkez çizgisi üzerindeki aydınlık düzeyi 1 lx'ten az olmamalıdır.
- 2) Genişliği kaçış yolunun genişliğinin yarısı olarak tanımlanan orta bant üzerindeki aydınlık düzeyi ise merkez çizgi üzerinde sağlanan aydınlık düzeyinin en az %50'si olmalıdır.
- 3) Genişliği 2 metreden fazla olan kaçış yollarında hesaplamalar yapılırken bu yollar genişliği 2 metre olan birden fazla kaçış yolu gibi düşünülmelidir.
- 4) Yetersizlik kamaşması görüş mesafesi içindeki armatürlerin ışık şiddeti yönlerinin sınırlandırılması sayesinde düşük tutulmalıdır.
- 5) Kullanılan lambaların renksel geriverimi 40 olmalıdır.
- 6) Aydınlatma sisteminin bir saatten daha uzun süre devrede kalabilmesi gerekmektedir. Gerekli aydınlık düzeyinin %50'sine 5 saniye içinde ve gerekli aydınlık düzeyine de 60 saniye içinde ulaşılmalıdır.

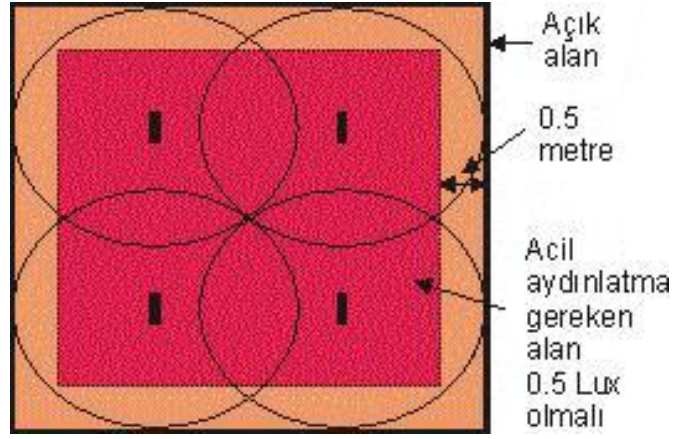
Acil durum aydınlatması ile ilgili İngiliz standardı BS 5266'ya göre ise merkez çizgi üzerinde sağlanması gereken aydınlık düzeyi 0.2 lx, ve orta bant üzerinde sağlanması gereken aydınlık düzeyi ise 0.1 lx olmalıdır [3]. Kaçış yolu aydınlatmasında gerekli aydınlık düzeylerinin gösterimi Şekil 2.3'de verilmiştir.



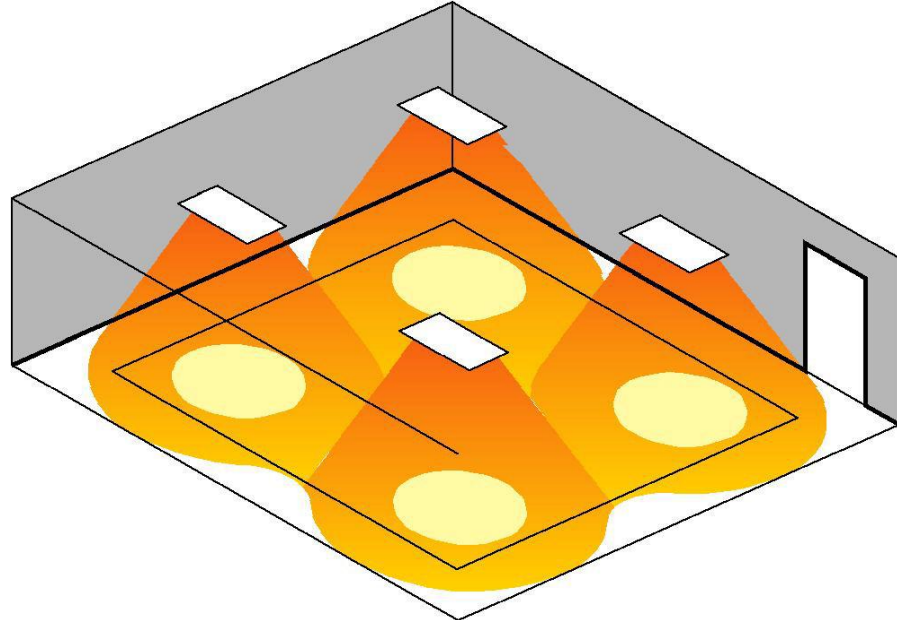
Şekil 2.3 : Kaçış yolu aydınlatması aydınlık düzeyleri

2.3.2.3 Açık alan aydınlatması

60 m²'den büyük alanlar, kaçış yollarının üzerinden geçtiği alanlar ve toplanma alanları için tasarlanan aydınlatmaya açık alan aydınlatması denir [4]. Açık alanlarda alanın her bir kenarından 0,5 metre boşluk bırakılarak aydınlatılacak bir alan elde edilir. Açık alan aydınlatmasında aydınlatılması gereken yerler ise Şekil 2.4'te gösterilmiştir.



Şekil 2.4 : Açık alanlar gösterimi



Şekil 2.5 : Açık alan aydınlatması

Açık alan aydınlatması Şekil 2.5'te gösterilmiştir.

EN 1838 standardına göre açık alan aydınlatması aşağıdaki şartları sağlamalıdır.

- 1) Açık alan aydınlatmasında zemindeki yatay aydınlık düzeyinin en az 0,5 lx olması, ortalama aydınlık düzeyinin ise 1 lx olması gerekmektedir.
- 2) Zeminde sağlanan en yüksek aydınlık düzeyinin en düşük aydınlık düzeyine oranı 40:1'i aşmamalıdır.
- 3) Kullanılan lambaların renksel geriverimi 40 olmalıdır.
- 4) Aydınlatma sistemi istenilen aydınlık düzeyinin %50'sine 5 saniye içinde ve istenilen aydınlık düzeyine de 60 saniye içinde ulaşmalıdır [2].

2.4 Acil Durum Aydınlatmasında Armatürlerin Yerleştirme Esasları

Bir acil durum aydınlatmasının başarıya ulaşabilmesi için armatürlerin yerleştirildiği noktaların önemi büyüktür. Armatürler tavana veya duvarlara monte edilebilirler. Burada önemli olan aydınlatması sağlanan mekânın gereksinimlerine uygun seçimi yapabilmektir. Acil durum aydınlatması sistemi tasarlanırken armatürlerin yerleşimi için aşağıdaki noktalara dikkat edilmesi gerekir.

Çıkış Kapısının Üzeri: Ana çıkış kapısının ve çıkış yolu üzerinde bulunan bütün kapıların üzerinde bir yönlendirme işareti olmalıdır. Montaj yükseklikleri zeminden en fazla 2,5 metre yukarıda olmalıdır.

Son Çıkış Kapısının Dışı: Tahliyenin yavaşlamaması ve binadan çıkanların dışarıda karanlıkta tehlikelere maruz kalmamaları için son çıkış kapısının dışına bir acil durum aydınlatma armatürü yerleştirilmelidir.

Koridorlar ve Koridorların Sonu: Koridorlarda tahliyenin kolaylaştırması için koridorların bir acil durum aydınlatması sistemi ile donatılmış olması gerekir. Koridorun sonunda bulunan kapı üzerinde bir yönlendirme işareti bulunmalıdır.

Dönüş Noktaları: Tahliye sırasında yön değişimi gerekiyorsa, buralarda hızın azalmaması için acil durum aydınlatma armatürü ve yönlendirme işareti kullanılmalıdır.

Koridorların Kesişme Noktaları: Koridorların kesişme noktalarında farklı yönlerden gelen insanların çarpışmaması için acil durum aydınlatma armatürü konulmalıdır ve ayrıca bir de yönlendirme işareti olmalıdır.

İçten Aydınlatılmamış İşaretlerin Yanı: Dışarıdan aydınlatılan ışıksız yönlendirme işaretleri bir acil durum aydınlatma armatürü ile aydınlatılmalıdır ve bu armatürün işaretten yatay düzlemde uzaklığı en fazla 2 metre olmalıdır.

Zemin Seviyesinin Değiştiği Yerler: Zemin seviyesinin değiştiği noktalarda takılıp düşen bir insanın kendisini yaralama olasılığı olduğu gibi arkasından gelenlerin de yaralanma risklerini arttırır, bu sebeple insanların tahliye sırasında takılıp düşmemesi için zemin seviyesinin değiştiği yerlerde bir acil durum aydınlatma armatürü bulunmalıdır.

Armatür basamağın gölgesi oluşmayacak şekilde, düşük seviyeli kısmın üzerine yerleştirilmelidir.

Merdivenler: Merdivenlerde de bir önceki maddede olduğu gibi kullanıcıların düşmelerinin önlenmesi amacıyla acil durum aydınlatma armatürü kullanılmalıdır. Armatür merdivenin gölgesi oluşmayacak şekilde, merdivenin alt tarafının üzerine yerleştirilmelidir. Yangın merdivenleri de aynı koşulda değerlendirilmelidir.

Elektrik kesintisi sırasında yürüyen merdivenler, normal merdiven halini alacaklarından onlar da aynı şekilde aydınlatılmalıdır.

Yangın Söndürme Cihazının Bulunduğu Yerler: Yangın anında acil müdahalenin yapılabilmesi amacıyla yangın söndürme tüplerinin ve yangın dolabının görünür durumda olması gerekir. Bu sebeple bu noktalarda, yatay düzlemde söz konusu noktaya uzaklığı en fazla 2 metre olacak şekilde bir acil durum aydınlatma armatürü yerleştirilmelidir.

Yangın Alarm Butonunun Bulunduğu Yerler: Aniden binanın tahliye edilebilmesi için alarm sistemini devreye sokmak gerekebilir. Bu nedenle alarm sistemlerinin butonlarının olduğu noktalara, yatay düzlemde uzaklıkları en fazla 2 metre olacak şekilde bir acil durum aydınlatma armatürü yerleştirilmelidir.

İlkyardım Malzemelerinin Bulunduğu Yerler: Acil durumlarda yaralanan kişilere ilkyardım yapılarak derhal müdahale edilmesi açısından ilkyardım teçhizatının görünür olması gerekir. Aynı şekilde ilkyardım odalarında da acil durum aydınlatması tesis edilmelidir. Bu noktalarda, teçhizattan uzaklığı yatay düzlemde en fazla 2 metre olacak şekilde bir acil durum aydınlatma armatürü yerleştirilmelidir.

Bina Yerleşim Şemasının Olduğu Yerler: Bina yerleşim ve tahliye planını gösteren şemaların bulunduğu noktaların görünür durumda olması gerekir. Bu sebeple şemaya uzaklığı yatay düzlemde en fazla 2 metre olacak şekilde acil durum aydınlatma armatürü yerleştirilmesi gerekir.

Asansörler: Asansörlerin içi de herhangi bir acil duruma karşı uygun bir şekilde aydınlatılmadadır.

Engelli Tuvaletleri ve 8 m²'den Büyük Tuvaletler: Labirente benzeyen bu tür yerlerde karanlıkta kapının bulunması çok zordur. Karanlıkta panik, düşme ve yaralanmalar olabilir. Bu tür yerler uygun bir şekilde aydınlatılmalıdır.

Tehlike Riski Yüksek Olan Hareketli Makina veya Kimyasal Banyoların Olduğu Alanlar: Tehlike riskinin yüksek olduğu bu tür bölgelerde acil durum aydınlatması yüksek riskli alan aydınlatmasının koşullarını sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır.

Jeneratör Odaları: Elektrik üretim bölgelerinde gerektiğinde elektrik sisteminin kontrol ve kumanda edilebilmesi için bir acil durum aydınlatma sistemi tesis edilmelidir. Bu sistem yüksek riskli alan aydınlatmasının şartlarını sağlamalıdır.

Elektrik ve Kumanda Odaları: Elektrik dağıtım bölgelerinde gerektiğinde elektrik sisteminin kontrol ve kumanda edilebilmesi için bir acil durum aydınlatma sistemi tesis edilmelidir. Bu sistem yüksek riskli alan aydınlatmasının şartlarını sağlamalıdır.

Garajlar ve Yaya Yolları: Bina içlerinde bulunan kapalı garajlarda ve yaya yollarında risksiz bir tahliye için acil aydınlatma armatürü bulunmalıdır [5].

2.5 Kamaşma

Kamaşma bakış doğrultusu içinde, gözün adapte olabildiği yüzey parıltısından daha yüksek değerdeki parıltıların sebep olduğu rahatsızlık, konforsuzluk veya görsel performans ve görünebilirlikteki azalmaya sebep olan duyu olarak tanımlanır [6].

Kamaşma konforsuzluk kamaşması ve yetersizlik kamaşması olarak iki ayrı şekilde incelenebilir.

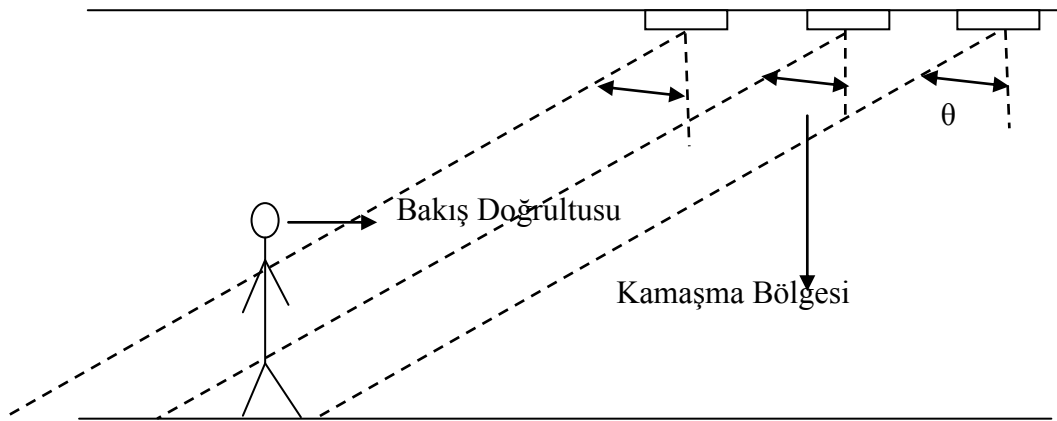
Konforsuzluk kamaşması direkt olarak görüş performansı ya da görünürlüğü etkilemez. Ancak görsel için belli bir rahatsızlık hissi uyandırarak yapılmasına sebep olur. Bu sebeple konforsuzluk kamaşması Alman normlarına göre psikolojik

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 [6,7].

Yetersizlik kamaşması ise göz üzerine saçılan fazla ışığın etkisiyle, görünürlüğü ve görsel performansı düşüren kamaşma şeklidir. Gözün kontrast duyarlılığının azalması ile açıklanabildiğinden 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 [6 ,7].

Genellikle kaçış yolu aydınlatmasında karşılaşılan en önemli sorunlardan birisi yetersizlik kamaşmasıdır. Bu kamaşma türünde armatürlerin parıltısı kullanıcıların gözlerinin kamaşmasına neden olabilir. Kaçış yolu üzerindeki engellerin fark edilmesi zorlaşır.

Bir kişinin maruz kaldığı yetersizlik kamaşması, görüş alanı içindeki armatürlerin ışık şiddetlerine bağlıdır. Kullanıcının bakış doğrultusu ve kamaşma bölgesi Şekil 2.6'da gösterilmiştir.



Şekil 2.6 : Kullanıcının bakış doğrultusu ve kamaşma bölgesi

Kamaşma yaratmayan bir aydınlatma tasarımı için kaçış yolu üzerindeki ortalama aydınlık düzeyi ve kamaşma bölgesinde (70° - 90°) izin verilen en fazla ışık şiddeti değeri arasındaki ilişki aşağıdaki denklem uyarınca hesaplanır [1]

$$I_{\max}=50+2300(E-0,2)^{1,4} \quad (2.1)$$

Burada;

E = Kaçış yolunun merkez çizgisi üzerindeki ortalama yatay aydınlık düzeyi (lx),

I_{\max} =Bakış doğrultusundaki bütün armatürlerden kaynaklanan en yüksek ışık şiddetidir (cd). Kamaşma bölgesinde her bir armatürün maksimum ışık şiddeti $I_{\max 1}$, $I_{\max 2}$, $I_{\max 3}$... şeklinde gösterilir. Bu durumda;

$$I_{\max}=\sum_{i=1}^n I_{\max i} \quad (2.2)$$

Bakış doğrultusuna giren armatürlerden kaynaklanacak yetersizlik kamaşmasının sınırları Çizelge 2.1’de verilmiştir.

Çizelge 2.1 : Yetersizlik Kamaşması Sınırları [2]

Armatürlerin zeminden montaj yüksekliği [m]	Kaçış Yolu ve Açık Alan Aydınlatması En Yüksek Işık Şiddeti [cd]	Yüksek Riskli Alan Aydınlatması En Yüksek Işık Şiddeti [cd]
h	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

3. ACİL DURUM AYDINLATMASINDA KULLANILAN EKİPMANLAR VE ÖZELLİKLERİ

Bir acil durum aydınlatması sisteminin başarısı sadece sistemin tasarımı ve planlanmasına bağlı değildir. Sistemin başarısı ayrıca doğru ekipmanların seçilmesine, düzgün bir montaj yapılmasına ve ömürleri boyunca bileşenlerin bakımlarının düzgün yapılmasına da bağlıdır. Bu bölümde acil durum aydınlatmasında kullanılan armatürlerin besleme sistemleri, ışık kaynakları ve güç kaynakları detaylı olarak incelenecektir.

3.1 Acil Durum Aydınlatmasında Kullanılan Elektrik Sistemleri

Acil durum aydınlatmasında kullanılan armatürlerin beslemesi merkezi bir sisteme bağlı olabilir ya da her armatürün besleme grupları kendi içinde olabilir.

3.1.1 Merkezi sistem

Merkezi bir güç sisteminde güç kaynakları aşağıdakilerden birisi olabilir:

- 1) Akü: Çıkış gerilimi doğru gerilimdir.
- 2) Akü ve çevirici: Çıkış gerilimi alternatif gerilimdir.
- 3) Generatör: Çıkış gerilimi alternatif gerilimdir.

Çıkış güçleri armatürleri beslemek üzere çeşitli devreler aracılığıyla dağıtılmalıdır. Merkezi bir güç sistemi bir şarj devresi, akü, ve kontrol/anahtarlama elemanlarını içerir. Şarj devresi aküleri tamamen boşalmış durumdan itibaren şarj edebilecek şekilde tasarlanmış olmalıdır. Tamamen boşalmış aküler en geç 24 saat içinde tamamen şarj edilmiş olmalıdırlar.

Genel olarak acil durum kaçış yolu aydınlatması için kullanılan kablolar diğer elektrik kaynaklarına giden kablolar ile aynı koruyucu kılıf içine yerleştirilmemelidir. Ortak bir kanalın kullanılmasının zorunlu olduğu durumlarda acil durum aydınlatması için kullanılan kablolar diğer kablolardan güçlü, katı ve yanıcı olmayan bir madde ile ayrılmış bir şekilde yerleştirilmelidir [1].

3.1.2 Besleme gruplarını armatürlerin içinde bulunduran sistemler

Eğer bir armatürün besleme grubu bu armatürün içindeyse o zaman besleme grupları aşağıdakiler gibi olabilir.

- 1) Akü: Çıkış gerilimi doğru gerilimdir.
- 2) Akü ve çevirici: Çıkış gerilimi alternatif gerilimdir.

Güç kaynağı bir şarj devresi üzerinden normal aydınlatma sisteminde kullanılan şebekeye bağlanan aküleri içerir. Aküler, şebeke üzerinden şarj edilirler. Tamamen boşalmış aküler en geç 24 saat içinde şarj edilmelidir [1].

3.1.3 Merkezi sistem ile besleme gruplarını içinde bulunduran sistemlerin karşılaştırılması

Her iki besleme grubunun da 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 olabilir ve bu grupların dayanacağı sıcaklıklar daha fazla olabilir ancak bunun yanında ayrı bir kablolamaya ihtiyaç duyulur, akülere düzenli bakım yapılması gerekir, ayrı bir akü odasına ihtiyaç duyulabilir 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 sökölüp 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 arttırabilir [1].

3.2 Güç Kaynakları

Acil durum aydınlatmasında kullanılan güç kaynakları generatörler ve aküler olarak ikiye ayrılır. Generatörlerde çıkıştan alternatif gerilim alınırken, akülerde ise çıkıştan doğru gerilim alınır.

Generatörler

Genel olarak generatörler elektrikle çalışan cihazları uzun süre beslemek için kullanılırlar da eğer 5-15 saniye içinde devreye girebilirse acil durum aydınlatması için de faydalanılabilirler. Generatörlerin enerjinin kesilmesi durumunda otomatik olarak devreye girmesi bir zorunluluktur. Generatörler devreye ancak gecikmeli olarak girebildikleri için ve hastane gibi insan hayatının devamlılığı için enerjinin hiç kesilmemesi gereken yerlerde, gecikme süresince aydınlatma sistemlerine ve diğer sistemlere gereken enerjiyi sağlayacak bir akü grubu tahsis edilmelidir. Bu akü grubu en az bir saat boyunca gereken enerjiyi sağlayacak şekilde seçilmelidir. 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].

Aküler

Merkezi güç sistemleri, kendi besleme gruplarını içeren sistemler ve generatörlere yol vermek için kullanılan akülerin pek çok çeşidi vardır. Bu akülerin maliyet ve performans karakteristikleri de birbirlerinden oldukça farklıdır. Merkezi güç sistemleri için en az 10 sene ömürlü ve kendi besleme gruplarını içeren sistemler için de en az 4 sene ömürlü aküler seçilmelidir [1].

3.3 Acil Durum Aydınlatmasında Armatürler

Acil durum aydınlatmasında kullanılan armatürler bağımsız ya da yardımcı armatürler olarak adlandırılırlar. Her ikisi de kaçış işaretleri ve kaçış yolu aydınlatması için kullanılabilir. Armatürler BS 4533 numaralı standarda uygun olarak tasarlanmalı ve imal edilmelidir [8]. Bu standarda göre;

- 1) Armatürlerin nominal çalışma gerilimleri açıkça belirtilmiş olmalıdır.
- 2) Armatürlerin kullandığı lambalar ve sağladıkları ışık akıları açıkça belirtilmelidir.

- 3) Bağımsız armatürlerin çalışma süreleri belirtilmeli, bu armatürler akülerini şebekeden şarj edecek şekilde tasarlanmalıdır. Bağımsız armatürlerin acil durumda çalışması kısa devre, toprak teması veya şebekeye olan bağlantının kopması gibi durumlardan etkilenmemelidir.
- 4) Uygun olan bir şekilde çevre sıcaklığı ile ilgili bilgi verilmelidir.
- 5) Merkezi bir güç kaynağından beslenen kombine acil durum aydınlatması armatürlerinde normal durum ve acil durum besleme sistemleri arasında uygun bir yalıtım yapılmalıdır.

Bağımsız Armatürler

Genel olarak bağımsız armatürler şarj/sensör birimlerini, akülerini ve lambalarını, floresan lambalar için çevirici devrelerini, içlerinde bulunduran armatürlerdir. Bu armatürler şebeke geriliminin olduğu durumlarda akülerini bir akü şarj devresi üzerinden şarj ederler. Bu akü şarj devresi kullanım gereksinimlerine göre bir trafo ve doğrultucu grubundan veya bir doğrultucu ile doğru akım çeviricisinden oluşturulabilir. Normal besleme sistemi kesintiye uğradığında ışık kaynağı akülerle beslenir.

Bu tip armatürlerin aküleri tamamen boşalmalarını takip eden 24 saat içinde şarj edilmiş olmalıdır [1].

Yardımcı Armatürler

Yardımcı armatürler, yedek amaçlı bir generatör veya bir akü grubu olabilecek merkezi bir güç sisteminden beslenirler. Doğru gerilimle floresan lamba kullanan bir yardımcı armatürde çevirici grubuna ihtiyaç duyulacaktır.

Parıldayan Çıkış İşaretleri

Sisteme bakım yapmanın çok zor olduğu durumlarda kendiliğinde parlayan çıkış işaretlerinden yararlanılabilir. Işık radyoaktif gaz element olan fosforun aktifleştirilmesiyle elde edilir. Bu izotopların işarettaki bozunmaya bağlı olarak değişen belirli bir ömürleri vardır [1].

3.4 Acil Durum Armatürlerinin Çalışma Tipleri

Acil durum aydınlatma armatürleri çalışma tiplerine göre kesintide yanan, sürekli yanan ve kombine sistem olarak üçe ayrılır [5].

Kesinti Sırasında Çalışan Armatürler

Bu tip armatürler şebeke gerilimi mevcutken çalışmazlar, şebeke arızası durumunda yanmaya başlar. Yaygın olarak kullanılan bu armatürler kullanıcıların binaya aşına oldukları büro gibi mekânlarda kullanılabilir [1, 5].

Sürekli Çalışan Armatürler

Bu tip armatürler şebeke gerilimi varken yanarlar, herhangi bir arıza durumunda da çalışmaya devam ederler. Bazı durumlarda lambalar harici bir anahtarla devre dışı bırakılabilirler. Bu özelliklerinden dolayı bazı cihazlar gündüz söndürülüp gece güvenlik aydınlatması olarak kullanılabilirler. Bu armatürler topluma açık çarşı, alışveriş merkezi, otel gibi yerler ve sinema, tiyatro, eğlence merkezleri gibi kullanımı yoğun olan mekânlarda tercih edilirler [1, 5].

Kombine Kesintide Yanan Armatürler

Bu çalışma tipinde kullanılan armatürler iki lambaya sahiptir. Lambalardan biri normal aydınlatma armatürü olarak görev yapmakta ve arzu edildiği takdirde bir anahtar yardımıyla söndürülebilmektedir. İkinci lamba ise yalnızca normal aydınlatmanın devreden çıkması durumunda çalışmakta ve acil durum aydınlatmasını sağlamaktadır [1, 5]




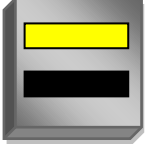
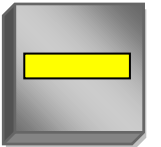


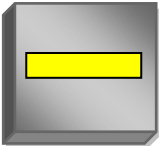
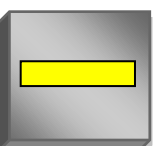


Kombine Sürekli Yanan Armatürler

Bu çalışma tipinde kullanılan armatürler iki lambaya sahiptir. Lambalardan biri normal aydınlatma armatürü olarak görev yapmakta ve arzu edildiği takdirde bir anahtar yardımıyla söndürülebilmektedir. Her iki lamba şebeke arızası durumunda devreye girmektedir [1, 5].

Acil durum aydınlatmasında kullanılan armatürlerin çalışma şekilleri Çizelge 3.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1 : Acil durum aydınlatmasında kullanılan armatürlerin çalışma şekilleri

	Kesintide	Sürekli Yanan	Kombine	Kombine
Çalışma Modu	Yanan	Armatürler	Kesintide	Sürekli
	Armatürler		Yanan	Yanan

Şebeke Gerilimi Mevcut				
				
Şebeke Gerilimi Mevcut Değil				

3.5 Acil Durum Aydınlatmasında Kullanılan Işık Kaynakları

Acil durum aydınlatmasında kullanılan ışık kaynaklarının ortak özelliği, enerjilendikleri zaman hızlı bir şekilde ışık vermeleridir. Genel olarak acil durum aydınlatmasında akkor telli lambalar ve floresan lambalar kullanılmıştır ancak son zamanlarda LEDler (Işık Yayıcı Diyotlar) de göz önüne alınmaya başlamıştır.

Akkor Telli Lambalar

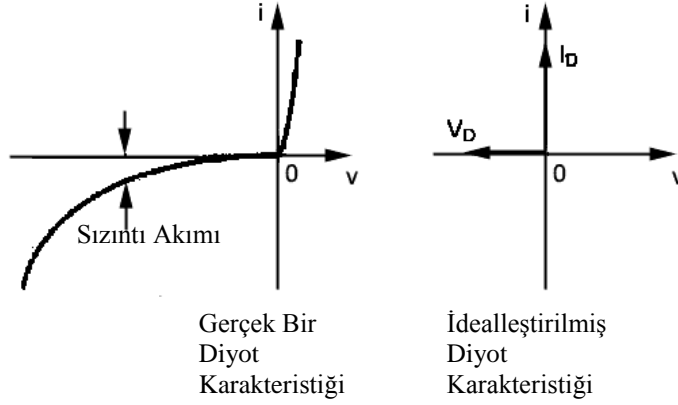
Akkor telli lambalar alternatif gerilim veya doğru gerilimle herhangi bir kontrol birimine ihtiyaç duymadan rahatlıkla çalışırlar, ancak ömürleri kısa, verimleri düşüktür ve gerilim dalgalanmalarına karşı son derece hassastırlar. Bunun yanında akkor telli lambalar ortam sıcaklık değışikliklerinden çok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

Fluoresan Lambalar

Sıcak ve soğuk katot tüplerinin her ikisi de acil durum aydınlatmasında yaygın olarak kullanılırlar. Eğer alternatif akımla çalışıyorlarsa çalışmaları sırasında lamba akımının düzenlenmesi için kontrol devresine ihtiyaç duyarlar. Fluoresan lambaların ömürleri uzundur, verimlilikleri yüksektir ve gerilimin dalgalanmalarına karşı akkor telli lambalara göre daha dayanıklıdırlar. Ancak ortam sıcaklığının değışimine çok duyarlıdırlar, sıcaklık değışimi çalışmaya başlamalarını ve ışık çıktılarını etkiler [1].

Işık Yayan Diyotlar (LED)

Diyotlar güç elektroniği devrelerinde, genellikle anahtarlama elemanı olarak kullanılan yarı iletken elemanlardır. Diyotların çalışma prensibi bir p-n jonksiyonuna dayanır. Anot gerilimi, katot gerilimine göre pozitif olduğunda diyot iletme geçer ve ileri doğru kutuplanmıştır denilir. İletim durumunda çok düşük bir gerilim düşümü vardır. Katot potansiyelinin anota göre pozitif olduğu durumda ise diyot geri yönde kutuplanmıştır ve artık iletim durumunda değildir. Geri yönde kutuplanmış bir diyottan sızıntı akımı adı verilen mili ve mikroamperler düzeyinde çok küçük bir akım akar ve bu akım ters yönde devrilme gerilime ulaşınca kadar akmaya devam eder. Bir diyotun gerçek ve idealleştirilmiş I-V karakteristikleri Şekil 3.1'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1 : Diyotların gerçek ve ideal I-V karakteristikleri

Bir diyotun gerçek i-v karakteristiği Schockley diyot denklemi olarak adlandırılan denklem uyarınca çıkarılabilir. Bu denkleme göre;

$$I_D = I_s(e^{V_D/nV_t} - 1) \quad (3.1)$$

olarak hesaplanır.

Burada;

I_D = Diyotun akımı

I_s = Sızıntı akımı

$n=1$ veya 2 arasında değişen salınım katsayısı olarak adlandırılan ampirik bir katsayı

V_t = termal gerilimdir.

Çoğu çalışma durumunda diyotlar ideal olarak kabul edilebilirler [9, 10].

Işık yayıcı diyotlar (LED) ise üzerlerinden geçen akıma göre ışık sağlayan diyotlardır. Bu şekilde ışık üretimine elektrolüminesan ışık üretimi adı verilir, hem optik hem de elektriksel bir takım olayların sonucudur. Elektrolüminesan ışık üretiminin temeli bir malzemenin içindeki elektronların ve elektron deliklerinin tekrar konumlandırılmasıdır. Elektronlar bağlı buldukları yörüngeden ayrılırken bir enerji açığa çıkar ve bu enerji de foton olarak salınır. Yeniden konumlandırmadan önce elektronlar ve elektron delikleri bir p-n jonksiyonu oluşturmak üzere veya yüksek enerjili elektronların yüksek bir elektriksel alan sayesinde hızlandırılarak açığa çıkması ile ayrılırlar [11].

LEDlerin üretecekleri ışığın dalga boyu p-n jonksiyonunu oluşturan malzemelerin bant açıklık enerjisine bağlıdır. Işığın rengi de dalga boyu ile tanımlıdır. LEDlerde beyaz ışık iki farklı şekilde elde edilir. Birincisi yöntem ana renkleri oluşturan kırmızı yeşil ve mavi LEDlerin doğru oranlarda birleştirilmesidir. İkincisi ise mavi renkli LEDlerin yüzeylerinin fosfor ile kaplanarak beyaz renkli ışığın elde edilmesidir [12].

LEDler ortamın sıcaklığından etkilenirler. Soğuk ortamlarda daha iyi aydınlatma sağlarlar. Ayrıca bir sürücü devresine ihtiyaç duyarlar. Ömürleri uzundur.

4. AYDINLATMA ARMATÜRLERİ İLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER VE KULLANILAN MALZEMELER

Genel olarak ışık kaynakları iyi bir aydınlatmanın gereklerini yalnız başına yerine getiremezler. Bu bakımdan ışık kaynaklarının, özellikle akkor telli ve cıva buharlı lambaların ve teknolojiye gelişmelerle beraber kullanılan LEDlerin de bir aydınlatma armatürü ile kullanılması gerekir. Bir aydınlatma armatürünün görevleri üç maddede toplanabilir.

- 1) Çıplak lambanın ışık dağılım eğrisine kumanda etmek ve ona istenilen ışık dağılım eğrisi şeklini vermek
- 2) Kamaşmayı önlemek
- 3) Estetik hislere ve konfor gereksinimlerine yanıt vermek.

4.1 Bir Aydınlatma Armatüründe Kullanılan Malzemeler

Bir aydınlatma armatüründe kullanılan malzemeleri iki ana başlıkta toplamak mümkündür.

- 1) Işığı geçiren malzemeler: Cam, kâğıt, ipek gibi
- 2) Işığı yansıtan malzemeler: Ayna, gümüş, krom, emaye gibi.

Işığı geçiren ve yansıtan malzemeler, üzerine düşen ışığın bir kısmını da yutar. Yani bir malzeme için yansıtma ve geçirme faktörlerinden başka ışığı yutma faktörü de söz konusudur. Genel olarak bir armatürün malzeme örneğine dik doğrultuda gelen ışık akısı Φ_o , geçen ışık akısı Φ_τ , yansıyan ışık akısı Φ_p , ve yutulan ışık akısı da Φ_α ile gösterilirse;

$$\text{Geçirme faktörü } \tau = \frac{\Phi_\tau}{\Phi_o} \quad (4.1)$$

$$\text{Yansıtma faktörü } p = \frac{\Phi_p}{\Phi_o} \quad (4.2)$$

$$\text{Yutma faktörü } \alpha = \frac{\Phi_\alpha}{\Phi_o} \quad (4.3)$$

olarak tanımlanır.

$$\tau + p + \alpha = 1 \text{ 'dir.} \quad (4.4)$$

Işığın geçirici malzeme için yutma kaybı, ayrıca malzemenin kalınlığına bağlıdır; yani malzeme ne kadar kalın olursa, yutma kaybı da o kadar fazla olur. Işığın geçiren homojen bir malzemede yutma kaybı için Lambert-Beer yasası geçerlidir. Bu yasaya göre ışığı geçiren homojen bir malzemeye giren ışık akısı Φ_1 , malzemenin birim kalınlığına karşılık gelen yutma faktörü A_1 ve malzemenin kalınlığı a ise, malzemenin diğer tarafına ulaşan ışık akısı Φ_2 ;

$$\Phi_2 = \Phi_1 e^{-aA_1} \quad (4.5)$$

olur. Bu formül şu şekilde çıkarılır. Işık geçirici bir malzemeye giren Φ_o ışık akısı önce bir yansımaya maruz kalır. Çünkü malzemenin optik yoğunluğu çevreninkinden farklıdır. Dolayısıyla Φ_o ışık akısının ancak Φ_1 kısmı malzemeye girer ($\Phi_1 < \Phi_o$). Birim kalınlığa karşılık olan yutma faktörü A_1 Lambert-Beer Yasası'na göre malzeme girişinden x uzaklığında dx kalınlığındaki tabakada yutulan $d\Phi$ ışık akısı;

$$d\Phi = -A_1 \Phi dx \quad (4.6)$$

dir. Burada dx yalnız bırakılır ve $x=0$ 'dan $x=a$ 'ya kadar integral alınır

$$\Phi_2 = \Phi_1 e^{-aA_1} \quad (4.7)$$

bağıntısı bulunur. Φ_2 ışık akısının bir kısmı sınır yüzeyinde tekrar yansır ve böylece malzemenin öbür tarafına Φ_τ ışık akısı geçer ($\Phi_\tau < \Phi_2$) [13].

Eğer geçirici ve yansıtıcı malzemenin yüzeyi optik bakımdan pürüzlü ise veya malzemede optik yoğunlukları farklı parçacıklar varsa, bu takdirde çok taraflı yansıma veya kırılmadan dolayı az veya çok kuvvetli olmak üzere bir ışık dağılımı meydana gelir. Eğer malzemeye gelen ışık Lambert Yasası'na uygun olarak dağılırsa, bu takdirde ideal dağılıma söz konusu olur. Dağılmış ışığın yanında aynasal

veya doğrusal ışık bileşeni varsa, bu takdirde karma yansıma veya karma geçirme söz konusu olur. Işığın geçirici veya yansıtıcı malzeme için paralel geçirme, aynasal yansıtma, ideal dağıtıcı geçirme, ideal dağıtıcı yansıtma, karma geçirme, karma yansıtma durumları ayırt edilebilir.

Işığın dağıtıcı malzemeler hiçbir şekilde paralel veya aynasal bileşen içermeseler dahi, ışığın dağıtma bakımından büyük farklar gösterirler. Bir malzemenin ışığın ideal dağıtma derecesine, ancak malzemenin parıltısı her doğrultuda sabit ise erişilir ($L_{\alpha}=L$ =sabit).

4.2 Optik Özellikler

Bir armatürdeki optik elemanlar ışık kontrol elemanlarıdır. Bunlar ışığın kırılması, yansıtması, dağıtılması ve çeşitli renklere göre filtrelenmesinden sorumlu olan ve kamaşmasız bir ışık dağılımını sağlayan elemanlardır. Işık kontrol elemanları;

- 1) Yansıtıcılar
- 2) Mercekler ve ışın kırıcılar
- 3) Dağıtıcılar
- 4) Ekranlar
- 5) Renk filtreleridir.

4.2.1 Yansıtıcılar

Işık kaynağından çıkan ışığın biçimlendirilmesi ve buna bağlı olarak gerekli yerlerde istenilen nitelik ve nicelikte aydınlık düzeyinin elde edilmesi armatürler sayesinde olur. Bu biçimlendirme, ışık kaynağının yaydığı ışığın amaca uygun olarak oluşturulmuş armatürlerde kimi yüzeylerden yansıtılması ve/veya kimi yüzeylerden geçirilmesi ile elde edilir.

Lamba ışığının denetim altına alınması, yani belli konum ve büyüklükteki bir düzlem üzerine düşmesi ya da belli bir açı içinde kalan doğrultulara yönelmesi gereken koşullarda, ışığın yansıma yolu ile şekillenmesi önem taşır. Yansımanın biçimi ise söz konusu koşulların sağlanmasında belirleyici rol oynar.

Işığı yansıtıcı malzemenin kullanılışı, iyi bir yansıtma faktöründen başka, dış etkilere dayanıklılık ve kolay temizlenme özelliklerine bağlıdır. Günümüzde alüminyum, gümüş, plastik, ayna gibi pek çok yansıtıcı yüzeyden yararlanılmaktadır.

4.2.2 Yansıma ve yansıma çeşitleri

Yansıma, homojen bir ortam içerisinde ışık ışınlarının yansıtıcı bir yüzeye çarparak yön ve doğrultu değiştirip geldiği ortama geri dönmesi olayına denir. Bir yüzeyden yansıyan ışık, o yüzeye giden ışığın ufak ya da büyük bir bölümü olabilir. Bu doğrudan doğruya malzemenin yansıtma faktörü (ρ) ile belirlenir. Yani yüzeyin yansıtma çarpanı büyükse, yüzeyden yansıyan ışın çok, eğer yüzeyin yansıtma çarpanı küçükse yüzeyden yansıyan ışın azdır. Yüzeyden yansıyan ışığın hangi doğrultuya ne oranda yansıtacağı ise yüzeyin dokusu ile ilgilidir. Yansıtma biçimleri; aynasal yansıma (düzgün yansıma), izotrop yayınlık yansıma, yayınlık yansıma ve karma yansıma olmak üzere dört grupta toplanır [14].

Düğüün Yansıma

Bir yüzeyin pürüzleri, yüzeye gelen ışığın dalga boyundan daha küçükse, ışık yüzey normali ile eşit açı yaparak yansır ve gelen ışın, yüzey normali, yansıyan ışın aynı düzlem içinde bulunur. Yansıyan ışının yüzey normali ile yaptığı açı gelen ışının yüzey normali ile yaptığı açıya eşittir. Bu durum yansıma kurallarının tam olarak uygulandığı durumdur. Düğüün yansımanın olduğu yüzeyler ayna gibi parlak yüzeylerdir. Bu tür yansıtıcılar, belli doğrultularda yoğun ışığın gerektiği projektör, spot ve yol aydınlatması armatürlerinde kullanılır [14].

Armatür üretiminde kullanılan düzlem yansıtıcılar arasında en uygun olanı alüminyum yapraklarıdır. Bunun haricinde saf alüminyum, gümüş, krom, plastik, cam, krom, paslanmaz çelik gibi yansıtıcı malzemeler de kullanılabilir [13].

İzotrop Yayınlık Yansıma

Bir yüzeyin pürüzleri, yüzeye gelen ışığın dalga boyundan daha büyükse, yansıyan ışık ışınlarını gösteren vektörlerin uçları, yüzeye teğet bir küre oluşturur. Bu yansımada gelen ışığın doğrultusunun hiçbir belirleyiciliği yoktur, yansıyan ışık her doğrultuya yayılır. Bu tür yansıma yapan yüzeyler tam mattır.

Teorik olarak kusursuz bir izotrop yayınlık yansıma, ışığı her açıdan, her yöne yayandır. Açı değişikliklerinde yüzeyin parlaklığı değişmez. Mat-bitmiş metal ve

düzleştirme boya ları izotrop yay ınık yans ıma yüzeyi sa ğ lar. İzotrop yay ınık yans ımaya sebep olan yans ıtıcı lar iç aydınlatma armatürlerinde düzgün da ğ ılımlı aydınlık düzeylerinin sa ğ lanması istenen armatürlerde kullanılır [14].

Yay ınık Yans ıma

Düzgün yans ıma ile izotrop yay ınık yans ımının oluş turdu ğ u iki sınır durum arasındaki ara yans ıma biçimleridir. Yay ınık yans ıma biçiminde, yüzeye gelen ış ığın do ğ rultusu, yans ıyan sonsuz do ğ rultudaki ış ığın baskın do ğ rultusunu belirler. Bu baskın do ğ rultuda, yani düzgün yans ımının olaca ğ ı do ğ rultuda, az ya da çok bir yans ıma fazlalığı olur. Bu tür yans ıma yapan yüzeyler ipek kumaş lar, deri ve deri taklidi plastik yüzeyler, çok parlak olmayan ya ğ lı boyalı yüzeylerdir [14].

Kar ışı k Yans ıma

Düzgün yans ıma ile izotrop yans ıma ya da yay ınık yans ıma biçiminin birlikte olması durumudur. Üstü parlak ve saydam bir nesne ile kaplı mat/ipe ğ imsi yüzeyler (peş peşe iki tür yans ıma) ve tozlanmış parlak yüzeyler (yan yana iki ayrı tür yans ıma) kar ışı k yans ıma yaparlar. Cilalı mermer, ahş ap yüzeyler, tozlu, kirli ya da az bu ğ ulanmış cam yüzeyler bu tür yans ıma yapan yüzeylere örnek olarak verilebilir [14].

4.2.2.1 Yans ıtıcı yüzeylerin geometrik özellikleri

Bir aydınlatma armatüründe yer alan yans ıtıcının, üzerine gelen ış ınları hangi do ğ rultuda ya da do ğ rultularda yans ıtaca ğ ı veya bir düzlem üzerinde nasıl bir aydınlık düzeyi da ğ ılımı sa ğ layaca ğ ı temelde onun ış ık yans ıtma biçimi ve geometrik özelliklerine ba ğ lıdır. Genel olarak aydınlatma armatürlerinde kullanılan yans ıtıcı yüzey biçimleri iki sınıfta toplanabilir.

- 1) Düzlem yüzeyler
- 2) Düzlem olmayan yüzeyler.

Düzlem Yüzeyler

Düzlem yüzeylerde olan düzgün yans ımalarda ış ık kayna ğ ından çıkan ış ınlar, kaynak ile yans ıtıcı yüzey arasındaki uzaklık ve yans ıtıcı yüzey büyüklü ğ une ba ğ lı olarak de ğ iş ik do ğ rultulara belli aç ılarla yans ır. Yani kaynak-yüzey arası uzaklık ya da

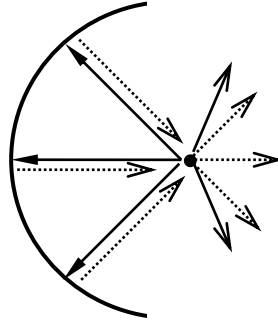
yüzey büyüklüğü göz önüne alınarak, yansıtıcıdan yansıyan ışıkları belli doğrultulara göndermek ve istenilen aydınlık düzeylerini elde etmek olanaklıdır.

Düzlem yüzeylerde olan izotrop yansımada ise ışık kaynağından çıkan ışınlar, yansıtıcı yüzeyin her noktasından sonsuz doğrultuya yayılır. Bu nedenle yansıyan ışığın doğrultusu düzgün yansıma yapan yüzeyler gibi kolaylıkla belirlenmez [14].

Düzlem Olmayan Yüzeyler

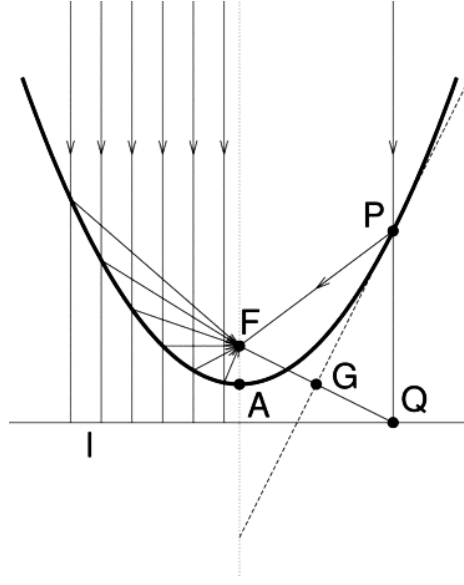
Düzlem olmayan yansıtıcı yüzeyler küresel, paraboloidal ve elipsoidal şekillerde olabilir.

Küresel yansıtıcılar, örneğin projeksiyon tekniğinde ters yönde giden ışığı ışık noktasına saptırmada kullanılır [13]. Küresel yansıtıcılarda daire ya da küre merkezine yerleştirilmesi durumunda, yüzeyden yansıyan ışınlar tekrar merkeze dönerler. Kaynağın merkezden başka bir yerde olması durumunda, yüzeyin noktalarına teğetler çizilerek yansıyan ışınların doğrultusu saptanır. Ancak bu durumda yansıyan ışınların hangi yöne gideceklerini önceden kesin olarak bilmek imkânsızdır [14]. Bir küresel aynanın gösterimi Şekil 4.1’de verilmiştir.



Şekil 4.1 : Küresel ayna

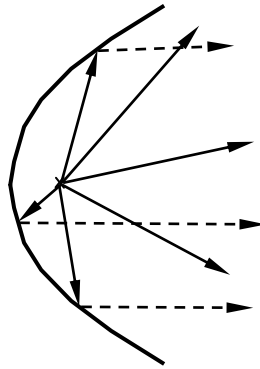
Parabol, bir düzlemde alınan sabit bir d doğrusu ile sabit bir F noktasından eşit uzaklıktaki noktaların geometrik yeri olarak tanımlanır [15]. Bir parabolün gösterimi Şekil 4.2’de verilmiştir.



Şekil 4.2 : Bir parabolün gösterimi

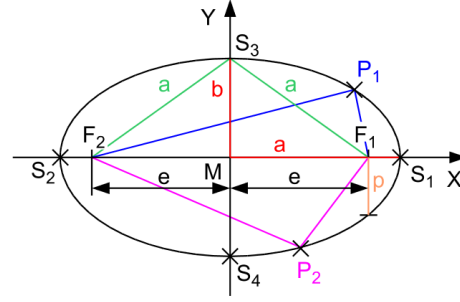
Sabit F noktasına parabolün odağı, d doğrusuna da parabolün doğrultmanı denir. AF doğrusuna parabol eksenini denir. Parabol, bu eksene göre simetrik iki koldan ibarettir.

Paraboloidal yansıtıcılar, özellikle projektör ve dar ışık demetli reflektör içinde ışığın toplanmasını sağlar. Eğer ışık kaynağı noktasal ve tam odak noktasında bulunuyorsa böyle bir ayna paralel bir ışık demeti üretir. Kaynağın odaktan başka yerde olması durumunda, yüzeyin noktalarına ait teğetler çizilirse, yansıyan ışıkların eksene paralel gitmeyeceği görülebilir [13,14]. Şekil 4.3'te bir paraboloidal ayna gösterimi verilmiştir.



Şekil 4.3 : Paraboloidal Ayna

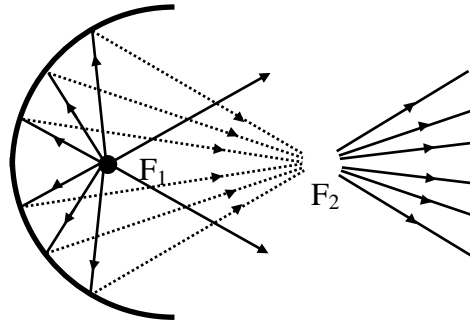
Elips, verilen iki noktaya (F_1 , F_2) uzaklıkları toplamı sabit olan noktaların geometrik yeri. Verilen bu iki noktaya elipsin odakları denir. Elips, aynı zamanda bir koni ile bir düzlemin ara kesitinden ibaret olan kapalı ikinci dereceden bir eğridir [16]. Şekil 4.4'te bir elips gösterimi verilmiştir.



Şekil 4.4 : Bir elipsin gösterimi

Elipsoidal yansıtıcılar ışığı odaklamakta başarılı oldukları ve gölge oluşumuna sebep olmadıkları için özellikle ameliyat masası aydınlatmasında kullanılırlar [13].

Işık kaynağının elipsin birinci odağına yerleştirilmesi durumunda, yüzeye gelen ışınlar, ikinci odaktan geçerek belli bir koni tepe açısı içine yansır. Elipsin etek uzunluğu ve/veya eksantrisitesi değiştirilerek değişik konik tepe açıları elde edilebilir ve böylece yansıyan ışıkların yayıldıkları yüzey alanının büyüklüğü istenildiği gibi ayarlanabilir. Kaynağın odaklardan başka bir yerde olması durumunda yüzeyin noktalarına ait teğetler çizilerek yansıyan ışınların doğrultuları saptanır. Bir elipsoidal aynanın gösterimi Şekil 4.5'te verilmiştir.



Şekil 4.5 : Elipsoidal Ayna

Yansıtıcı aydınlatma armatürlerinde ışık şiddetinin saptanması, dolayısıyla ışık dağılım eğrilerinin bulunması her zaman kolay olmaz. Ayrıca ışık şiddetinin tanımlanabilmesi için kaynağın noktasal olarak var sayılabileceği bir uzaklıktan incelenmesi gerekir. Bu uzaklık kritik veya sınır uzaklığı olarak adlandırılır. Işık yayan cisimlerde ve dağıtıcı aydınlatma armatürlerinde %1 hata ile kritik uzaklık, aygıtın en büyük boyutunun 10 katı olarak alınabilir. Oysa yansıtıcı armatürlerde

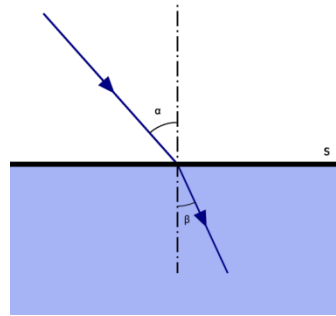
kritik uzaklığın belirlenmesi hayli zordur. Örneğin ideal paraboloidal yansıtıcı için kritik uzaklık sonsuzdur. Fakat pratikte ışık kaynağı hiçbir zaman noktasal değildir ve yansıtıcı da teorik şeklinden biraz da olsa farklıdır. Bu yüzden kritik uzaklığı asla sonsuz olamaz [13].

4.2.3 Dağıtıcılar

Lambadan çıkan ışığın her yöne düzgün bir şekilde dağıtılması ve bu sayede kamaşmanın azaltılması için armatürlerde yarı saydam ışık dağıtıcı malzemeler kullanılır. Dağıtıcılar genelde akkor telli lambalar için opal camdan, floresan lambalar için de yarı saydam plastikten kullanılır. Dekoratif armatürler içinse zaman zaman parşömenler kullanılır. Armatürde kullanılan dağıtıcı yüzeyin yüksek miktarda ışık emilmesi ile yüksek derecede ışık dağılımı gösteren bir yüzey olması çok önemlidir. Ayrıca iyi bir dağıtıcı kullanılması durumunda da lamba ile yüzey arasında belli bir mesafenin olması çok önemlidir. Böylece aşırı ısınma sebebiyle malzemenin özelliklerinin bozulmasının önüne geçilir [13].

4.2.4 Mercekler ve ışık kırıcılar

Kırılma ışığın bir ortamdan diğerine geçerken yön değiştirmesi olarak tanımlanabilir. Sabit bir yol izleyerek ayırıcı bir yüzeye çarpan ışık, ortamların kırıcılık indislerine göre kırılır. Örneğin hava ortamında yol alan ışık ışını, su ortamına gelir ve su ortamına geçerken normale belli bir açı yapacak şekilde kırılır. Işığın kırılma indisleri farklı iki düzlemde kırılması Şekil 4.6'da verilmiştir.



Şekil 4.6 : Işığın kırılma indisleri farklı iki düzlemde kırılması

Kırılma kurallarına göre çok kırıcı ortamdan az kırıcı ortama geçen ışık yüzey normalinden uzaklaşacak şekilde kırılır. Az kırıcı ortamdan çok kırıcı ortama geçen ışık için de normale yaklaşacak şekilde kırılır.

Aydınlatma armatüründeki kırılma olayları havadan-cama olan kırılma yani merceklerde olan kırılmalar ve havadan-plastiğe doğru olan yani ışın kırıcılarda olan kırılmalardır.

Genel olarak uygun yön kontrol çıkışı mercek kullanımına gerek duymadan elde edilebilir. Ancak, sahne ve sinema aydınlatmasında, belli uzaklıktan hedefe doğru büyük miktarlarda ışığın yönlendirilmesi gerekir. Bu tip aydınlatmalar sadece mercekler ile gerçekleştirilebilir. Mercekler çoğu zaman hafif, sağlam ve ince camlardan imal edilirler. Delik açıklıkları oldukça büyüktür [13]. Temelde konkav ve konveks olarak adlandırılan iki çeşit mercek vardır. Konveks lensler yani ince kenarlı mercekler toplayıcı merceklerdir. Merceğe paralel gelen ışınlar, odak noktasından geçecek şekilde kırılırlar, odak noktasından gelen ışınlarsa merceğe paralel bir yol izlerler. Kalın kenarlı yani konkav mercekler ise dağıtıcı mercekler olarak bilinirler. Merceğe paralel gelen ışınlar uzantıları ikinci odakta olacak şekilde kırılarak mercekten çıkarlar. Birinci odağa doğru gelen ışınlarsa mercek eksenine paralel bir şekilde merceği terk ederler.

Işık kırıcılar ise bir lamba tarafından yayılan ışığa yön kontrolü sağlanması gerektiğinde kullanılır.

4.2.5 Ekranlar

Bir aydınlatma armatürünün ışığını kontrol etmek ya da yönlendirmek için veya lambaları gözden saklamak için kullanılan elemanlardır. Ekranlar armatürün içinde veya dışında olabilir. Armatürün içine yerleştirilen ekranlarda yansıtıcı yüzey ve armatür gövdesi ekran oluşturacak şekilde tasarlanabilir. Ancak bu tür ekranlamaların, ışık kaynağını gözden saklamaya yetmediği durumlarda lambaları ekranlamak üzere armatürün dışına yerleştirilen uygun bir ilave yapılabilir. Bu tür ilavelerin gereken durumlarda armatürün ışık dağılım eğrisine de etki etmesi sağlanır ve arzu edilen noktalara ışığın yönlendirilmesi sağlanır [14].

4.2.6 Renk filtreleri

Her lambanın kendine has bir ışık rengi vardır ve bu ışık rengi genellikle yeterlidir. Ancak bu ışık renginin yeterli olmadığı durumlarda çeşitli renk filtreleri kullanılabilir. Bu filtreler istenmeyen dalga boylarındaki ışığı tutarlar, böylece filtrenin karşı tarafında arzu edilen renkte ışık elde edilir [14].

4.3 Malzeme Özellikleri

Bir aydınlatma armatürünün yapısal olarak oluşturulmasında kullanılan malzemeler camlar, plastikler, çeşitli metaller ve kaplama malzemeleridir.

Camlar: Cam kristalleşmeden katı duruma gelmiş organik olmayan bir malzemedir. Camlar kimyasal etkilere karşı plastiklerden daha dayanıklıdırlar. Ayrıca camlar armatürün içine kaçabilecek çeşitli yabancı malzemeler ve neme karşı daha iyi bir koruma sağlar. Kullanılacak ışık kaynağının türüne göre, yararlanılacak cam da değişiklik gösterebilir. Örneğin akkor telli lambalarla soda-kireç karışımından oluşan camların kullanılması uygun olabilirken, floresan lambalar için kurşun-alkali camlar kullanılabilir. Yüksek çalışma sıcaklığının olduğu yerlerde kullanılan camlar silikon diyoksitin çeşitli oranlardan kullanılmasıyla elde edilen camlardır [14,17].

Plastikler: Plastikler hafif oldukları için ve inorganik asitlerin etkilerine gösterdikleri direnç nedeniyle armatürlerde kullanılırlar. Plastiklerin yapılarına katılan çeşitli dolgu malzemeleri ile dayanırlıkları, elektriksel özellikleri veya kimyasal dirençleri gibi özellikleri değiştirilebilir. Plastiklerden genellikle aydınlatma armatürlerinde ekranlar, şekilli dağıtıcılar, reflektörler, muhafazalar ve globların yapımında yararlanılır [14,17].

Metaller: Metaller aydınlatma armatürlerinde kullanılan bir başka malzeme türüdür. Metal malzemelerin sorunu genel olarak buldukları ortama göre yüzey yapılarının değişiklik gösterebilmesidir. Aynı metal malzemenin şehir merkezinde, nem oranı yüksek bir bölgede veya bir endüstriyel tesiste kullanılması farklı sonuçlar doğuracaktır. Bu sebeple metal malzemelerin yüzeylerinin koruyucu bir malzeme ile boyanması veya kaplanması uygun bir yaklaşım olacaktır. Çelik, alüminyum, bakır, demir içerikli olmayan çeşitli alaşımlar aydınlatma armatürü imalatında kullanılırlar. Özellikle alüminyum aydınlatma armatürlerinde çok sık kullanılan bir malzemedir. Bunun sebepleri arasında alüminyumun korozyona karşı direnci, hafifliği, manyetik özelliğinin olmaması, iyi ısı ve elektrik iletkenliği olan bir malzeme olması vardır. Alüminyum aydınlatma armatürlerinde yansıtıcı yüzey olarak, muhafazalarda, mekanik parçalarda kullanılabilirler. Alüminyum saf haliyle kullanılabileceği gibi çeşitli maddelerle alaşım halinde de kullanılabilir. Paslanmaz çelikler genellikle dış aydınlatma armatürlerinde kullanılırlar, bakır ise baralar ve elektrik enerjisinin kontrolü ve dağıtımı için gerekli anahtarlama elemanlarında kullanılır. Demir

içermeyen bronz, kalay-bakır alaşımı, pirinç gibi malzemeler ise denizcilik gibi özel uygulama alanlarında kullanılırlar [13,14,17].

Bitiş Yüzeyi Malzemeleri: Bitiş yüzeyleri imalat aşamasındaki malzemeyi kullanıma hazır hale getirmek ve armatürdeki malzemelerde zamanla oluşacak çürümenin önüne geçebilmek için kullanılır. Ancak bitiş yüzeyi malzemelerinin varlığı başlı başına bir koruma şekli değildir. Armatürde kullanılan malzemeler çok dikkatli seçilmelidir. Kaplama malzemelerin çürümenin önüne geçmesi için ya ana malzeme ile çevre arasından sürekli ve deliksiz bir tabaka oluşturulur ya da korunan metalde daha az değerli bir metal kaplama için seçilir. Kaplama elemanı olarak organik, seramik, metal kaplamalar ve bunların dışında kalan yarı iletkenler, cam ve plastik gibi malzemeler kullanılır [14].

5. ACİL DURUM AYDINLATMASI HESAPLARI

Acil durum aydınlatmasında armatürler tavana ya da duvara monte edilebilirler. İstenilen aydınlık düzeylerinin sağlanması için armatürler arasında ve son armatürle duvar arasındaki sağlanması gereken uzaklıkların hesaplanması gerekir. Bu bölümde bu hesapların nasıl yapılacağı anlatılmıştır.

5.1 Noktasal Aydınlik Düzeyi Hesabı

Acil durum aydınlatmasından istenenler, minimum koşullardır, yani istenen aydınlık düzeyleri nominal işletme süresinin sonunda da sağlanıyor olmalıdır ve ister kaçış yollarının ekseninde, ister özellikle tehlike olan yerlerde aydınlık düzeyleri hiç bir zaman ve hiç bir yerde bu istenilen değerlerin altına düşmemelidir. Aydınlik düzeylerinin armatürün en kötü durumu için, örneğin nominal yanma süresinin sonu için, hesaplanmaları ve planlama katsayısı veya eskime katsayısının uygun olarak hesaba katılması gereklidir. Acil durum aydınlatmasında verim yöntemine göre hesap yapılamaz, çünkü tavan ve duvarlardan olan yansımaların aydınlık düzeyine etkileri, söz konusu olan çok düşük aydınlık düzeylerinde, yok denecek kadar azdır. Kullanılabilecek tek hesap yöntemi noktasal aydınlık düzeyi hesabıdır.

Işık dağılım eğrisi bilinen bir armatürün, belirli bir yöndeki ışık şiddetini okumak mümkündür. Söz konusu ışık şiddeti ile beraber noktasal aydınlık düzeyi aşağıda anlatıldığı şekilde hesaplanır [18].

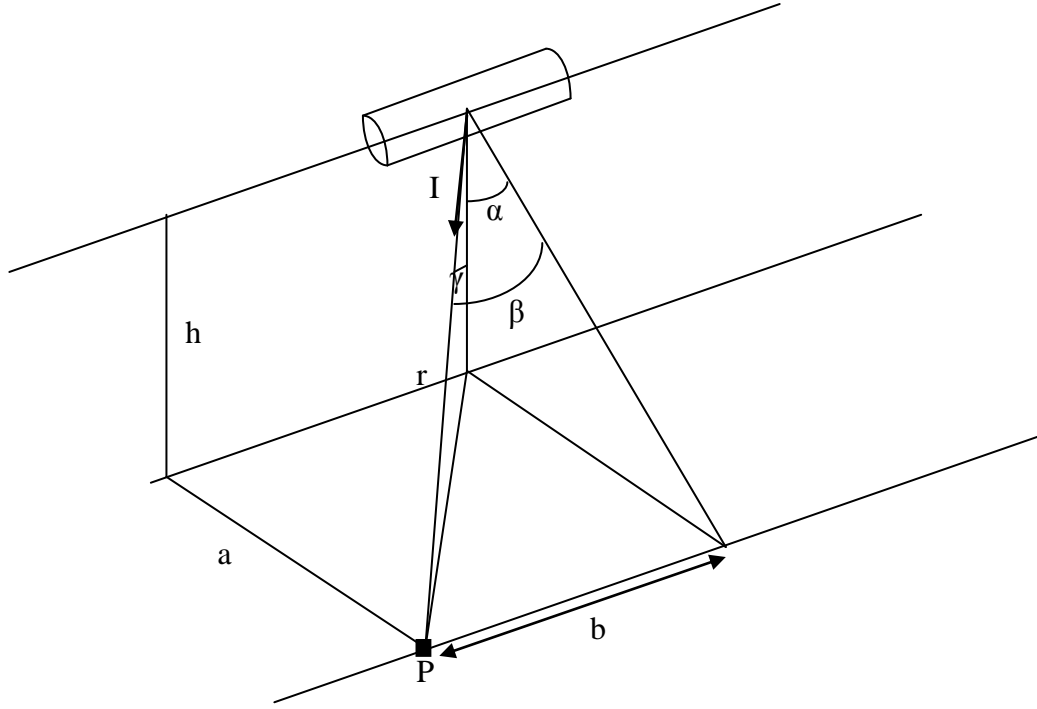
Burada;

h montaj yüksekliği

a ve b armatürden uzaklık

γ ışığın göze geliş açısıdır.

Noktasal aydınlık düzeyini hesabında kullanılan değişkenler Şekil 5.1'de gösterilmiştir.



Şekil 5.1 : Noktasal aydınlık düzeyi hesabında kullanılan değişkenlerin gösterimi

$$E_p = \frac{I_\gamma}{r^2} \cos \gamma \quad (5.1)$$

$$\cos \gamma = \frac{h}{r} \quad (5.2)$$

$$r = \frac{h}{\cos \gamma} \quad (5.3)$$

$$E_p = \frac{I_\gamma}{\left(\frac{h}{\cos \gamma}\right)^2} \cos \gamma \quad (5.4)$$

$$E_p = \frac{I_\gamma}{h^2} \cos^3 \gamma \quad (5.5)$$

$$r^2 = a^2 + b^2 + h^2 \quad (5.5)$$

$$\cos \gamma = \frac{h}{\sqrt{a^2 + b^2 + h^2}} \quad (5.6)$$

$$E_p = \frac{I_\gamma}{h^2} \left(\frac{h}{\sqrt{a^2 + b^2 + h^2}} \right)^3 \quad (5.7)$$

$$E_p = I_\gamma \frac{h}{(a^2 + b^2 + h^2)^{3/2}} \quad (5.8)$$

formülleri uyarınca aydınlık düzeyi hesabı yapılabilir. Birden fazla armatür varsa, her armatürün katkısı lineer olarak toplanabilir.

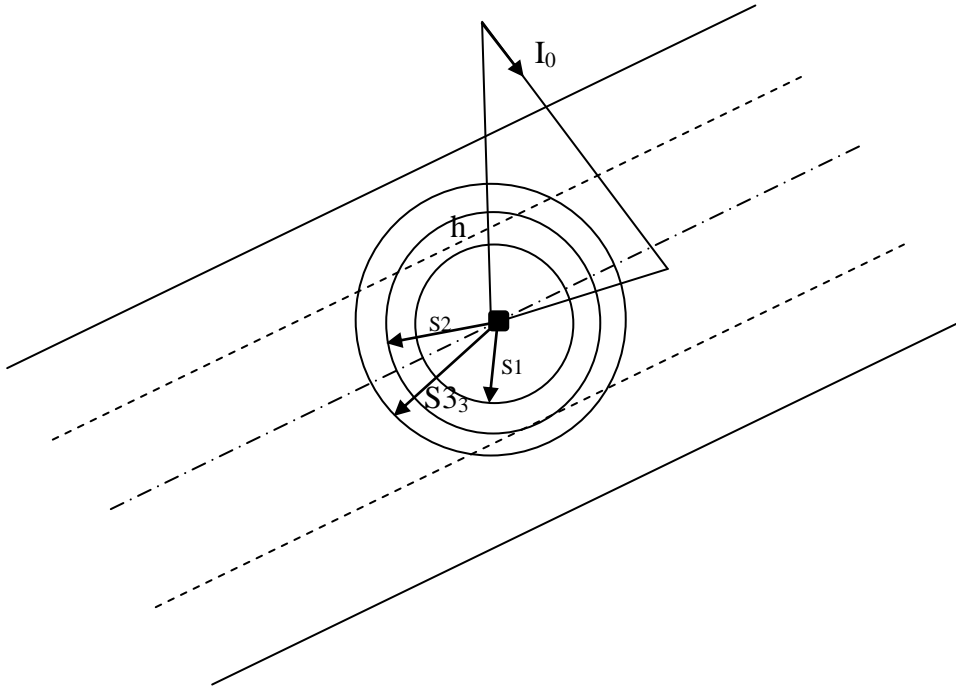
$$E_T = \sum_{i=1}^n E_i \quad (5.9)$$

Ancak acil durum aydınlatmasında genellikle tek armatür için hesap yapmak yeterli olur çünkü armatürlerin birbirlerinden uzaklıkları nispeten büyüktür. Bu sebeple bir armatürün diğeri civarında yaratacağı aydınlık düzeyi ihmal edilebilir derecede küçük olmaktadır. Bu nedenle bir armatür veya bir armatüre komşu diğeri iki armatürü de kapsayacak şekilde en fazla üç armatür için hesap yapılır [18].

5.2 Armatürler Arasındaki En Uygun Uzaklığın Bulunması

Acil durum aydınlatmasında istenen aydınlık düzeyleri sağlanırken, en az sayıda armatür kullanılmasına özen gösterilmesi gerekir. Bu sebeple hesaplar yapılırken, armatürler arasındaki mesafe için en uygun değerin bulunması gerekir [18].

Gerekli aydınlık düzeyleri standartlarda, iki metreye kadar olan kaçış yollarında merkez çizgide 1 lx, ve merkez bant üzerinde de 0.5 lx olarak ifade edilmiştir. Şekil 5.2'de kaçış yolu aydınlatmasında merkez çizgi ve merkez bant gösterimleri verilmiştir.



Şekil 5.2 : Kaçış yolu aydınlatmasında merkez çizgi ve merkez bant gösterimi

Armatürlerin ışık dağılım eğrisinin düzgün ve simetrik olması durumunda, zeminde armatürün merkezinin tam altında bulunan bir noktadan başlayarak dışarıya doğru konsantrik olarak açılacak dairelerin üzerlerindeki aydınlık düzeyleri azalma yönünde olacaktır.

5.2.1 Koridor tavanı ortasına monte edilmiş, ışık dağılım eğrisi simetrik, noktasal armatür

Acil durum aydınlatmasında kullanılan armatürler koridor tavanına monte edilebilirler.

Bütün hesaplarda

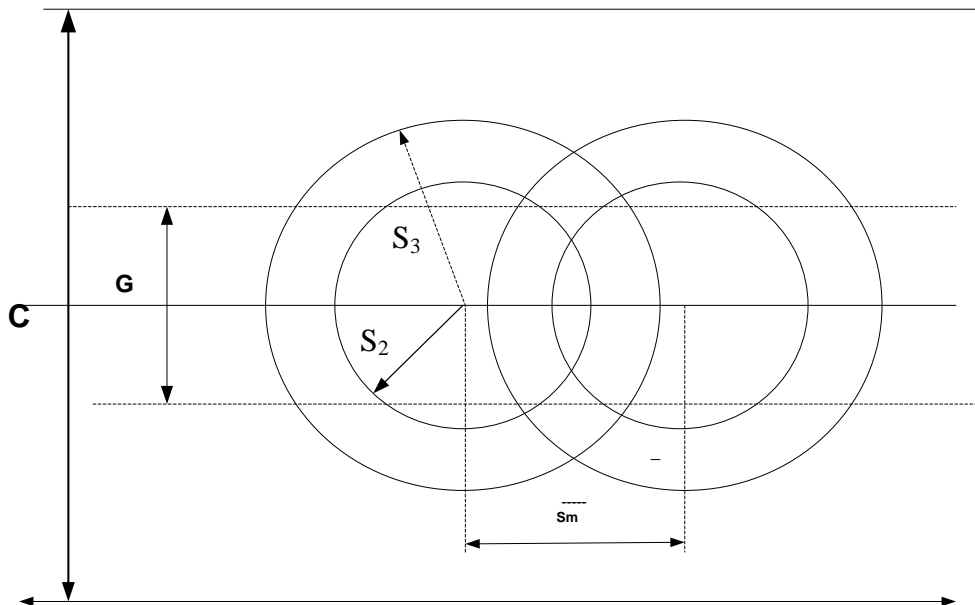
S_1 = Merkez çizgi üzerinde sağlanması istenen aydınlık düzeyi değerinin sağlandığı noktanın konumu

S_2 = Merkez bantta sağlanması istenen aydınlık düzeyi değerinin sağlandığı noktanın konumu

S_3 = Merkez bantta sağlanan aydınlık düzeyi değerinin yarısının sağlandığı noktanın konumu

g = Merkez bant genişliğidir [18].

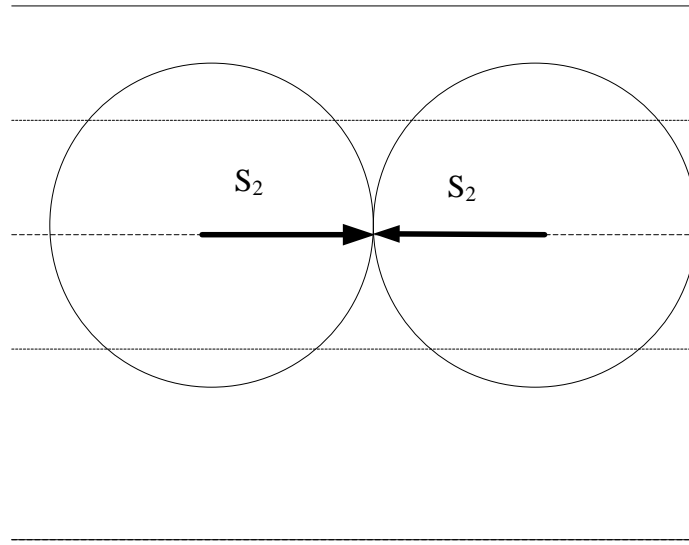
5.2.1.1 İki armatür arasındaki en uygun uzaklığın bulunması



Şekil 5.3 : İki armatür arasındaki mesafelerin gösterimi

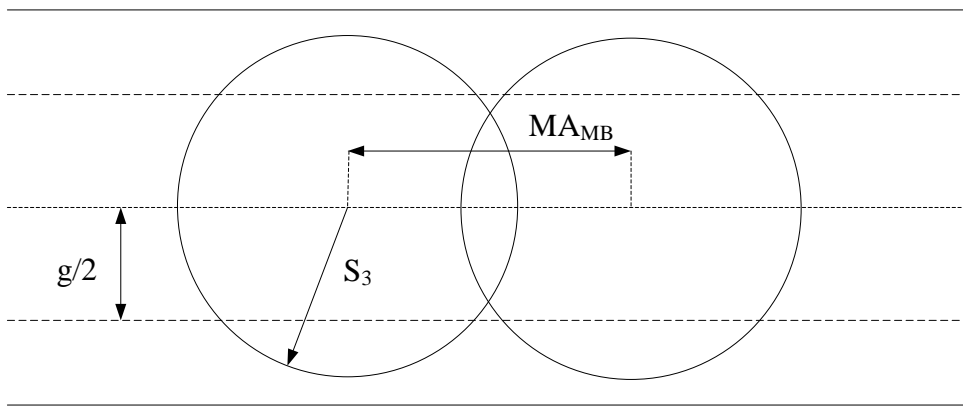
Şekil 5.3’de iki armatür arasındaki mesafelerin gösterimi verilmiştir. Buna göre merkez çizgi ve merkez bant üzerinde istenen aydınlık düzeylerinin koşullarının sağlanması için iki kontrolün yapılması gerekir.

Minimum armatür uzaklığı ile merkez çizgide istenilen aydınlık düzeyinin bulunması için, her bir armatürün katkısının eşit olduğu dairelerin merkez çizgi üzerinde teğet oldukları noktanın belirlenmesi gerekir. Bu koşula ait gösterim Şekil 5.4’te verilmiştir. Merkez çizgide gereken en düşük aydınlık düzeyini sağlayan armatürler arası uzaklık ($MA_{MÇ}$) $2 \times S_2$ ’dir.



Şekil 5.4 : Armatürler arasındaki uzaklık için birinci koşul

İkinci koşul ise merkez bant üzerinde istenilen en düşük aydınlık düzeyinin sağlanması için S_3 yarıçaplı dairelerin merkez bant sınırında kesiştikleri noktanın bulunmasıdır. Bu koşula ait çizim Şekil 5.5’te verilmiştir.



Şekil 5.5 : Armatürler arasındaki uzaklık için ikinci koşul

$$S_3^2 = \frac{g^2}{4} + \left(\frac{MA_{MB}}{2}\right)^2 \quad (5.10)$$

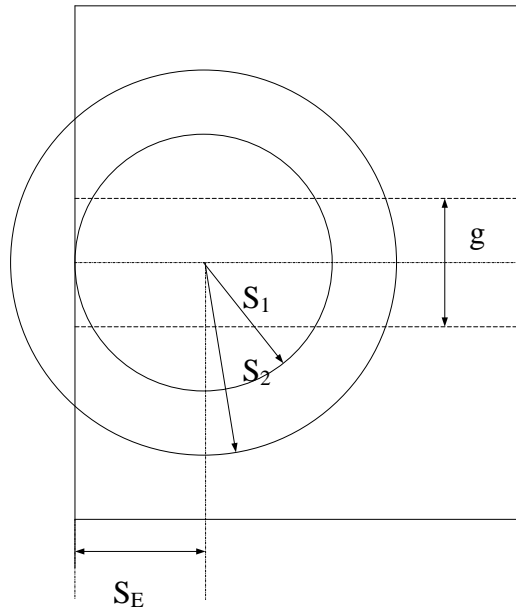
$$MA_{MB}^2 = 4 \left(S_3^2 - \frac{g^2}{4} \right) \quad (5.11)$$

$$MA_{MB} = 2 \sqrt{S_3^2 - \frac{g^2}{4}} \quad (5.12)$$

İki armatür arasındaki, her iki koşulu da sağlayan en uygun uzaklığın bulunması için $MA_{MÇ}$ ve MA_{MB} değerlerinden küçük olan seçilir [1, 18].

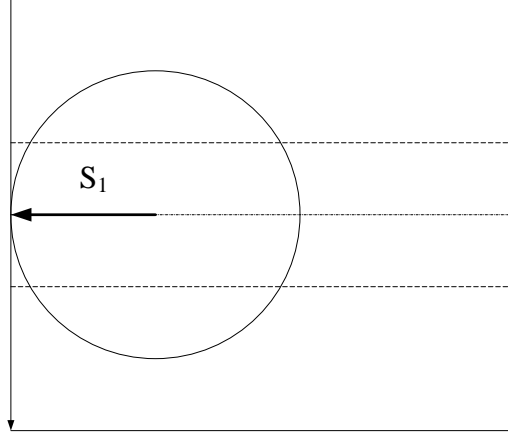
5.2.1.2 Son armatür ile duvar arasındaki en uygun uzaklığın bulunması

Duvar ile son armatür arasındaki bölgede diğer armatürlerin aydınlık düzeylerine katkıları ihmal edilebilir. Bu yüzden bu bölgede sadece bir armatürün yarattığı aydınlık düzeyine göre en uygun aralık belirlenir. Son armatür ile duvar arasındaki mesafenin gösterilişi Şekil 5.6'da verilmiştir.



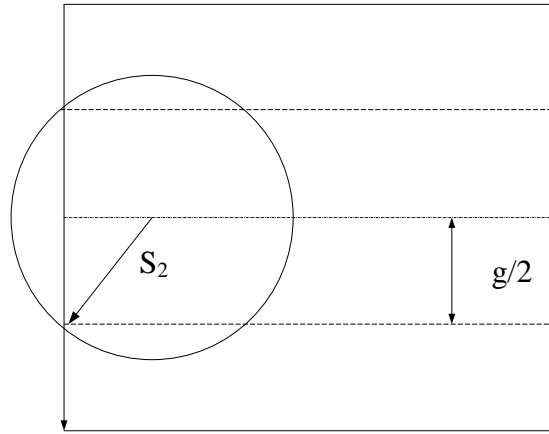
Şekil 5.6 : Son armatürün duvara olan mesafesi

Merkez çizgide istenen en düşük aydınlık düzeyini sağlamak için armatür-duvar arası uzaklık $MA_{MÇ}=S_1$ 'dir. Birinci koşula ait gösterim Şekil 5.7'de verilmiştir.



Şekil 5.7 : Son armatür ile duvar arasındaki mesafe için birinci koşul

İkinci koşul ise merkez bant üzerinde istenilen en düşük aydınlık düzeyini sağlamak için S_2 yarıçaplı dairenin merkez bant sınırını ve duvarı kestiği noktanın bulunmasıdır. İkinci koşula ait gösterim Şekil 5.8’de verilmiştir [1, 18].



Şekil 5.8 : Son armatür ile duvar arasındaki mesafe için ikinci koşul

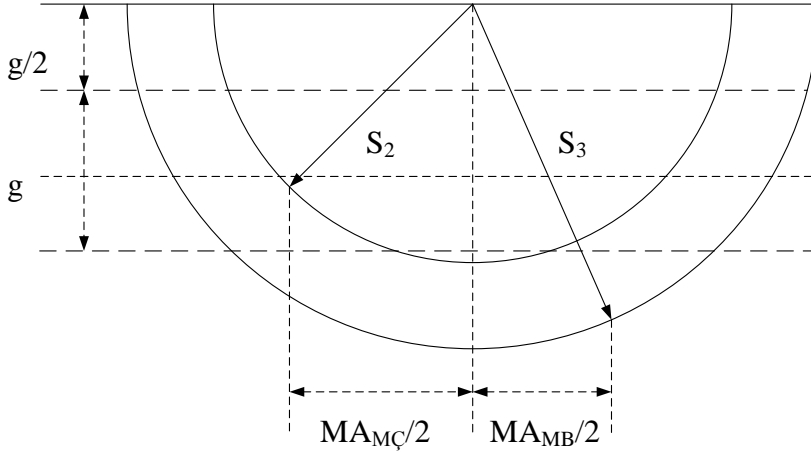
$$S_2^2 = \frac{g^2}{4} + MA_{MB}^2 \quad (5.12)$$

$$MA_{MB}^2 = S_2^2 - \frac{g^2}{4} \quad (5.13)$$

$$MA_{MB} = \sqrt{S_2^2 - \frac{g^2}{4}} \quad (5.14)$$

5.2.2 Koridor duvarına monte edilmiş, ışık dağılımı simetrik, noktasal armatür

Duvara monte edilmiş, ışık dağılımı simetrik, noktasal bir armatürün koridor zemininde oluşturacağı aydınlık düzeyi dağılımı Şekil 5.8’de verilmiştir.

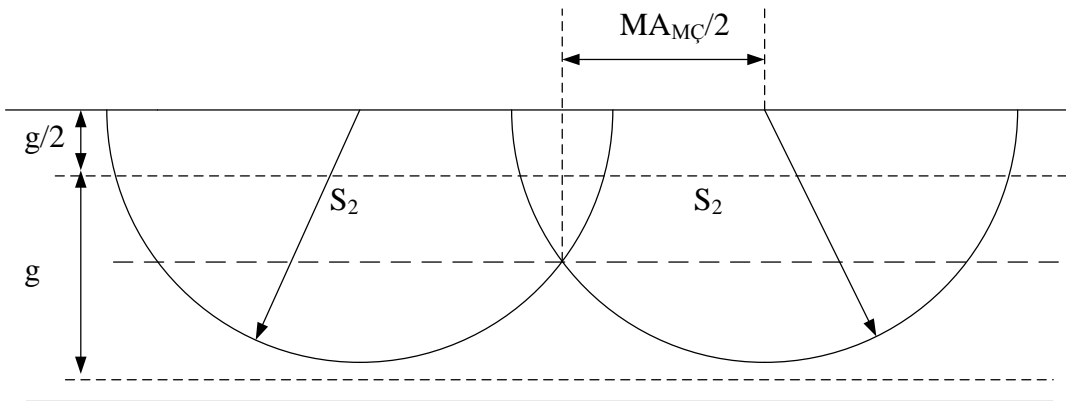


Şekil 5.9 : Koridor duvarına monte edilmiş bir acil durum armatürünün yaratacağı aydınlık düzeyinin sınırları

5.2.2.1 İki armatür arasındaki en uygun uzaklığın bulunması

Merkez çizgide ve merkez bant üzerinde gerekli aydınlık düzeylerinin sağlanması için iki kontrolün yapılması gerekir.

Armatürler arasındaki en uygun uzaklığın bulunması için her bir armatürün katkılarının eşit olduğu dairelerin merkez çizgi üzerinde kesiştikleri noktanın belirlenmesi gereklidir. Bu koşul Şekil 5.10’da gösterilmiştir.

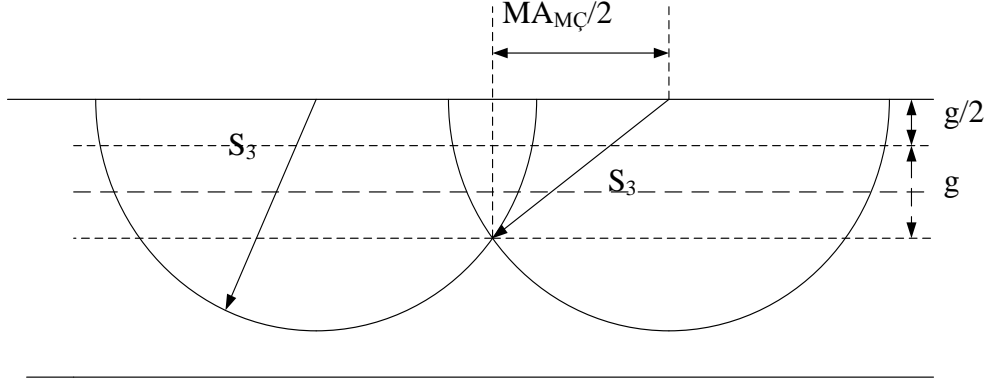


Şekil 5.10 : Koridor duvarına monte edilmiş armatürlerin aralarındaki mesafenin bulunması için birinci koşul

$$\left(\frac{MA_{M\check{C}}}{2}\right)^2 = S_2^2 - g^2 \quad (5.15)$$

$$MA_{M\check{C}} = 2\sqrt{S_2^2 - g^2} \quad (5.16)$$

Merkez bant üzerinde istenen en düşük aydınlık düzeyinin sağlanması için S_3 yarıçaplı dairelerin armatürden uzakta olan merkez bant sınırında kesiştikleri noktanın bulunması gerekir. İkinci koşula ait gösterim Şekil 5.11’de verilmiştir.



Şekil 5.11 : Koridor duvarına monte edilmiş armatürlerin aralarındaki mesafenin bulunması için ikinci koşul

$$S_3^2 = \left(\frac{3}{2}g\right)^2 + \left(\frac{MA_{MB}}{2}\right)^2 \quad (5.17)$$

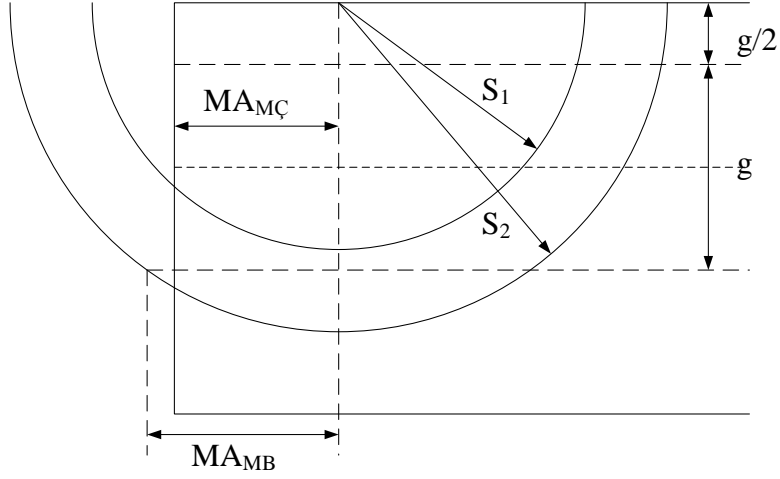
$$\left(\frac{MA_{MB}}{2}\right)^2 = S_3^2 - \frac{9}{4}g^2 \quad (5.18)$$

$$MA_{MB} = 2\sqrt{S_3^2 - \frac{9}{4}g^2} \quad (5.19)$$

İki armatür arasındaki her iki koşulu da sağlayan en uygun aralığın bulunması için $MA_{M\check{C}}$ ve MA_{MB} değerlerinden küçük olan seçilir [1,18]

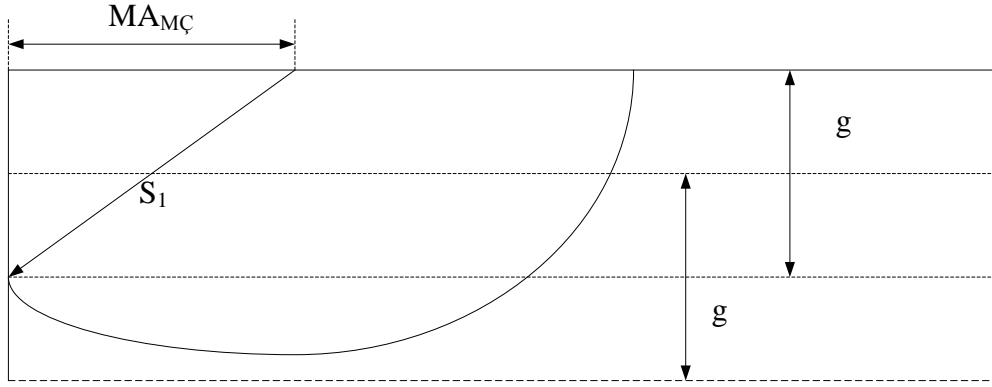
5.2.2.2 Son armatür ile duvar arasındaki en uygun uzaklığın bulunması

Duvar ile son armatür arasındaki bölgede diğer armatürlerin aydınlık düzeyine katkısı ihmal edilebilir. Bu sebeple bu bölgede sadece bir armatürün yarattığı aydınlık düzeyine göre en uygun mesafe hesaplanır. Koridor duvarına monte edilmiş bir son armatürün yaratacağı aydınlık düzeylerinin sınırları Şekil 5.12’de verilmiştir.



Şekil 5.12 : Koridor duvarına monte edilmiş son armatürün gösterimi

Merkez çizgi üzerinde en düşük aydınlık düzeyini bulmak için S_1 yarıçaplı dairenin merkez çizgiyi ve duvarı kestiği noktanın bulunması gerekir. Bu koşula ait gösterim Şekil 5.13'te verilmiştir.



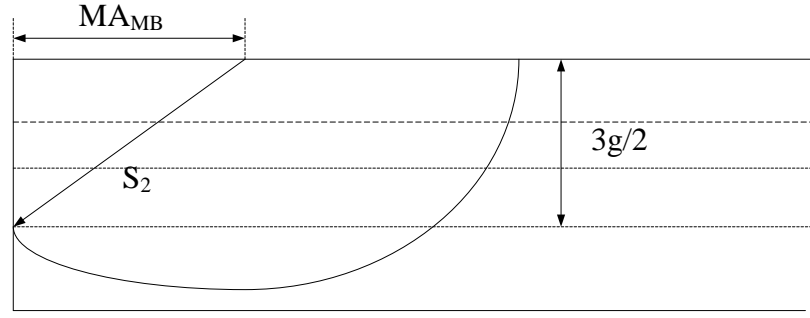
Şekil 5.13 : Son armatürle duvar arasındaki mesafenin bulunması için birinci koşul

$$S_1^2 = (MA_{M\check{C}})^2 + g^2 \quad (5.20)$$

$$(MA_{M\check{C}})^2 = S_1^2 - g^2 \quad (5.21)$$

$$MA_{M\check{C}} = \sqrt{S_1^2 - g^2} \quad (5.22)$$

Merkez bant üzerinde istenen en düşük aydınlık düzeyini sağlayabilmek için S_2 yarıçaplı dairenin armatürden uzak olan merkez bant sınırını ve duvarı kestiği noktanın bulunması gerekir [1,18]. Bu koşula ait gösterim Şekil 5.14'te verilmiştir.



Şekil 5.14 : Son armatürle duvar arasındaki mesafenin bulunması için ikinci koşul

$$S_2^2 = (MA_{MB})^2 + \left(\frac{3}{2}g\right)^2 \quad (5.23)$$

$$(MA_{MB})^2 = S_2^2 - \frac{9}{3}g \quad (5.24)$$

$$MA_{MB} = \sqrt{S_2^2 - \frac{9}{4}g^2} \quad (5.25)$$

Son armatür ile duvar arasındaki, her iki koşulu da sağlayan, en uygun aralığı bulmak için $MA_{MÇ}$ ve MA_{MB} değerlerinin küçük olanı seçilir [1, 18].

6. ACİL DURUM AYDINLATMASINDA KULLANILMAK ÜZERE TASARLANAN ARMATÜR ÖZELLİKLERİ VE GELENEKSEL ARMATÜRLERLE KARŞILAŞTIRILMASI

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. Ayrıca floresan lambalar eğer doğru gerilimle çalışmıyorlarsa, ayrıca bir evirici grubuna ihtiyaç duyarlar. 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.

Bu tez çalışması kapsamında ışık kaynağı olarak LED kullanan iki armatür tasarlanmıştır. Bu bölümde armatürlerde kullanılan malzemelerin özellikleri, armatürlerin ışık dağılım eğrileri, eş aydınlık düzeyi eğrileri gibi çeşitli aydınlatma tekniğine ilişkin özellikleri anlatılmış ve ayrıca bu armatürlerin floresan kullanan geleneksel armatürlerle karşılaştırılması yapılmıştır. Ayrıca İstanbul Teknik Üniversitesi Elektrik Elektronik Fakültesi Elektrik Mühendisliği Bölümü kapsamında belirlenmiş bir kaçış yolunun aydınlatma hesapları yapılmıştır.

6.1 Bir Aydınlatma Armatürünün Yerine Getirmesi Gereken Görevler

Bir aydınlatma armatürü çıplak ışık kaynağının ışık dağılımına etki ederek arzu edilen ışık dağılım eğrisinin elde edilmesini sağlar. Armatürün yapısındaki çeşitli yansıtıcı, dağıtıcı ve yutucu malzemeler ışığın istenilen bölgeye yönlendirilmesini veya bazı bölgelerde ışık şiddetinin azaltılmasını sağlayabilir. Düzgün bir aydınlatma tasarımı için kullanıcıları rahatsız eden kamaşmalarının önüne geçilmelidir. Acil durum aydınlatmasında tasarımcılar açısından önemli olan kamaşma yetersizlik

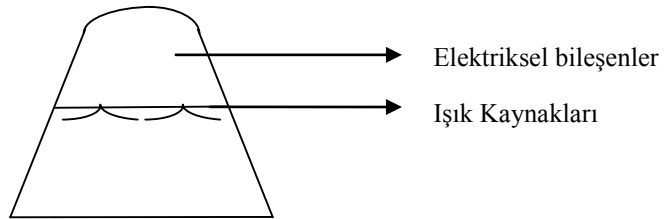
kamaşmasıdır ve yetersizlik kamaşmasının sınırları standartlarda belirlenmiştir. Yapılan aydınlatma armatürü tasarımında ve ayrıca bu armatürlerin kullanıldığı aydınlatma sistemi tasarımında standartlarda belirlenen bu değerlerin aşılmaması gerekir. Bir aydınlatma armatürü ayrıca kullanıcıların estetik hislerine ve konfor isteklerine de cevap vermelidir. Bir armatürün bu sayılan görevleri yerine getirebilmesi hem tasarımına, hem de armatürde kullanılan malzemelere bağlıdır.

6.2 Acil Durum Aydınlatması Armatürünün Tasarım Süreçleri

Acil durum aydınlatması için tasarlanması gereken armatürün sağlaması gereken şartlar aşağıdaki gibidir:

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

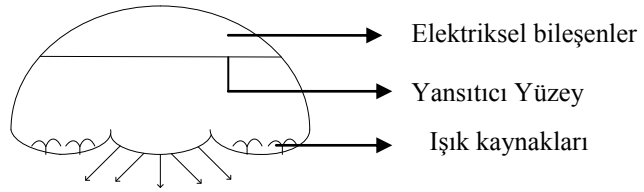
Bu özellikler çerçevesinde öncelikle iki eskiz tasarım yapılmıştır. Bu tasarımlardan birincisine ait taslak Şekil 6.1’de gösterilmiştir. Bu armatürde ışık şiddetinin mümkün olan en fazla değerde sağlanması amaçlanmıştır. Ancak bu armatürün ışık dağılım eğrisinin çok dar olacağı düşünülmüştür. Bu sebeple ışık dağılımını arttıracak şekilde bir mercek kullanılması öngörülmüştür. Bu tasarımda katlı bir yerleşim uygun görülmüştür, böylece elektronik devrelerin ve akülerin yerleştirilmesiyle ilgili sorunlar da ortadan kalkmış olacaktır. Ancak bu armatür tasarımında kamaşmanın önüne geçilmesi çok zor olacaktır. Ayrıca mercekli bir aydınlatma armatürünün üretilmesi çok maliyetli olacaktır. Bu nedenle birinci tasarımdan vazgeçilmiştir.



Şekil 6.1 : Tasarım sürecindeki birinci armatürle ilgili taslak

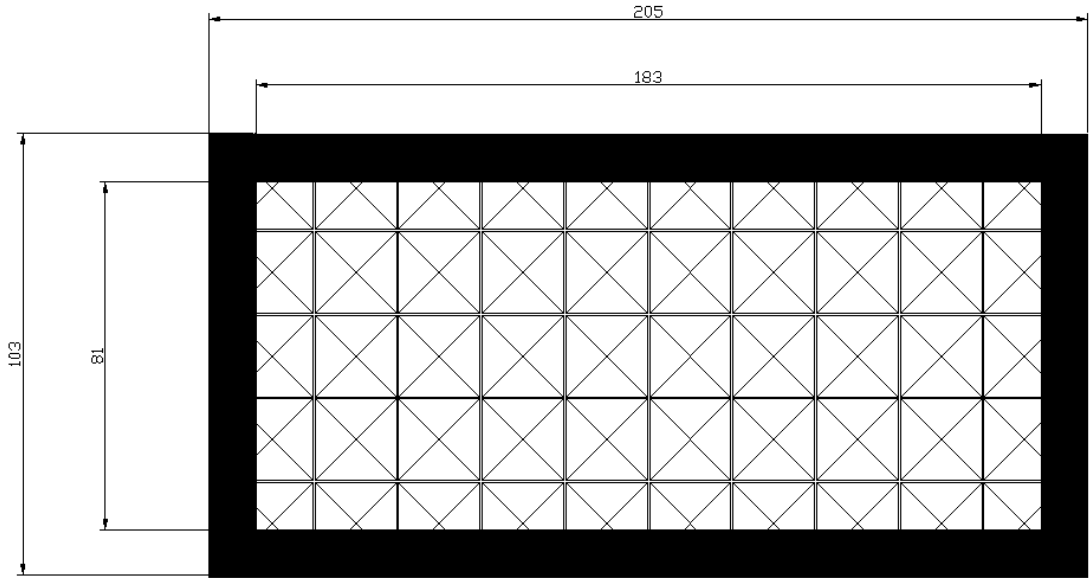
İkinci armatüre ait taslak çizim Şekil 6.2’de gösterilmiştir. Bu tasarımda ise birinci tasarımın sorunları çözülmeye çalışılmıştır. Birinci armatürdeki en önemli sorun olan

kamaşmayı engelleyebilmek için, ikinci armatürde ışık kaynaklarının bir ekranın arkasına yerleştirilmesi ve yansıtıcı bir yüzey üzerinden kullanıcılara yönlendirilmesi düşünülmüştür. Bu yansıtıcı yüzey sayesinde ışık dağılım eğrisinin de daha geniş bir yayılımının olacağı düşünülmüştür. LEDlerin ışık akıları diğer ışık kaynaklarına oranla çok düşüktür. Bu armatür tasarımında da ışığın yansıtıldıktan sonra kullanıcıya yönlendirilmesiyle elde edilen ışık akısı değerinin bir hayli düşecektir. Bu sebeple ikinci armatür tasarımından da vazgeçilmiştir.



Şekil 6.2 : Tasarım sürecindeki ikinci armatürle ilgili taslak

Üçüncü aşamada ise hem düzgün bir ışık dağılım eğrisi elde edilmesini sağlayabilecek, hem de kamaşmayı engelleyebilecek tasarımlar düşünülmüştür. Bu aşamada iki tasarım yapılmıştır A armatürünün çizimi Şekil 6.3'te, A armatürünün fotoğrafı ise Şekil 6.4'te gösterilmiştir.

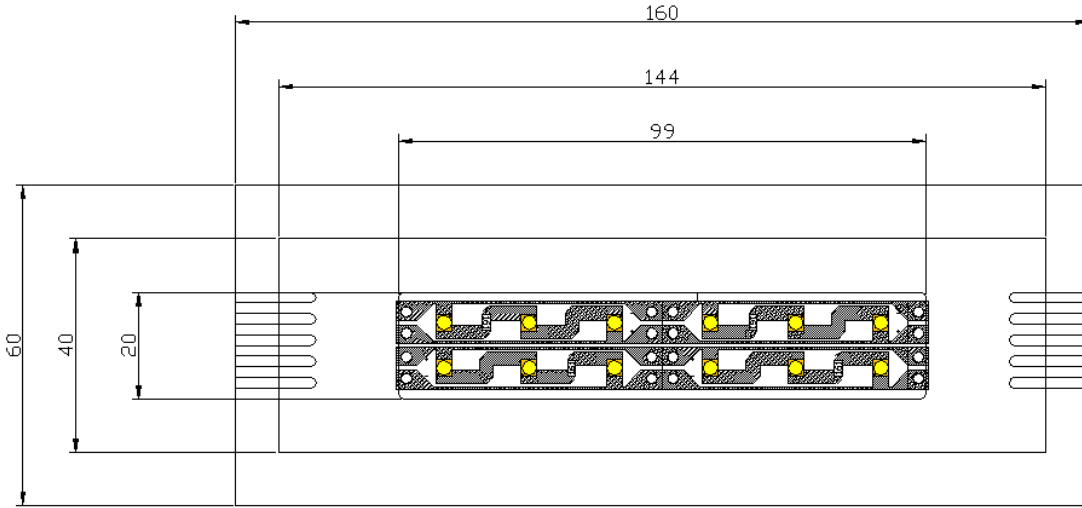


Şekil 6.3 : A armatürünün karşıdan görünüşü



Şekil 6.4 : A armatürü

B armatürünün çizimi Şekil 6.5'te, B armatürünün fotoğrafı ise Şekil 6.6'da gösterilmiştir.



Şekil 6.5 : B armatürünün karşıdan görünüşü



Şekil 6.6 : B armatürü

Bu armatür tasarımlarında kamaşmanın engellenebilmesi için ışık kaynaklarının bir ekranın arkasına yerleştirilmesi düşünülmüştür. Işık bir yansıtıcı yüzeye doğru yönlendirilmemiştir. Böylece her doğrultuda elde edilecek ışık şiddetlerinin daha yüksek olacağı düşünülmüştür.

6.3 Acil Durum Aydınlatması İçin Tasarlanan Armatürlerin Bileşenleri

Tasarlanan armatürlerde üç çeşit malzeme kullanılmıştır. Bunlardan birincisi ışık kaynağı olarak kullanılan LEDler, ikincisi armatürün gövdesini oluşturan metal malzeme ve üçüncüsü de armatürlerden birisinde olan koruyucu ve dağıtıcı camdır.

6.3.1 Işık kaynağı olarak kullanılan LEDler

Aydınlatma armatürlerinde LEDlerin kullanılması gün geçtikçe daha da yaygınlaşmıştır. Bunun sebepleri arasında LEDlerin küçük olması, neme ve suya karşı dayanıklı olmaları, 200 ms gibi kısa sürelerde devreye girebilmeleri, uzun ömürlü olmaları ve yapılarında cıva gibi ağır metaller ve halojen gazlar bulundurmamaları, etkinliklerinin yüksek olması sayılabilir. Ancak bunun yanında LEDlerin ışık dağılım eğrileri genellikle çok dardır. Her ne kadar 120°'ye kadar değişen açılarla ışık dağılımını sağlayabilen LEDler olsa da bu LEDlerin sağlayacakları ışık akıları daha düşük olacaktır [12]. Bu sebeple bir armatürün içinde ışık kaynağı olarak kullanılan dar açılı LEDlerin ışık dağılımlarının mercekle, yansıtıcılar gibi bir takım optik elemanlardan yararlanılarak genişletilmesi gerekir.

Bir aydınlatma armatüründe ışık kaynağı olarak kullanılan LEDler minyatür LEDler veya güç LEDleri olabilirler. Burada hangi LEDin seçileceğine armatürün tasarımına ve armatürün kullanılacağı mekana göre karar verilir.

Minyatür LEDlerin çektiği akım 2 mA ile 20 mA arasında değişim gösterir. Yani diğer ışık kaynaklarına göre çok düşüktür. Bu sebeple özellikle armatürlerin içlerinde kendi akülerini bulundurdukları sistemlerde tercih edilebilirler. Bu LEDlerin boyutları ise 2 mm ile 10 mm arasında değişiklik gösterir. Ufak boyutları armatür içinde yerleştirilmelerini kolaylaştırır. Minyatür LEDlerin başlıklarının şekli dikdörtgen, üçgen veya yuvarlak olabilir. Ayrıca bu başlıklar kontrastı arttırabilmek amacıyla saydam veya yarı saydam olabilirler. Minyatür LEDler çok yüksek değerlerde akım çekmedikleri için ısınma gibi bir sorunları olmaz, bu sebeple herhangi bir soğutucuya ihtiyaç duymazlar. Şekil 6.7'de çeşitli boyutlarda minyatür LEDler görülmektedir [12].

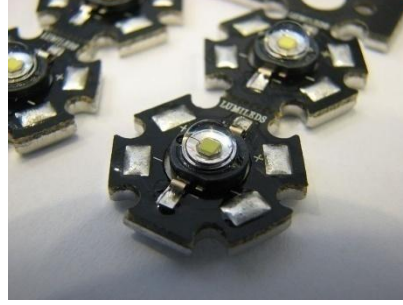


Şekil 6.7 : Çeşitli minyatür LEDler

Minyatür LEDler yukarıda belirtilen özellikleri nedeniyle armatür tasarımında tercih edilebilirler ancak bu LEDlerin sağladıkları ışık akıları düşük değerlerdedir. Bu sebeple arzu edilen aydınlık düzeyinin sağlanması amacıyla pek çok LEDin bir arada kullanılması gerekecektir.

Aydınlatma armatürlerinde yararlanılan bir diğer LED çeşidi ise güç LEDleridir. Bu LEDler birkaç yüz mA'den bir ampere kadar değişen değerlerde akım çekerler. Çekilen akım yüksek olduğu için güç LEDlerinde ısınma çözümlenmesi gereken bir sorundur. Bu sebeple genel olarak bir soğutucu ile beraber tasarlanırlar. Eğer güç LEDlerinin ısınma sorunu çözümlenmezse, oluşacak ısı yüzünden LED birkaç saniye içinde yanacaktır. Yüksek çalışma akımlarına karşılık bu LEDlerin yüksek ışık akıları vardır. Arzu edilen aydınlık düzeyini sağlamak için minyatür LEDlere oranla

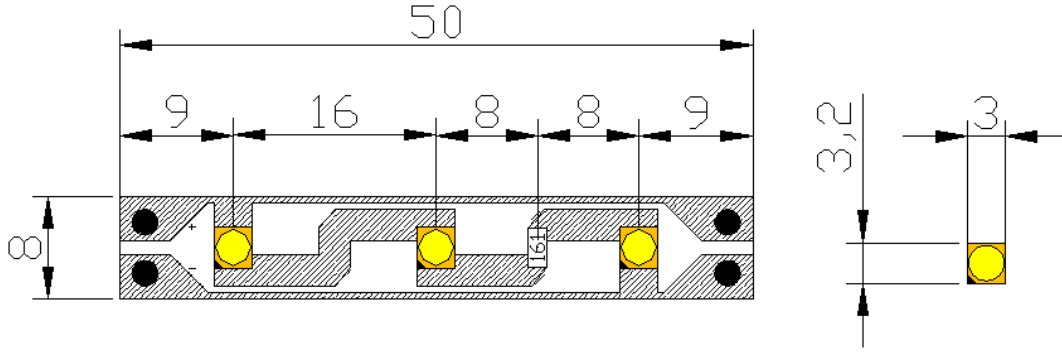
daha az sayıda kullanılırlar. Ancak kullanılan LED sayısının azalması sebebiyle aydınlatma armatürünün sağladığı aydınlatmanın düzgünlüğü azalabilir. Işık dağılım eğrisi simetrik olmayabilir. Güç LEDlerinin de ufak boyutlarda olması tasarımcılara kullanım kolaylığı sağlar. Şekil 6.8’de soğutucu ile beraber kullanılmış güç LEDleri görülmektedir [12].



Şekil 6.8 : Soğutucu ile birlikte kullanılmış güç LEDleri

Acil durum aydınlatması için tasarlanan armatürler kullanım alanlarına bağlı olarak 3 saate kadar devrede kalmalıdır. Bu sebeple tasarımlarda öncelikle düşük çalışma akımlarına sahip minyatür LEDler kullanılması düşünülmüştür. Ancak minyatür LEDlerin de bir yüzeye yerleştirilmelerinin ve birbirlerine bağlanmalarının zorluğu göz önüne alınmıştır. Bu sebeple tasarlanan acil durum aydınlatma armatüründe kullanılacak LEDler SMD (Surface Mounted Devices) LEDlerden seçilmiştir. SMD teknolojisi devre elemanlarının doğrudan doğruya baskılı devre kartlarının (PCB) üzerine yerleştirilmesi ile oluşturulan devreler olarak tanımlanır. Bu devreler genellikle alüminyum şeritlerin üzerine kurulurlar. Delikli baskılı devreler devre elemanlarının yerleştirilmesi için 1 mm ya da daha büyük çaplarda deliklere ihtiyaç duyarlar. Buna karşılık SMD sistemlerinde devre elemanlarını yerleştirmek için deliklere ihtiyaç yoktur, elemanları yerleştirebilecek kadar genişirler, bu sebeple delikli baskı devrelere oranla daha küçüktürler [19]. SMD teknolojilerinin LEDlere uygulanması ise LEDlerin kullanımında daha büyük kolaylıklar sağlamıştır. Esnek şeritlerin üzerine yerleştirilen LEDler hem armatürlerin tasarımında esneklik sağlamıştır, hem de LEDlerin sürücü devrelerine bağlanmalarını kolaylaştırmıştır. Sağladıkları bu kolaylıklar nedeniyle armatür tasarımında SMD LEDlerin kullanılmasına karar verilmiştir. Signcomplex üretici firmasının SC-ID kodlu LEDleri seçilmiştir. Acil durum aydınlatmasında kullanılacak ışık kaynaklarının beyaz ışık vermesi istenir, bu yüzden de beyaz ışık çıktısı elde edilebilen SC-ID-W LEDlerden yararlanılmıştır. Bu LEDler 5 metrelik şeritler halinde satışa sunulmuştur.

12 V doğru gerilimle çalışırlar. 5 metrelik bir şerit 1,7-2 Amper akım çeker ve en yüksek güç tüketimi 24 watttır. 5 metrelik şeritin sağladığı ışık akısı 600 lümen dir. Çalışma sıcaklıkları ise 40°C~+80°C arasındadır. Seçilen LEDlerin boyutlarını gösteren çizimler Şekil 6.9'da verilmiştir. Bu şeritler, her üç LEDden sonra, belirtilen noktalardan kesilebilir ve ihtiyaç kadarı kullanılır. Tasarlanan her iki armatürde de aynı LEDler kullanılmıştır.



Şekil 6.9 : Seçilen LEDlerin boyutları

6.3.2 Gövde olarak kullanılan alüminyum

Bir acil durum aydınlatma armatürü çevre koşullarının değişimine karşı dayanıklı olmalıdır. Genellikle ışık kaynağı olarak floresan lamba kullanan acil durum aydınlatma armatürlerinde gövdeyi oluşturan malzemeler plastiktir. Plastik malzemelerin sünme, şekil değiştirme gibi mekanik özellikleri sıcaklığa önemli ölçüde bağlıdır. Sıcaklık arttıkça mukavemetleri azalır fakat yumuşamazlar ancak aşırı sıcaklıkta kavrulurlar. Plastiklerin elastisite modülü genel olarak metal malzemelerin 1/100'ü kadardır. Plastiklerin bu özelliklerine karşın metal malzemelerin mekanik özellikleri daha üstündür. Saf halde yumuşak ve düşük mukavemetli olmalarına karşın, alaşım haline getirme, soğuk şekil verme, ısıl işlemler gibi bir takım işlemlerden geçirilerek mukavemetleri arttırılabilir. Bu sebeple metal malzemeler endüstride pek çok uygulama alanı bulmuştur.

Üretilen armatürün öncelikle herhangi bir acil durumda meydana gelebilecek çeşitli çevresel değişikliklere dayanıklı olması istenmiştir. Ayrıca bu armatürün kullanıcılar tarafından estetik bulunması da arzulanmıştır. Çeşitli metal malzemeler içinden alüminyum üstün özellikleri nedeni ile seçilmiştir. Alüminyumun en önemli özelliği hafif olmasıdır. Özgül ağırlığı 2,7gr/cm³'tür.

Alüminyumun yüzeyinde bir oksit tabakası oluşur, bu tabaka da alüminyum malzemenin korozyona karşı dayanıklılığını artırır [17].

Alüminyumun parlak yüzeyinden ayrıca bir yansıtıcı olarak da yararlanılabilir. Böylece armatürlerin ışık dağılım eğrilerinin simetrik ve geniş olmasına da katkı sağlanmış olur.

6.3.3 Işık dağıtıcı eleman olarak kullanılan cam

Bir aydınlatma armatüründe ışık akısının dağıtılması optik malzemeler veya ışık dağıtıcı malzemelerle sağlanabilir. Bu ışık dağıtıcı malzemeler, ışık akısını önce kendi bünyelerine alırlar, daha sonra ışığı dağıtma özelliğine ve aygıtın geometrik yapısına uygun olarak dağıtırlar [13].

Tasarlanan armatürlerden A armatüründe ışık dağıtıcı malzeme olarak cam kullanılmıştır. Genellikle aydınlatma armatürlerinde kullanılan camlar saydam ya da opak camlardır. A armatüründe kullanılan cam özellikle yangın anında LEDlerin dumandan daha az etkilenmesini sağlayacaktır ve aydınlatmanın daha uzun süre düzgünlüğünü korumasını sağlayacaktır.

6.4 Armatürlerin Elektriksel Özellikleri

Tasarlanan armatürlerde kullanılan LEDlerin çalışma gerilimi 12 V'luk doğru gerilimdir. Bu gerilim altında A armatürünün çalışma akımı 132 mA, ve B armatürünün çalışma akımı ise 88 mAdir. A armatürünün gücü 1.58 W ve B armatürünün gücü 1.05 W.'tır. LEDli armatürlerin kompakt floresanlı armatürlere göre en önemli avantajlarından birisi de düşük akımla çalışmalarıdır. Daha düşük akımla çalıştıkları için kullanılan güç devrelerinin boyutları da küçülecektir. A ve B armatürleri için 3.7 V gerilim değerinde çalışan 4 adet şarjlı prizmatik pilin seri bağlanması ile oluşturulan güç kaynağından yararlanılmıştır. Pillerin boyutları 30 mm. x20 mm. x5.3 mm.'dir. Bu pillerin bir tanesinin kapasitesi 180 mAh'tir. 4 pilin seri bağlanması durumunda A armatürü 5 saat, B armatürü ise 8 saat çalışacaktır. Bu süreler acil durum aydınlatması için standartlarda belirtilen sürelerin üzerindedir. Bu piller 2.5 saatte tam olarak şarj olurlar.

Kompakt floresanlı geleneksel acil durum aydınlatma armatüründe kullanılan pilin boyutları 125 mm. x25 mm. x25 mm., çalışma gerilimi 3.6 V, kapasitesi ise 1800

mAh'tir. Geleneksel armatür bir saat içinde deşarj olmaktadır. Tekrar şarj olma süresi 48 saattir. Bu armatürlerin hastane gibi acil durum aydınlatmasının 3 saat boyunca devrede kalmasının istendiği mekanlarda kullanılması durumunda en az 3 tanesinin bir arada ve dönüşümlü olarak kullanılması gerekir.

A ve B armatürleri için seçilen güç devrelerinin geleneksel armatürün güç devresinden üstün özellikleri şarj olma sürelerinin kısa olması, boyutlarının küçük olması, bu sebeple armatür içinde kolaylıkla yerleştirilebilmeleri, daha uzun süre çalışmaları ve bu pillerin piyasada kolaylıkla bulunup gerektiğinde değiştirilebilmeleridir.

6.4.1 Sürücü devresi

Acil durum aydınlatması için kullanılan, besleme gruplarını kendi içinde bulunduran armatürlerin sürücü devreleri iki gruba ayrılarak incelenebilir. Birinci grup akü şarj devresi, ikinci grup ise LED sürücü devresidir. Bu bölümde öncelikle akü şarj devreleri incelenecek, sonra seçilen uygun şarj devresine göre bir LED sürücü devresi anlatılacaktır.

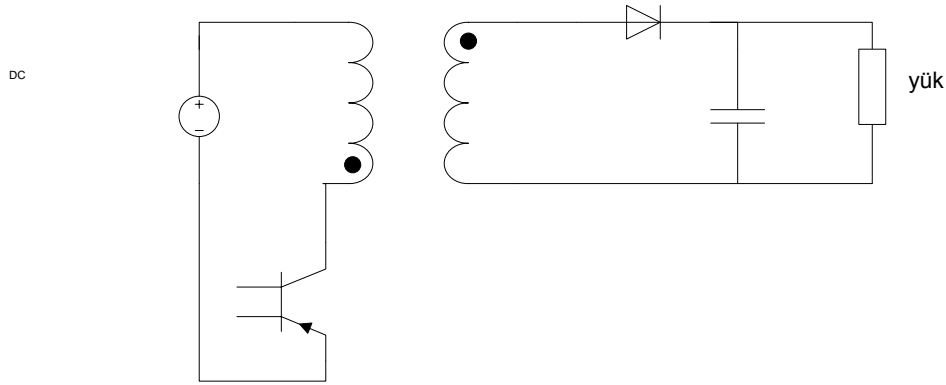
Alternatif gerilimden beslenecek bir şarj devresi için iki farklı tasarım yapılır. Birinci tasarımda önce alternatif gerilim doğrultulur, daha sonra da istenilen gerilim düzeyine çevrilir. İkinci tasarımda ise önce alternatif gerilim istenilen gerilim düzeyine çevrilir, daha sonra doğrultulur. Her iki tasarımda da doğrultucu grubunun çalışma prensibi aynıdır. Önce doğrultucu grubu anlatılmış, daha sonra çeviriciler hakkında bilgi verilmiştir.

Doğrultucu Grubu: Bir doğrultucu grubu elektrik şebekesinden sağlanan 50 veya 60 Hz frekansındaki sinuzoidal alternatif gerilimi doğru gerilime çevirmek için kullanılır. Doğrultucular kontrollü veya kontrolsüz olarak tasarlanabilirler. Kontrolsüz doğrultucularda kullanılan yarı-iletken elemanlar diyotlardır. Kontrollü doğrultucularda ise genellikle tristörlerden yararlanır. Diyotlar sinuzoidal gerilimin $\omega t=0$ anında iletme geçerler. Doğrultucu grupları alternatif gerilimin sadece bir yarı-periyodunu veya her iki periyodunu da doğru gerilime çevirebilirler.

Bir doğrultucunun çıkış geriliminin mümkün olduğunca salınımsız olması istenir. Bu nedenle doğru akım tarafına filtre olarak büyük bir kondansatör konulur. Bu kondansatör girişteki alternatif gerilimin tepe değerine çok yakın bir değere kadar doldurulur [9,10].

Armatürlerin sürücü devresi için bir fazlı, kontrolsüz, tam dalga köprü doğrultucu kullanılmıştır.

Birinci akü şarj devresinde doğrultucu grubundan sonra yalıtımlı doğru akım çeviricisi kullanılmıştır. Yalıtımlı bir da/da çevirici temelde bir doğru akım transformatörüdür. Doğru akımda frekanstan söz edilemeyeceği için alternatif akımda kullanılan transformatör yapısı doğru gerilimde kullanılamaz. Ancak doğru gerilimin de farklı gerilim seviyelerine çevrilmesi bir ihtiyaçtır. Bu sebeple anahtarlama doğru akım güç kaynaklarından yararlanır [9]. Armatür tasarımında kullanılması düşünülen yalıtımlı çevirici bir çapraz çeviricidir. Çapraz çeviricide bir çekirdek üzerine sarılmış birincil ve ikincil sargılar, anahtarlama elemanı, diyot ve kapasiteden yararlanır. Yalıtımlı bir çapraz çevirici Şekil 6.10'da gösterilmiştir.



Şekil 6.10 : Bir çapraz çevirici

Çeviricide anahtar iletimdeyken sargıların kutupları nedeniyle D diyotu ters kutuplanır, endüktansın çekirdeğinde akı oluşur ve doğrusal olarak artmaya başlar. Bu sırada yük kapasitede biriktirilen enerji ile beslenir. Anahtar kesime geçtiğinde ise çekirdekte biriken enerji ikincil sargıda D diyotu üzerinden akım akmasına sebep olur. Akı bu sürede doğrusal olarak azalır. Çapraz bir çevirici de istenilen gerilim değerinin sağlanması anahtar elemanının çalışma sürelerine bağlıdır.

$$\frac{V_o}{V_d} = \frac{N_2}{N_1} \frac{D}{1-D} \quad (6.1)$$

V_o =Giriş gerilimi

V_d =Çıkış gerilimi

N_2 =İkincil sarım sayısı

N_1 =Birincil sarım sayısı

D =Çalışma oranı

$$D = t_{\text{çalışma}} / T_s \quad (6.2)$$

$T_{\text{çalışma}}$ =Anahtarın iletimde olduğu periyot

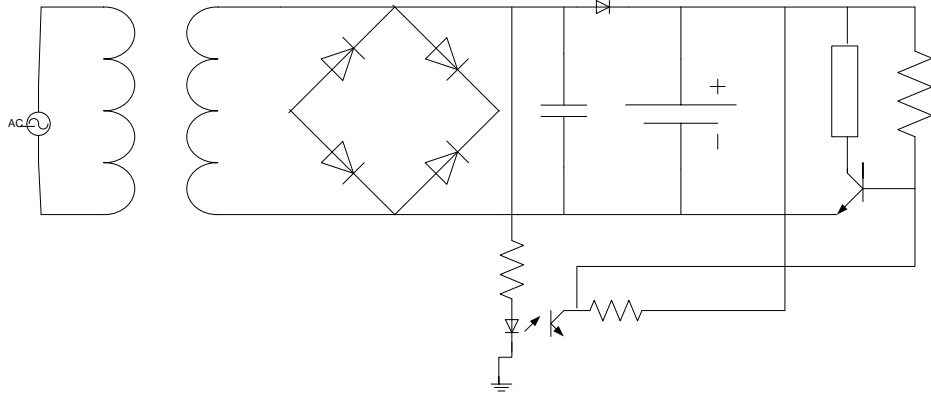
T_s =Sürekli çalışma periyodu

Çapraz çeviriciler en büyük avantajı, gerilimin hem alçaltılmasına, hem de yükseltilmesine olanak sağlamalarıdır. Çalışma oranının değiştirilmesiyle yük tarafında istenilen gerilim değeri elde edilebilir. Öte taraftan çapraz çeviriciler yüksek frekanslı anahtarlama işlemleri nedeniyle oluşan elektromanyetik girişimin (EMI) etkilerine karşı giriş ve çıkış tarafından filtrelenmiş olmalıdır [9, 19].

Şarj devresi için ikinci yaklaşım ise alternatif gerilimin önce istenilen gerilim düzeyine düşürülüp sonra doğrultulmasıdır. Alternatif gerilimi çevirmek için bir transformatörden yararlanır. Transformatörler de birbirinden elektriksel olarak yalıtılmış iki sarımdan oluşurlar. Birincil sargının akımının değişimi bir manyetik alan oluşturur. Bu manyetik alan ikincil sargıda gerilim endüklenmesine sebep olur. Transformatörün çevirme oranı sarım sayılarına bağlıdır.

A ve B armatürleri için tasarlanan şarj devresinde alternatif akımın önce istenilen gerilim düzeyine düşürülmüştür. Hazır olarak alınabilecek bir transformatör, tasarlanıp imal edilecek bir çapraz çeviriciden daha az soruna sebep olur. Alternatif akım istenilen düzeye düşürüldükten sonra doğrultulmuştur.

Armatürler için tasarlanan sürücü devresi Şekil 6.11'de gösterilmiştir.



Şekil 6.11 : Tasarlanan sürücü devresi

Bu devrede transformatör ve doğrultucu dışında optokuplor ve tranzistor vardır. Bu elemanlar şebeke geriliminin kesildiğinin anlaşılıp armatürlerin çalışmasını sağlamak ve şebeke gerilimi tekrar geldiğinde de armatürlerin çalışmasının sonlanması için kullanılır. Şebeke gerilimi olduğu sürece optokuplor iletimde olduğu için armatür çalışmaz. Şebeke geriliminin kesilmesi durumunda optokuplor kesime gider, bu sefer tranzistor iletim durumuna geçer ve armatür çalışır.

6.5 Armatürlerin Aydınlatma Tekniğine Dair Özellikleri ve Geleneksel Bir Acil Durum Aydınlatma Armütürü ile Karşılaştırılması

Bir armatür tasarımının başarılı olup olmadığı armatüre ait çeşitli fotometrik büyüklüklerin incelenmesi ile bulunabilir. Bu bölümde tasarlanan armatürlerin ışık dağılım eğrileri, eş aydınlık düzeyi eğrileri, kamaşma değerleri incelenecek ve bu değerler kompakt floresan lamba kullanan geleneksel bir aydınlatma armatürü ile karşılaştırılacaktır.

6.5.1 Armatürlerin ışık dağılım eğrileri

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 göz önüne alınırsa bunların geometrik yeri kaynağın ışık dağılım yüzeyi ile söz konusu düzlemin ara kesitinden oluşur. Bu ara kesite ise ışık dağılım eğrisi adı verilir [13].

Bir ışık kaynağının ışık dağılım yüzeyi, bu kaynağın ışık dağılımı hakkında kesin bilgi verir. Işık kaynaklarına ait ışık dağılım yüzeyleri dönele simetriye sahip olabilirler veya olmayabilirler. Dönele simetriye sahip ışık dağılım yüzeylerinde simetri ekseninden geçen bir düzlem üzerindeki ışık dağılım eğrisi, kaynağın ışık dağılım yüzeyi yerine kullanılabilir. Işık dağılım yüzeyinin dönele simetrik olmadığı durumlarda ise değişik düzlemlerdeki ışık dağılım eğrileri birbirinden farklı olurlar. Bu gibi durumlarda boyuna ve enine düzlemlerdeki ışık dağılım eğrilerinin bulunmasıyla kaynağın ışık dağılımı ile ilgili bir fikir elde edilebilir.

Bu çalışma kapsamında her iki armatürün de ışık dağılım eğrileri çıkarılmıştır. Bunun için armatürlerin ışık dağılım yüzeyinin boyuna (0° - 180° düzlemleri) ve enine (90° - 270°) düzlemlerdeki ışık dağılım eğrileri çıkarılmıştır. Armatürlerin yarattıkları aydınlık düzeyleri ölçülmüştür. Aydınlık düzeyi ile ışık şiddeti arasında 6.3 formülü uyarınca bağlantı vardır [13].

$$E = \frac{I_{\alpha}}{r^2} \cos \alpha \quad (6.3)$$

Burada I_{α} ışık kaynağının α açısı doğrultusunda yarattığı ışık şiddetidir. α açısı ise bir doğrultudaki ışık şiddeti ile yüzey normali arasındaki açıdır.

Çizelge 6.1'de A armatürün 0° - 180° düzlemi için aydınlık düzeyleri ve hesaplanan ışık şiddetleri verilmiştir.

Çizelge 6.1 : A armatürünün 0°-180° düzleminde yarattığı ışık şiddetleri

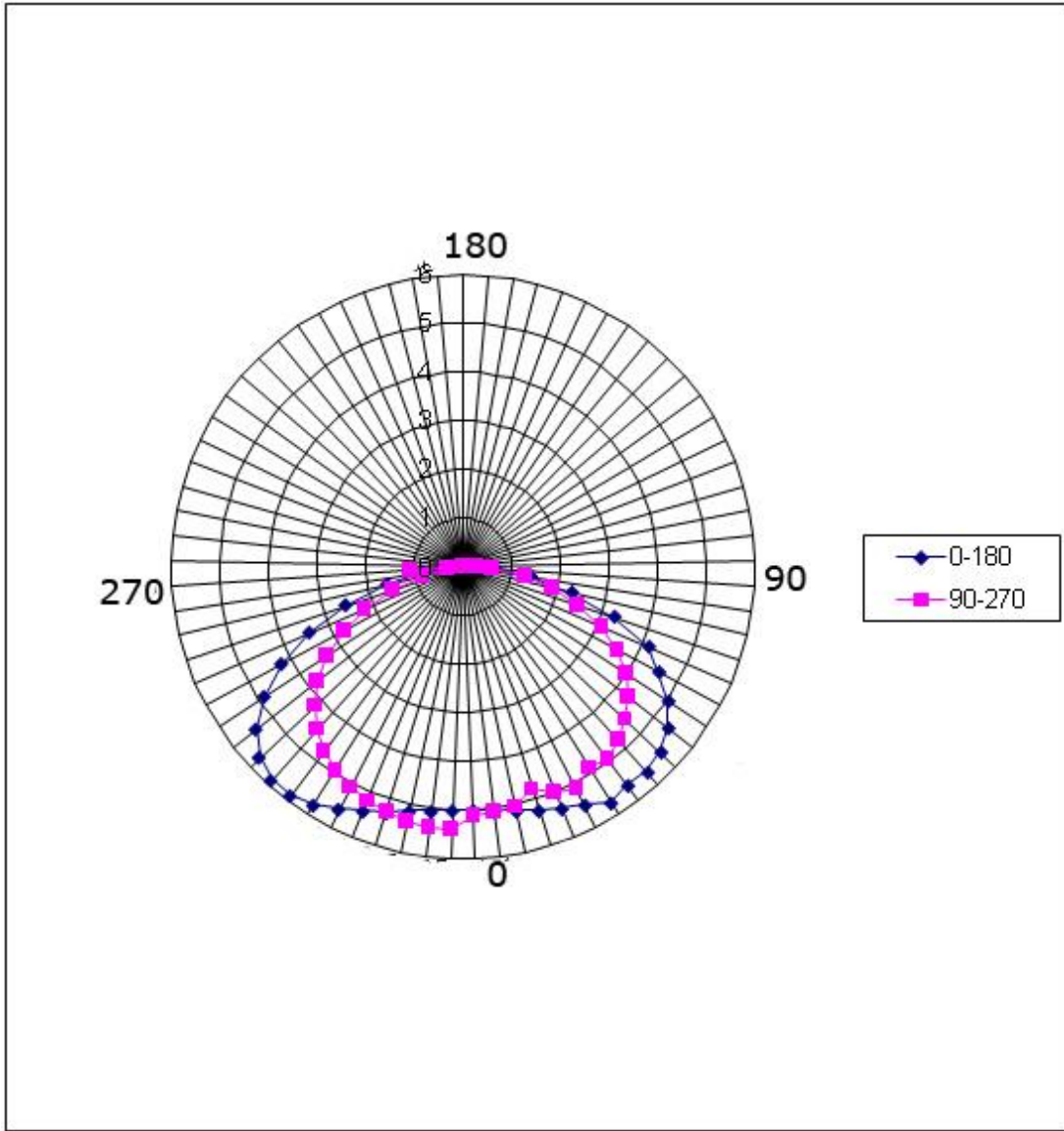
C=0°			C=180°		
Açı	E _{ort}	I _a	Açı	E _{ort}	I _a
0	0,555	4,995	270	0,556	5,004
5	0,563	5,067	275	0,557	5,010
10	0,571	5,139	280	0,563	5,070
15	0,583	5,244	285	0,572	5,145
20	0,596	5,367	290	0,588	5,289
25	0,611	5,499	295	0,603	5,424
30	0,636	5,721	300	0,622	5,595
35	0,625	5,625	305	0,642	5,778
40	0,631	5,676	310	0,654	5,886
45	0,619	5,571	315	0,655	5,895
50	0,596	5,364	320	0,636	5,727
55	0,560	5,043	325	0,600	5,400
60	0,508	4,572	330	0,541	4,872
65	0,462	4,158	335	0,470	4,230
70	0,364	3,279	340	0,381	3,429
75	0,256	2,301	345	0,281	2,532
80	0,156	1,404	350	0,177	1,596
85	0,073	0,660	355	0,092	0,831
90	0,035	0,318	360	0,034	0,306

Aynı armatürün 90°-270° düzlemleri için ölçülen aydınlık düzeyleri ve ışık şiddetleri Çizelge 6.2’de verilmiştir.

Çizelge 6.2 : A armatürünün 90°-270° düzleminde yarattığı ışık şiddetleri

C=90°			C=270°		
Açı	E _{ort}	I _a	Açı	E _{ort}	I _a
0	0,568	5,112	270	0,599	5,394
5	0,562	5,061	275	0,600	5,400
10	0,561	5,049	280	0,598	5,385
15	0,531	4,782	285	0,594	5,349
20	0,555	4,998	290	0,586	5,277
25	0,569	5,118	295	0,578	5,199
30	0,541	4,872	300	0,566	5,091
35	0,549	4,941	305	0,548	4,929
40	0,532	4,785	310	0,527	4,740
45	0,508	4,575	315	0,498	4,482
50	0,481	4,329	320	0,463	4,164
55	0,446	4,011	325	0,425	3,822
60	0,401	3,606	330	0,370	3,333
65	0,345	3,108	335	0,308	2,772
70	0,277	2,493	340	0,243	2,190
75	0,211	1,902	345	0,169	1,524
80	0,143	1,284	350	0,093	0,834
85	0,476	4,287	355	0,037	0,333
90	0,135	1,215	360	0,121	1,086

Armatüre ait bu ışık şiddeti değerlerinden armatürün ışık dağılım eğrisi elde edilir. A armatürüne ait ışık dağılım eğrisi Şekil 6.12’de verilmiştir.



Şekil 6.12 : A armatürüne ait ışık dağılım eğrisi

Elde edilen ışık dağılım eğrisine göre, A armatürünün her iki eksen için de simetriğe yakın bir ışık dağılımı vardır. A armatürünün ışık dağılım eğrisi düzgündür ve, her yöne eşit şiddette ışık verir.

B armatürünün 0° - 180° düzlemine ait ışık şiddeti değerleri Çizelge 6.3'te verilmiştir.

Çizelge 6.3 : B armatürünün 0°-180° düzleminde ışık şiddeti değerleri

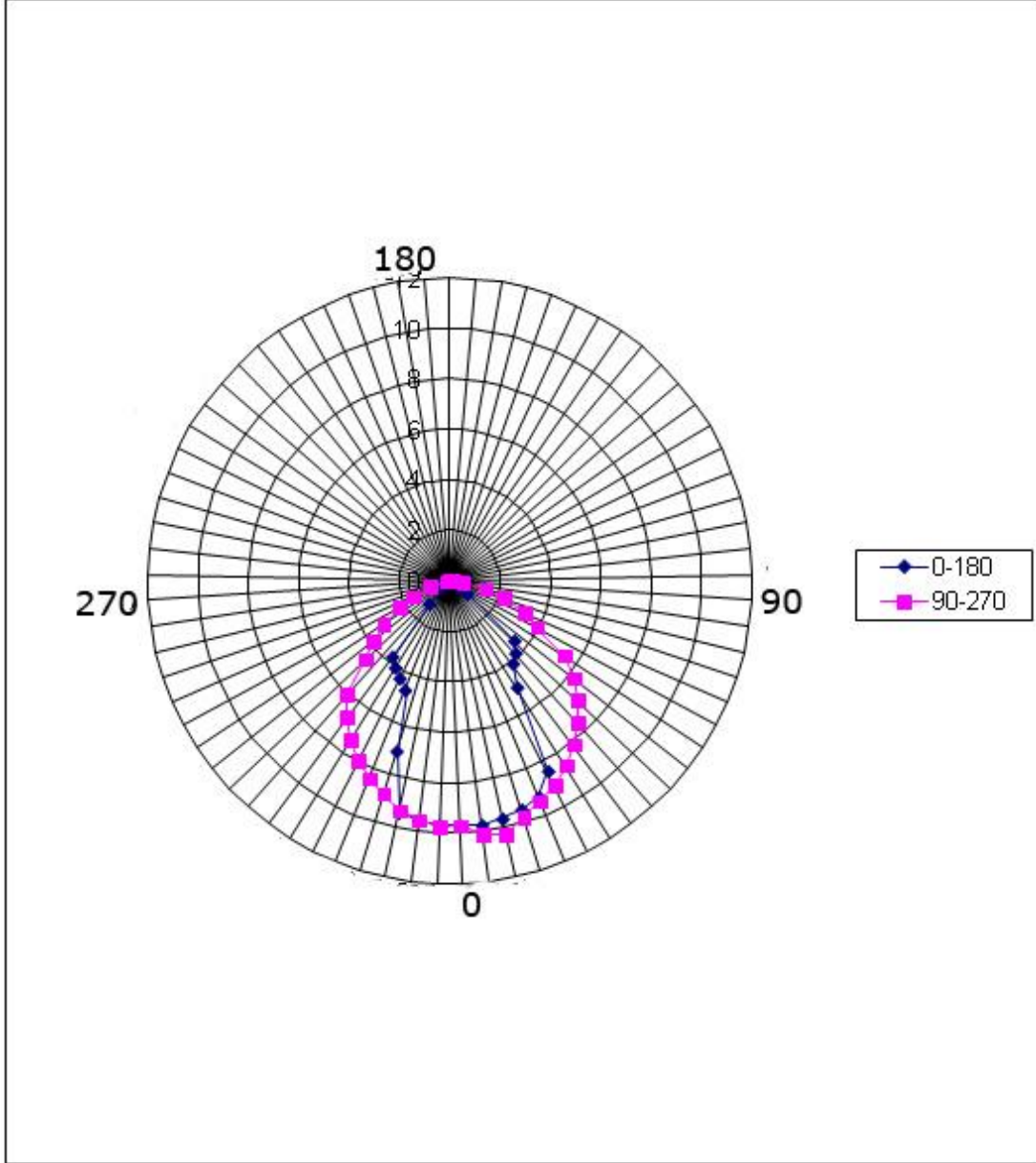
C=0°			C=180°		
Açı	E _{ort}	I _a	Açı	E _{ort}	I _a
0	1,09	9,79	270	1,08	9,72
5	1,09	9,77	275	1,08	9,71
10	1,07	9,67	280	1,07	9,61
15	1,06	9,50	285	1,04	9,40
20	1,03	9,26	290	0,79	7,07
25	0,94	8,48	295	0,52	4,68
30	0,55	4,98	300	0,48	4,34
35	0,46	4,11	305	0,45	4,06
40	0,43	3,85	310	0,42	3,76
45	0,39	3,47	315	0,14	1,23
50	0,09	0,84	320	0,04	0,32
55	0,04	0,36	325	0,04	0,32
60	0,04	0,40	330	0,04	0,37
65	0,05	0,46	335	0,05	0,44
70	0,05	0,46	340	0,05	0,43
75	0,04	0,34	345	0,04	0,33
80	0,03	0,24	350	0,03	0,23
85	0,01	0,10	355	0,01	0,10
90	0,01	0,07	360	0,01	0,05

Aynı armatürün 90°-270° düzlemleri için ölçülen aydınlık düzeyleri ve ışık şiddetleri Çizelge 6.4’de verilmiştir.

Çizelge 6.4 : B armatürünün 90°-270° düzleminde ışık şiddeti değerleri

C=90°			C=270°		
Açı	E _{ort}	I _a	Açı	E _{ort}	I _a
0	1,10	9,86	270	1,08	9,75
5	1,13	10,17	275	1,09	9,79
10	1,15	10,34	280	1,07	9,59
15	1,09	9,84	285	1,04	9,35
20	1,05	9,48	290	0,99	8,88
25	1,02	9,16	295	0,94	8,50
30	0,96	8,67	300	0,89	8,02
35	0,91	8,15	305	0,83	7,45
40	0,84	7,57	310	0,76	6,82
45	0,77	6,96	315	0,68	6,09
50	0,70	6,27	320	0,51	4,56
55	0,61	5,45	325	0,43	3,89
60	0,44	3,92	330	0,35	3,14
65	0,36	3,22	335	0,25	2,27
70	0,25	2,23	340	0,18	1,61
75	0,16	1,48	345	0,09	0,81
80	0,06	0,54	350	0,02	0,16
85	0,02	0,15	355	0,01	0,08
90	0,01	0,10	360	0,01	0,07

B armatüründe ışık kaynağı olan LEDler armatürün ortasındaki boşluğa yerleştirilmiştir. Işık herhangi bir dağıtıcı veya yansıtıcı yüzeye çarpmadan alt yarı uzaya gönderilir. Bu da armatürün yarattığı aydınlık düzeylerinin diğer armatüre oranla daha yüksek olmasını sağlamıştır. B armatürüne ait ışık dağılım eğrisi Şekil 6.13'dedir.



Şekil 6.13 : B armatürünün ışık dağılım eğrisi

Bu armatürün ışık dağılım eğrisi 0° - 180° düzlemi için A armatürü kadar simetrik değildir. Ayrıca bu armatürün ışık dağılımını diğer armatüre kıyasla daha dardır.

Tasarlanan bu armatürlerle karşılaştırmak üzere, acil durum aydınlatmasında kullanılan floresan lambalı bir armatürden yararlanılmıştır. Bu armatüre ait ışık şiddetleri her iki düzlem için de Çizelge 6.5 ve 6.6'da gösterilmiştir.

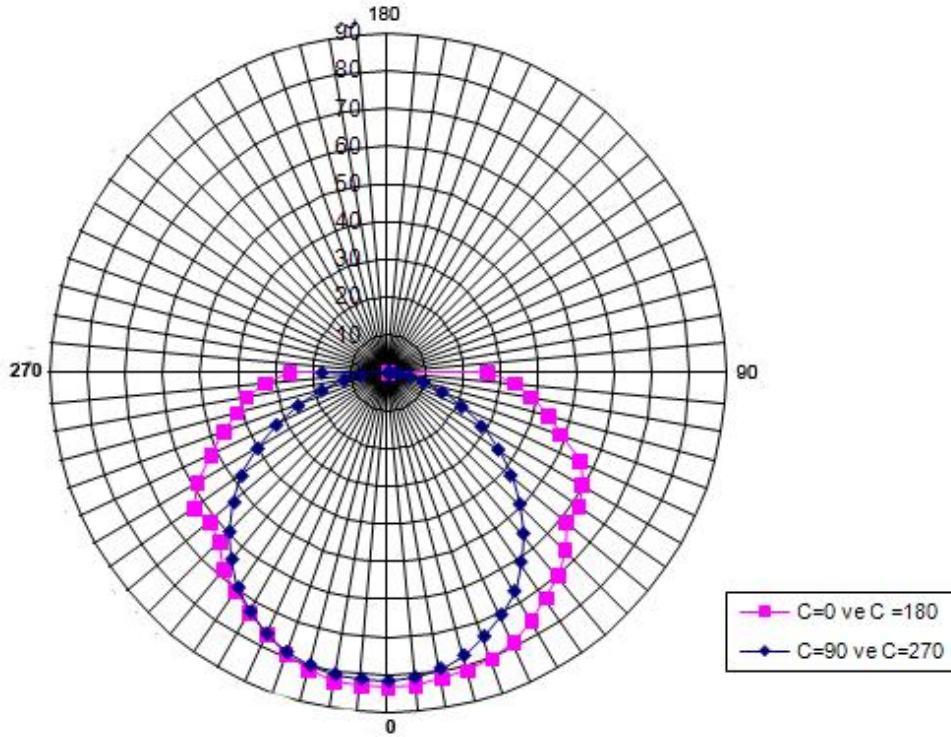
Çizelge 6.5 : Geleneksel armatürün 0° - 180° düzleminde yarattığı ışık şiddetleri

Açı	$C=0^{\circ}$		Açı	$C=180^{\circ}$	
	E_{ort}	I_a		E_{ort}	I_a
0	1,137	83,602	270	1,132	83,235
5	1,131	83,210	275	1,131	83,186
10	1,129	83,063	280	1,120	82,401
15	1,109	81,568	285	1,114	81,911
20	1,081	79,509	290	1,099	80,857
25	1,042	76,617	295	1,073	78,946
30	1,000	73,553	300	1,034	76,029
35	0,960	70,588	305	0,992	72,990
40	0,924	67,990	310	0,954	70,171
45	0,861	63,357	315	0,902	66,348
50	0,839	61,715	320	0,839	61,740
55	0,858	63,088	325	0,809	59,485
60	0,796	58,578	330	0,839	61,740
65	0,708	52,058	335	0,762	56,078
70	0,632	46,470	340	0,659	48,455
75	0,568	41,789	345	0,598	43,995
80	0,520	38,235	350	0,522	38,431
85	0,449	33,014	355	0,460	33,872
90	0,357	26,274	360	0,354	26,029

Çizelge 6.6 : Geleneksel armatürün 90° - 270° düzleminde yarattığı ışık şiddetleri

Açı	$C=90^{\circ}$		Açı	$C=270^{\circ}$	
	E_{ort}	I_a		E_{ort}	I_a
0	1,114	81,911	270	1,110	81,617
5	1,104	81,200	275	1,106	81,348
10	1,085	79,779	280	1,093	80,416
15	1,057	77,745	285	1,074	79,019
20	1,014	74,558	290	1,039	76,446
25	0,965	70,980	295	0,997	73,357
30	0,912	67,058	300	0,947	69,681
35	0,835	61,397	305	0,881	64,779
40	0,759	55,808	310	0,813	59,803
45	0,671	49,362	315	0,728	53,578
50	0,577	42,426	320	0,649	47,720
55	0,484	35,637	325	0,547	40,220
60	0,388	28,529	330	0,447	32,892
65	0,292	21,470	335	0,348	25,612
70	0,206	15,196	340	0,250	18,382
75	0,131	9,656	345	0,163	12,009
80	0,075	5,539	350	0,102	7,549
85	0,039	2,916	355	0,241	17,741
90	0,028	2,058	360	0,035	2,598

Geleneksel armatüre ait ışık dağılım eğrisi Şekil 6.14’de verilmiştir.



Şekil 6.14 : Geleneksel armatüre ait ışık dağılım eğrisi

Geleneksel armatürün ışık dağılım eğrisi simetriktir.

A armatürünün yarattığı ışık dağılım eğrisi, acil durum aydınlatmasında geleneksel olarak kullanılan armatürlerin ışık dağılım eğrisine daha yakındır. Ancak A armatürünün yarattığı aydınlık düzeyleri de B armatürüne göre daha düşüktür.

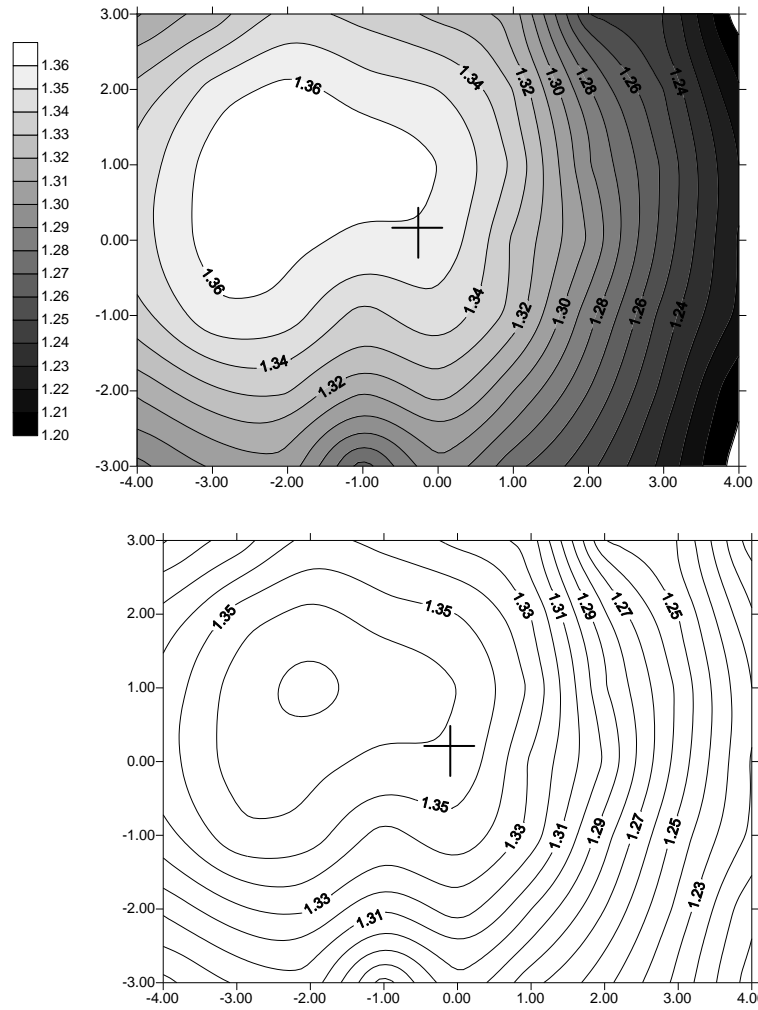
6.5.2 Armatürlere ait eş aydınlık düzeyi eğrileri

Bir armatürün yeterliliği ile ilgili karar verebilmek için ışık dağılım eğrilerinden başka eş aydınlık düzeyi eğrilerinin de incelenmesi gerekir. Bir armatüre ait eş aydınlık düzeyi eğrilerinin çizilebilmesi için merkezi noktasal kaynaktaki bir küre çizilir ve bu küre üzerinde aynı aydınlık düzeyine sahip olan noktalar birleştirilir. Eğrilerin küre üzerinde çizilmiş olmaları elverişli değildir, bu yüzden eğriler düzlemsel bir yüzeye aktarılırlar [13].

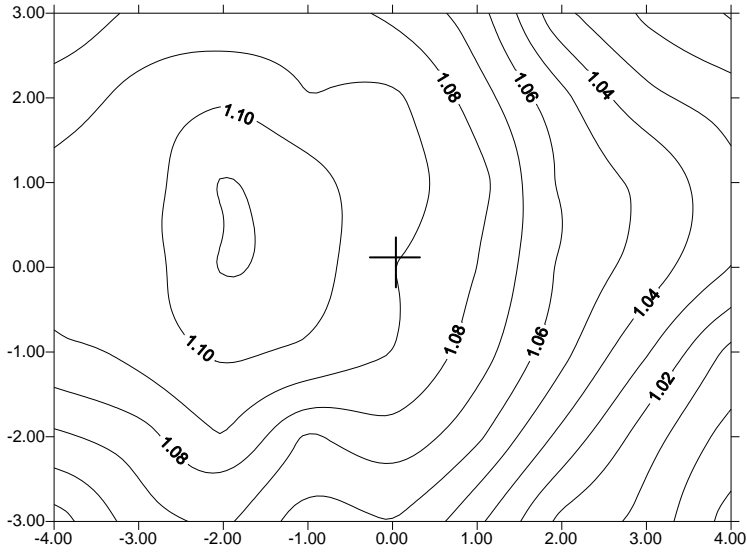
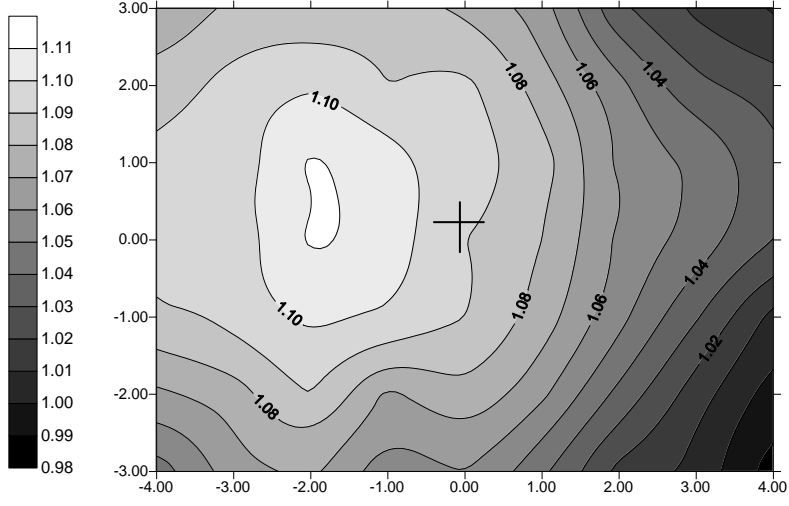
Bu ölçümlerin yapılabilmesi için ışık kaynağının noktasal olarak kabul edilebilmesi çok önemlidir. Bir ışık kaynağı ancak sınır uzaklığı veya kritik uzaklık adı verilen bir uzaklıktan veya bundan daha büyük bir uzaklıktan gözlemlenirse noktasal kabul edilebilir. Sınır uzaklık %1’den küçük hata için ışık kaynağının en büyük boyutunun

10 katı ve %1~%2 arasındaki hata payı içinse ışık kaynağının en büyük boyunun 5 katı olarak kabul edilebilir [13].

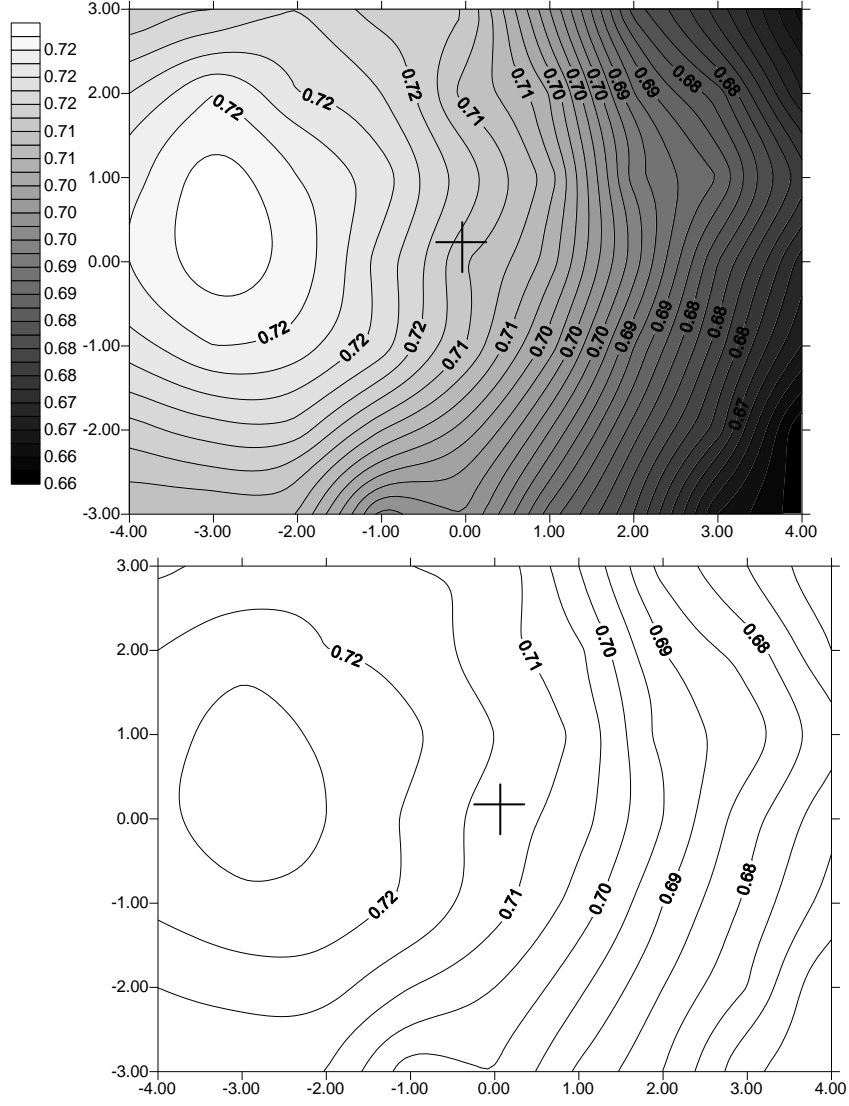
A armatürünün boyutları 103mm x205mm x10mm ve B armatürünün boyutları ise 60mm x160mm x18mm'dir. Armatürlerin eş aydınlık düzeylerini çıkarmak için armatürlerden 1.8 m, 2 m, ve 2.5 m uzaklıkta, 63 ayrı noktadan ölçümler alınmıştır. Bu uzaklık değerlerine göre armatürler %1'lik hata payı ile noktasal kabul edilebilirler. Ancak A armatürü 1.8 metreden yapılan ölçümde %2 hata payı ile noktasal kabul edilebilir. A armatürünün yarattığı eş aydınlık düzeyleri eğrileri Şekil 6.15, 6.16 ve 6.17'de verilmiştir.



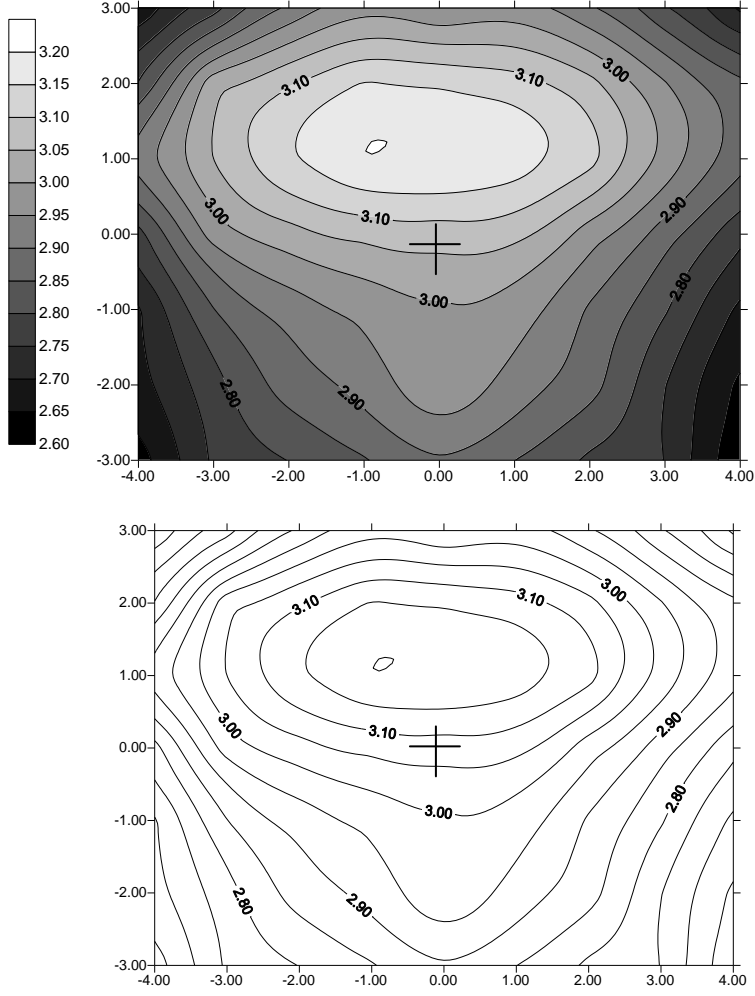
Şekil 6.15 : A armatürünün 1,8 m. uzaklıkta yarattığı eş aydınlık düzeyi eğrileri



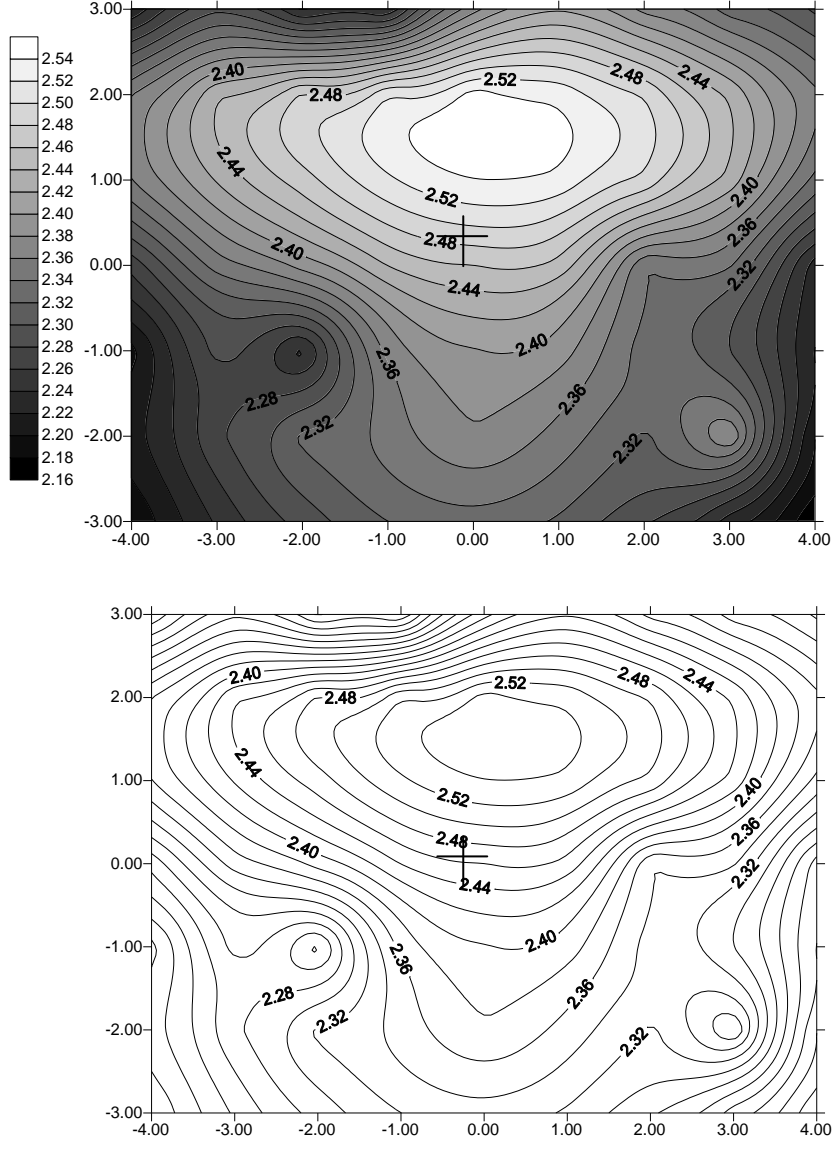
Şekil 6.16 : A armatürünün 2 m. uzaklıkta yarattığı eş aydınlık düzeyi eğrileri



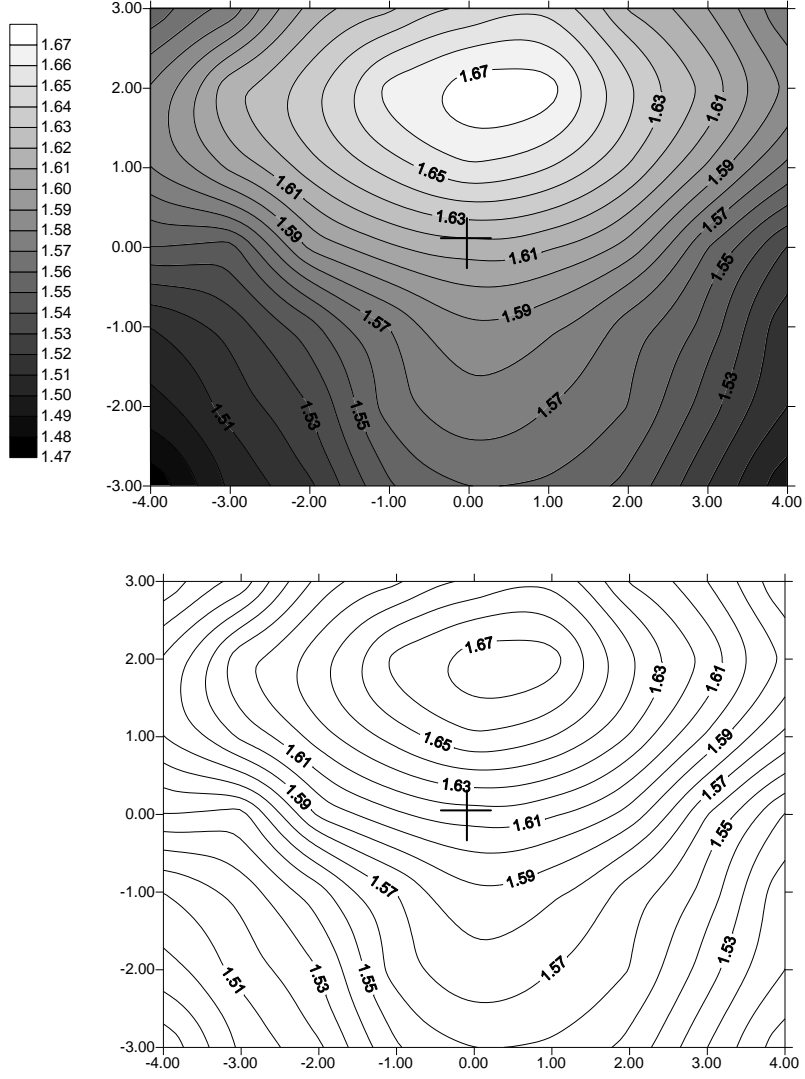
Şekil 6.17 : A armatürünün 2,5 m. uzaklıkta yarattığı eş aydınlık düzeyi eğrileri
B armatürü için de aynı koşullarda eş aydınlık düzeyi eğrileri oluşturulmuştur ve bu eğrilerde Şekil 6.18, 6.19 ve 6.20’de görülmektedir.



Şekil 6.18 : B armatürünün 1,8 m. uzaklıkta yarattığı eş aydınlık düzeyi eğrileri

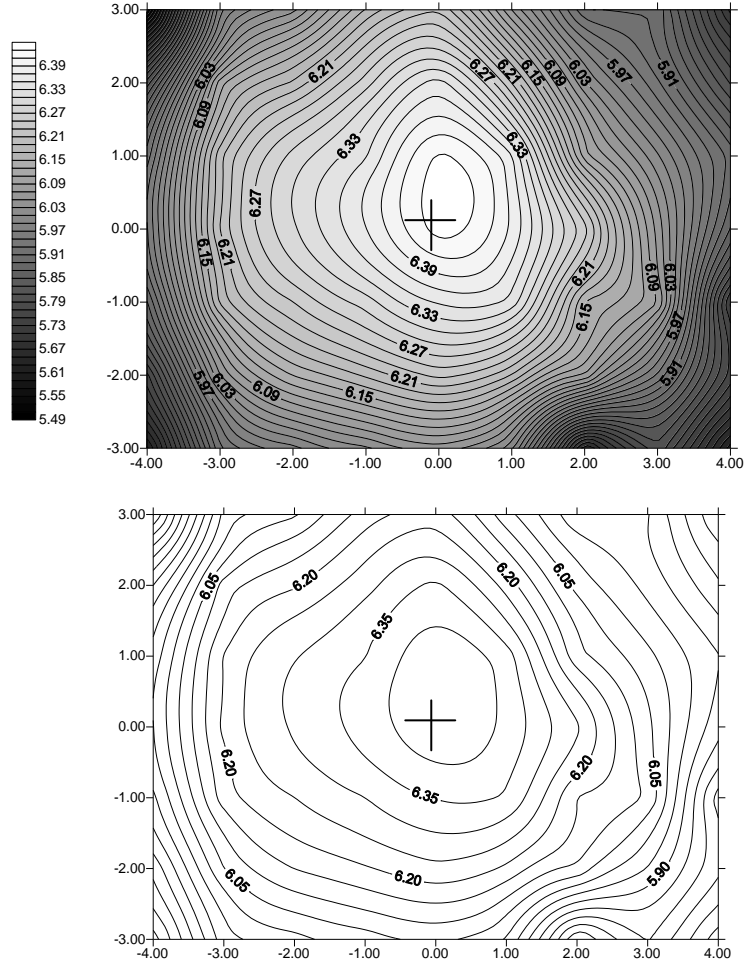


Şekil 6.19 : B armatürünün 2 m. uzaklıkta yarattığı eş aydınlık düzeyi eğrileri

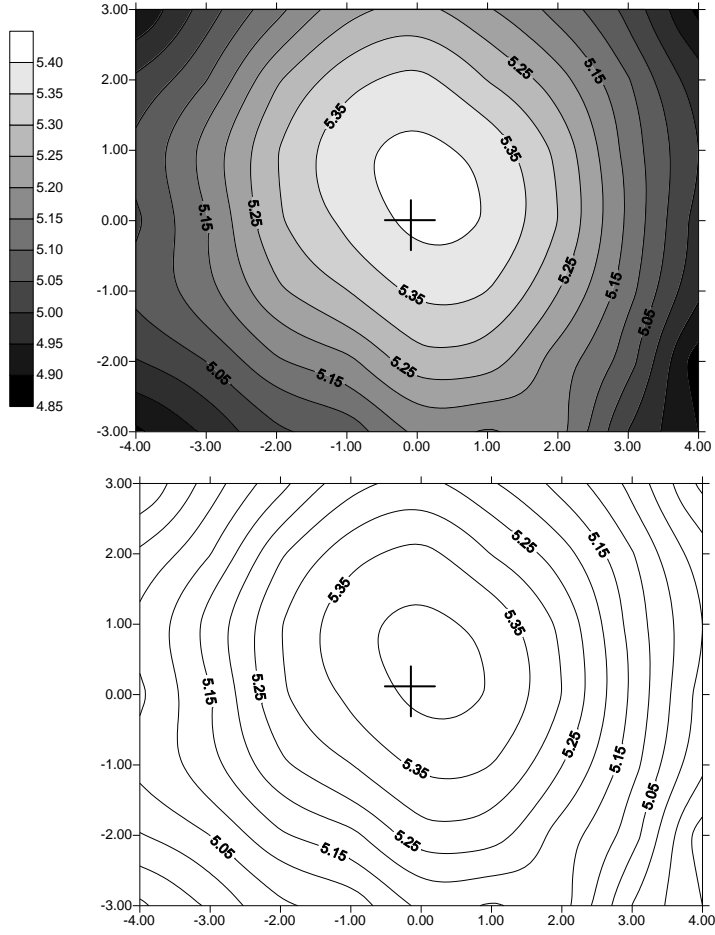


Şekil 6.20 : B armatürünün 2,5 m. uzaklıkta yarattığı eş aydınlık düzeyi eğrileri

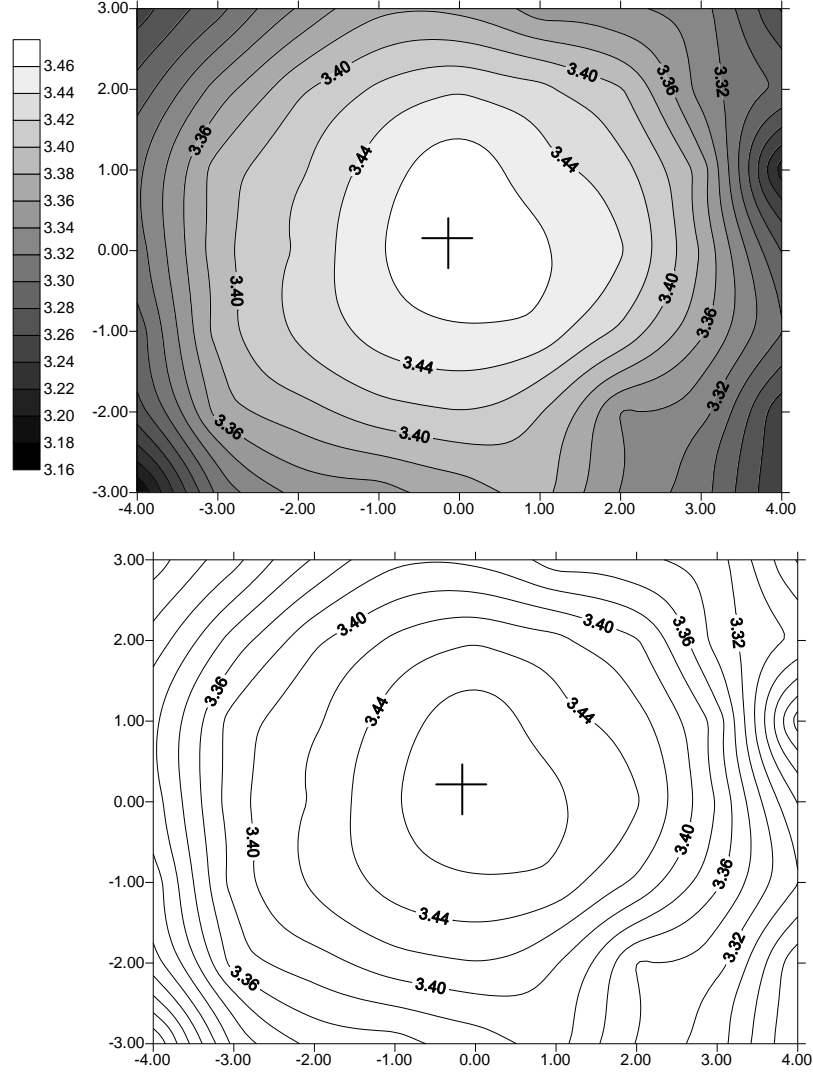
Acil durum aydınlatmasında kullanılan kompakt floresan lambalı armatürün boyutları 76x325x46 mm'dir. Bu armatürün en büyük boyutu 325 mm olduğu için ölçüm yapılan mesafelerde armatür %2 hata ile noktasal bir ışık kaynağı olarak kabul edilebilir. Elde edilen eş aydınlık düzeyi eğrileri Şekil 6.21, 6.22 ve 6.23'de gösterilmiştir.



Şekil 6.21 : Geleneksel armatürün 1,8 m. uzaklıkta yarattığı eş aydınlık düzeyi eğrileri



Şekil 6.22 : Geleneksel armatürün 2 m. uzaklıkta yarattığı eşaydınlık düzeyi eğrileri



Şekil 6.23 : Geleneksel armatürün 2,5 m. uzaklıkta yarattığı eş aydınlık düzeyi eğrileri

Şekillerden de açıkça görülebildiği gibi geleneksel armatürün eş aydınlık düzeyi eğrileri oldukça düzgün bir dağılım göstermiştir. En yüksek aydınlık düzeyini tam orjin noktasında yani armatürün tam karşısındaki noktada sağlamıştır.

Eş aydınlık düzeyi eğrileri, bu armatürlerin zeminde sağlayacakları aydınlık düzeyi dağılımlarını yorumlayabilmek için kullanılabilirler ve bu armatürlerin herhangi birinin kullanıldığı bir aydınlatma hesabında gözönüne alınabilirler

Kompakt floresanlı acil durum armatürü ile karşılaştırıldığında, tasarımı yapılan her iki armatürün de sağlayabildikleri en yüksek aydınlık düzeyi tam orjin noktasında değildir. Buna rağmen genel olarak bu armatürler de aynı kompakt floresan lamba kullanan armatür gibi aydınlık düzeyleri kenarlara doğru azalan bir aydınlatma sağlamışlardır.

6.5.3 Armatürlerin yarattığı kamaşma ile ilgili hesaplar

Bir armatürün yaratacağı kamaşma genel olarak arka planla aralarındaki kontrast farkına bağlıdır. Bir armatürün yarattığı kamaşma, kamaşma bölgesi olarak adlandırılan bölgede belirlenir. Kamaşma bölgesi farklı kaynaklarda bir armatürün 60°-90° açıyla ve 70°-90° açıyla ışık verdiği bölgeler olarak tanımlanmıştır [1,2]. Armatürler sebebiyle oluşacak yetersizlik kamaşması için, armatürün kamaşma bölgesinde yarattığı maksimum ışık şiddetine bakılacaktır. Bu tez çalışması kapsamında her iki bölgede de yaratılan kamaşmalar incelenmiştir.

Acil durum aydınlatmasında armatürlerin yarattığı kamaşma için iki tür kamaşma hesabı yapılmıştır. Birincisi tehlike altında olan mekanlar için armatürlerin çeşitli montaj yüksekliklerinde, kullanıcılarda yaratacakları kamaşmadır. İkinci hesap ise kaçış yolu ve açık alanlar için yapılmıştır.

6.5.3.1 Kaçış yolu ve açık alanlar için kamaşma hesabı

Kaçış yollarında ve açık alanlarda armatürler için kamaşma hesabı yapılırken armatürden çıkan ışığın zemine doğru yaptığı açı dikkate alınmalıdır. Kamaşma bölgesinde, armatürün yaratacağı en yüksek ışık şiddeti değerleri standartlarda belirlenen ve Çizelge 6.7'de gösterilen değerlerle karşılaştırılır ve buna göre yetersizlik kamaşması hakkında bir karar verilir [2].

Çizelge 6.7 : Kaçış yolu ve açık alan aydınlatması için montaj yüksekliğine bağlı olarak izin verilen en yüksek ışık şiddetleri

Armatürlerin zeminden montaj yüksekliği [m] h	Kaçış Yolu ve Açık Alan Aydınlatması En Yüksek Işık Şiddeti [cd] I_{max}
$h < 2.5m$	500
$2.5 \leq h < 3$	900
$3 \leq h < 3.5$	1600
$3.5 \leq h < 4$	2500
$4 \leq h < 4.5$	3500
$h \geq 4.5$	5000

Kamaşma bölgesi olarak öncelikle EN 1838 standartında belirtilen 60° - 90° bölgesi ele alınmıştır. A armatürünün 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'dır. Aynı armatürün 90° - 270° düzleminde ve 60° - 90° bölgesinde yarattığı en yüksek ışık şiddeti ise 4,287 cd'dır ve 85° 'de oluşturmuştur. 4,872 cd ve 4,287 cd değerleri , her montaj yüksekliği için standartta belirtilen değerlerin altındadırlar. Bu sebeple bu armatürün 60° - 90° içinde kalan bölgede yetersizlik kamaşmasına sebep olmaz. 70° - 90° açıyla tanımlanan kamaşma bölgesinde de A armatürü en yüksek ışık şiddetini 85° 'de yaratmıştır. A armatürü bu bölgede de herhangi bir yetersizlik kamaşmasına sebep olmaz.

B armatürü 0° - 180° düzleminde yarattığı en yüksek ışık şiddeti 65° ve 70° 'dedir. Her ikisinde de 0,46 cd'dır. Aynı armatürün 90° - 270° düzleminde yarattığı en yüksek ışık şiddeti ise 60° 'dir ve 3,92 cd'dır. B armatürünün 70° - 90° kamaşma bölgesinde yarattığı ışık şiddetleri ise 0° - 180° düzleminde 70° 'de ve 0,46 cd, 90° - 270° düzleminde ise gene 70° 'de ve 2,23 cd'dır. B armatürünün de oluşturduğu en yüksek ışık şiddetleri izin verilen değerlerin altındadır. B armatürü yetersizlik kamaşmasına sebep olmaz.

Geleneksel acil durum aydınlatma armatürü 60° - 90° bölgesi içinde 0° - 180° düzleminde en yüksek ışık şiddetini 60° 'de oluşturur ve 61,74 cd değerindedir. Aynı bölgede 90° - 270° düzleminde ise en yüksek ışık şiddetini yine 60° 'de oluşturur ve değeri 32,89 cd'dır. Aynı armatürün 70° - 90° kamaşma bölgesinde 0° - 180° düzleminde yarattığı en yüksek ışık şiddeti 70° 'dedir ve 48,45 cd değerindedir. 90° - 270° düzlemindeki en yüksek ışık şiddeti de 70° 'dedir ve 18,38 cd'dır. Bu armatür tasarlanan A ve B armatürlerinden daha yüksek ışık şiddeti üretmesine rağmen, ışık şiddeti yetersizlik kamaşması için izin verilen en yüksek değerlerin altındadır ve kompakt floresan lamba kullanan geleneksel armatür yetersizlik kamaşmasına sebep olmamaktadır.

6.5.3.2 Tehlike altında olan bölgeler için kamaşma hesabı

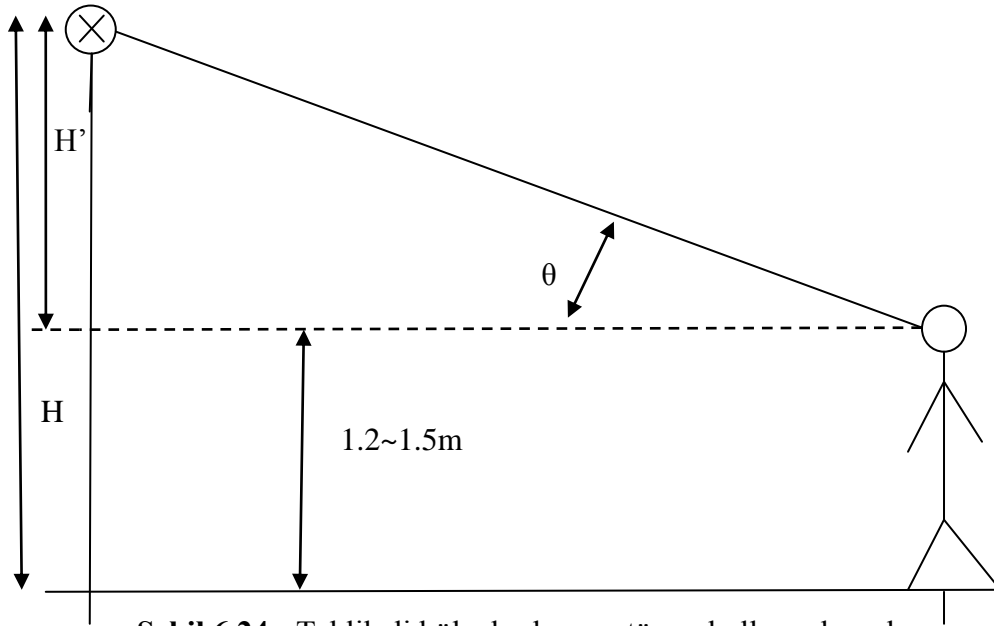
Tehlike altında olan bölgeler için kamaşma hesabı yapılırken kullanıcıların göz yükseklikleri dikkate alınır. Bu mekanlar torna tezgahları, dönen makineler gibi kullanıcılar için hayati tehlike oluşturabilecek sistemlerin ve bu sistemlerde yürütülen işlerin bağlı olduğu diğer bölgelerin bulunduğu yerlerdir.

Armatürlerin çeşitli montaj yükseklikleri için tehlike altında bulunan mekanlarda izin verilen en yüksek ışık şiddeti değerleri Çizelge 6.8’de verilmiştir [2]

Çizelge 6.8 : Tehlike altında olan bölgeler için montaj yüksekliğine bağlı olarak izin verilen en yüksek ışık şiddeti değerleri

Armatürlerin zeminden montaj yükseklği [m] h	Tehlike Altında Olan Mekanlar İçin En Yüksek Işık Şiddeti [cd] I_{max}
$h < 2.5m$	1000
$2.5 \leq h < 3$	1800
$3 \leq h < 3.5$	3200
$3.5 \leq h < 4$	5000
$4 \leq h < 4.5$	7000
$h \geq 4.5$	10000

Tehlike altında olan bölgelerde yapılacak kamaşma hesabında kamaşma bölgesi içinde ışığın kullanıcının gözüne geliş açısı dikkate alınır. Tehlikeli bölgeler için armatür ve kullanıcıların konumu Şekil 6.24’de verilmiştir..



Şekil 6.24 : Tehlikeli bölgelerde armatür ve kullanıcıların konumu

Tehlikeli bölgelerde kullanıcının göz yükseliğini 1.5 metre olarak kabul edilebilir. Kamaşma sınırlarının belirlenmesi için armatürlerin montaj yükseklikleri 2.35 m, 2.7

m, 3.3 m, 3.7 m, 4.3 m ve 5 m olarak seçilmiştir . Ayrıca kullanıcıların armatürlerden 2 metre uzaklıkta oldukları kabul edilmiştir.

A armatürü için 0° - 180° düzleminde belirtilen montaj yüksekliklerine bağlı olarak ışığın kullanıcının gözüne geliş açısı ve armatürün bu açıda yarattığı en yüksek ışık şiddetleri Çizelge 6.9’da verilmiştir.

Çizelge 6.9 : A armatüründen 0° - 180° düzleminde kullanıcıların gözüne gelen ışığın geliş açısı ve en yüksek ışık şiddetleri

Montaj Yüksekliği (m)	Işığın Göze Geliş Açısı ($^{\circ}$)	A Armatürünün 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

A armatürünün 0° - 180° düzleminde yarattığı en yüksek ışık şiddetlerinin izin verilen sınırların altında olduğu görülür. A armatürü bu düzlemde kullanıcılarda herhangi bir yetersizlik kamaşmasına sebep olmaz.

A armatürünün 90° - 270° düzleminde belirtilen montaj yüksekliklerinde, ışığın kullanıcının gözüne geliş açısı ve bu yöndeki ışık şiddetleri Çizelge 6.10’da verilmiştir.

Çizelge 6.10 : A armatüründen 90° - 270° düzleminde kullanıcıların gözüne gelen ışığın geliş açısı ve en yüksek ışık şiddetleri

Montaj Yüksekliği (m)	Işığın Göze Geliş Açısı ($^{\circ}$)	A Armatürünün Bu Doğrultuda Yarattığı Işık Şiddeti (cd)
2.35	23.03	5.23
2.70	30.96	5.09
3.30	41.99	4.64
3.70	47.73	4.42
4.30	54.46	4.07
5.00	60.26	3.61

Görüldüğü gibi A armatürünün 90°-270° düzleminde de yarattığı en yüksek ışık şiddeti değerleri, tehlike altındaki bölgeler için izin verilen değerlerin altındadır.

A armatürü her iki düzlemde de kullanıcılar üzerinde yetersizlik kamaşmasına sebep olmamaktadır.

B armatürü için de aynı montaj yükseklikleri seçilecektir, B armatüründen de bu yüksekliklerde kullanıcının gözüne gelen ışığın açısı A armatürü ile aynı olacaktır.

Buna göre öncelikle 0°-180° düzlemindeki ışık şiddetleri Çizelge 6.11’de gösterilmiştir

Çizelge 6.11 : B armatüründen 0°-180° düzleminde kullanıcıların gözüne gelen ışığın geliş açısı ve en yüksek ışık şiddetleri

Montaj Yüksekliği (m)	Işığın Göze Geliş Açısı (°)	B Armatürünün Bu Doğrultuda Yarattığı Işık Şiddeti (cd)
2.35	23.03	8.79
2.70	30.96	4.98
3.30	41.99	3.69
3.70	47.73	1.89
4.30	54.46	0.46
5.00	60.26	0.40

B armatürünün 0°-180° düzleminde ve kullanıcının gözü doğrultusunda yarattığı ışık şiddeti değerleri tehlike altında olan bölgeler için izin verilen değerlerin altındadır. B armatürünün bu bölgede yetersizlik kamaşmasına sebep olmaz.

Aynı armatürün 90°-270° düzleminde belirtilen montaj yüksekliklerinde yarattığı ışık şiddetleri Çizelge 6.12’de gösterilmiştir.

Çizelge 6.12 : B armatüründen 90°-270° düzleminde kullanıcıların gözüne gelen ışığın geliş açısı ve en yüksek ışık şiddetleri

Montaj Yüksekliği (m)	Işığın Göze Geliş Açısı (°)	B Armatürünün Bu Doğrultuda Yarattığı Işık Şiddeti (cd)
2.35	23.03	9.29
2.70	30.96	8.67
3.30	41.99	7.33
3.70	47.73	6.54
4.30	54.46	5.61
5.00	60.26	3.92

B armatürünün 90°-270° düzleminde yarattığı ışık şiddeti değerleri tehlikeli bölgeler için izin verilen en yüksek ışık şiddeti değerlerinin altındadır. B armatürünün de her iki düzlem için yetersizlik kamaşmasına sebep olmadığı görülür.

Son olarak geleneksel olarak kullanılan acil durum aydınlatma armatürünün her iki düzlemde yarattığı ışık şiddetlerine bakılacaktır. Geleneksel armatürün 0°-180° düzleminde yarattığı ışık şiddetleri Çizelge 6.13’de verilmiştir.

Çizelge 6.13 : Geleneksel armatürden 0°-180° düzleminde kullanıcıların gözüne gelen ışığın geliş açısı ve en yüksek ışık şiddetleri

Montaj Yüksekliği (m)	Işığın Göze Geliş Açısı (°)	Geleneksel Armatürün Bu Doğrultuda Yarattığı Işık Şiddeti (cd)
2.35	23.03	79.70
2.70	30.96	76.02
3.30	41.99	68.63
3.70	47.73	63.58
4.30	54.46	59.90
5.00	60.26	61.74

Geleneksel armatürün 0°-180° düzleminde yarattığı ışık tehlikeli bölgeler için izin verilen değerlerin altındadır.

Aynı armatürün 90°-270° düzleminde yarattığı ışık şiddetleri Çizelge 6.14’de verilmiştir.

Çizelge 6.14 : Geleneksel armatürden 90°-270° düzleminde kullanıcıların gözüne gelen ışığın geliş açısı ve en yüksek ışık şiddetleri

Montaj Yüksekliği (m)	Işığın Göze Geliş Açısı (°)	Geleneksel Armatürün Bu Doğrultuda Yarattığı Işık Şiddeti (cd)
2.35	23.03	74.50
2.70	30.96	69.68
3.30	41.99	57.30
3.70	47.73	50.06
4.30	54.46	42.12
5.00	60.26	32.89

90°-270° düzleminde de geleneksel armatürün, tehlike altındaki bölgeler için belirlenen sınır değerlerinin altında ışık şiddeti oluşturduğu görülmüştür.

6.5.4 Örnek bir kaçış yolu boyunca aydınlık düzeyinin hesaplanması

Bu bölümde seçilen bir kaçış yolu boyunca aydınlık düzeyi yapılmış, kullanılan armatür sayısı ve bu armatürler arasındaki mesafeler belirlenmiştir. Kaçış yolu olarak İstanbul Teknik Üniversitesi Elektrik Elektronik Fakültesi Elektrik Mühendisliği Bölümü'nde bulunan bir koridor seçilmiştir. Bu koridorun boyutları 35m x3.3m dir. Armatürlerin merkez çizgi boyunca 2.20 m. montaj yüksekliğinde yerleştirildikleri düşünülmüştür. Armatürlerin bakış doğrultusuna dik bir şekilde öngörülmüştür. Kaçış yolları boyunca 2 metrelik bir merkez bant boyunca 0.5 lx ve merkez çizgi üzerinde de 1 lx aydınlık düzeyinin sağlanması gerekir. Acil durum aydınlatması ile ilgili hesaplar Bölüm 5'de detaylı olarak anlatılmıştır.

6.5.4.1 A armatürü kullanılarak acil durum aydınlatmasının tasarlanması

Acil durum aydınlatması hesaplarının yapılabilmesi için öncelikle S₁, S₂ ve S₃, değerlerinin belirlenmesi gerekir. S₁, S₂ ve S₃, aydınlık düzeylerinin sırayla 1 lx., 0.5 lx. ve 0.25 lx., değerlerinin sağlandıkları noktalardır.

$$E = \frac{I_{\alpha} \cos^3 \alpha}{h^2} \quad (6.4)$$

$$S = htana$$

(6.5)

formülleri uyarınca gerekli değerler hesaplanır. I_{α} ışık kaynağının α açısı doğrultusunda yarattığı ışık şiddetidir. α açısı bir doğrultudaki ışık şiddeti ile yüzey normali arasındaki açıdır. H montaj yüksekliğidir.

Önce istenilen aydınlık düzeylerinin hangi açılarda elde edileceği bulunur. Daha sonra da bu açı değerinin tanjantı ile montaj yüksekliğinin çarpımından da S değerlerine ulaşılır. A armatürü 1 lx aydınlık düzeyini 11.5° 'de, 0.5 lx aydınlık düzeyini 38° 'de ve 0.25 lx aydınlık düzeyini ise 50° 'de sağlar. Buna göre $S_1=0.44$ m, $S_2= 1.7$ m ve $S_3=2.62$ m olarak bulunur.

Öncelikle armatürler arasındaki mesafenin bulunması gerekir. Armatürler arasındaki mesafenin bulunabilmesi için Bölüm 5'de de detaylı olarak anlatıldığı gibi $MA_{M\dot{C}}$ ve MA_{MB} değerleri bulunmalı ve bunlardan küçük olan seçilmelidir.

$$MA_{M\dot{C}}=2*S_2$$

$$MA_{M\dot{C}}=2*1.7$$

$$MA_{M\dot{C}}=3.4 \text{ m}$$

Ve

$$MA_{MB} = 2 \sqrt{S_3^2 - \frac{g^2}{4}}$$

$$MA_{MB}=4.84 \text{ m}$$

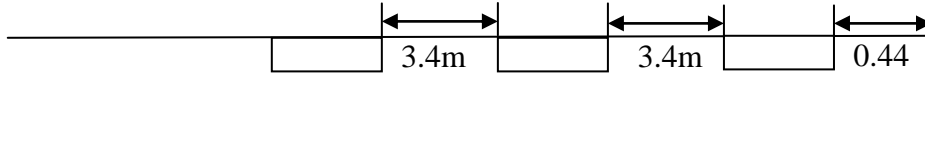
bulunur. Bunlardan küçük olan değer $MA_{M\dot{C}}$ armatürler arasındaki uygun mesafe olarak belirlenir.

Son armatür ile duvar arasındaki en uygun mesafenin bulunması içinse

$$MA_{M\dot{C}}=S_1$$

Ve $S_1=0.44$ m olarak bulunur.

Bu durumda 35 metrelik kaçış yolunda 11 adet A armatürünün yerleştirilmesi gerekir. Aydınlatma hesabının sonucunda armatürler arası mesafe ve son armatürle duvar arası mesafe Şekil 6.25'de gösterilmiştir.



Şekil 6.25 : A armatürü kullanılarak yapılan aydınlatma hesabında armatürlerin temsili yerleşimi

Düzgünlük standartlarda en yüksek aydınlık düzeyinin en düşük aydınlık düzeyine oranı olarak tanımlanmıştır ve 40:1 oranını geçmemelidir [2]. A armatürü ile yapılan aydınlatma sistemi tasarımında elde edilen en yüksek aydınlık düzeyi 1 lx, en düşük aydınlık düzeyi ise 0,57 lx'tür. Bu durumda en yüksek aydınlık düzeyinin en düşük aydınlık düzeyine oranı 1,75'tir.

6.5.4.2 B armatürü kullanılarak aydınlatma sisteminin tasarlanması

B armatürü 1 lx aydınlık düzeyini 22°'de, 0.5 lx aydınlık düzeyini 33°'de ve 0.25 lx aydınlık düzeyini de 42°'de sağlar. Buna göre $S_1=0.89$ m., $S_2=1.42$ m., ve $S_3=1.98$ m. olarak bulunur.

Armatürler arasındaki uygun uzaklığın bulunması için;

$$MA_{MÇ}=2*S_2$$

$$MA_{MÇ}=2*1.42$$

$$MA_{MÇ}=2.84 \text{ m}$$

Ve

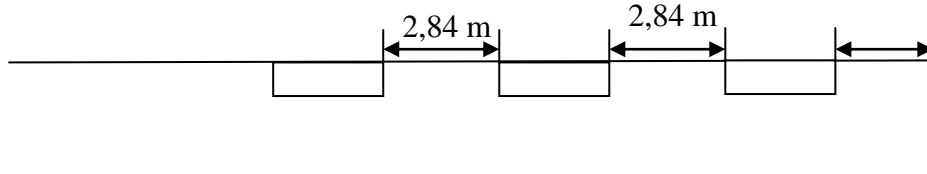
$$MA_{MB} = 2 \sqrt{S_3^2 - \frac{g^2}{4}}$$

$$MA_{MB}=3.41 \text{ m.}$$

olarak bulunur ve daha küçük olan $MA_{MÇ}$ değeri armatürler arası uzaklık olarak alınır.

Son armatür ile duvar arasındaki mesafenin bulunması için de $MA_{MÇ}=S_1$ ve $S_1=0.89$ m olarak bulunur. B armatürü kullanılarak yapılacak aydınlatma sisteminde

armatürler arası mesafe ve son armatür-duvar arası mesafenin gösterimi Şekil 6.26'da verilmiştir.



Şekil 6.26 : B armatürü kullanılarak yapılan aydınlatma hesabında armatürlerin temsili yerleşimi

Bu durumda 14 adet B tipi armatür kullanılması gerekir.

B armatürü ile yapılan aydınlatma sisteminde elde edilen en yüksek aydınlık düzeyi 1,2 lx, en düşük aydınlık düzeyi ise 0,37 lx'tur. Bu aydınlatma sisteminde en yüksek aydınlık düzeyinin en düşük aydınlık düzeyine oranı 3,24'tür.

6.5.4.3 Geleneksel armatür kullanılarak aydınlatma sisteminin tasarlanması

Geleneksel armatür için de 2,35 m montaj yüksekliğinde aydınlık düzeyi hesabı yapıldığı zaman, 1 lx aydınlık düzeyinin 67°de; 0,5 lx aydınlık düzeyinin 72°de ve 0,25 lx aydınlık düzeyinin de 76°de oluşturulduğu görülür. Bu durumda $S_1 = 5,18$ m.; $S_2 = 6,77$ m., ve $S_3 = 8,82$ m. olarak bulunur.

Armatürler arasındaki en uygun uzaklığın bulunması için;

$$MA_{MÇ} = 2 * S_2$$

$$MA_{MÇ} = 2 * 6,77$$

$$MA_{MÇ} = 13,54 \text{ m}$$

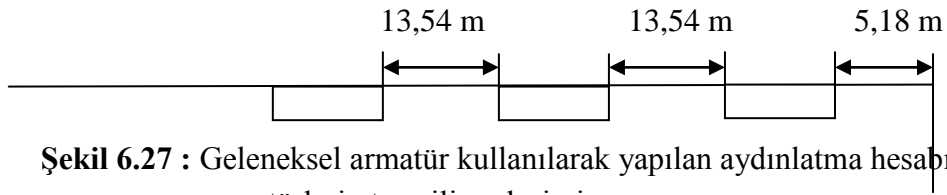
Ve

$$MA_{MB} = 2 \sqrt{S_3^2 - \frac{w^2}{4}}$$

$$MA_{MB} = 17,52 \text{ m.}$$

olarak bulunur ve daha küçük olan $MA_{MÇ}$ değeri armatürler arasındaki mesafe olarak belirlenir.

Son armatür ile duvar arasındaki mesafe ise $MA_{MÇ}=S_1$ ve $S_1=5.18$ m.'dir. Kaçış yoluboyunca ise 3 adet armatür yerleştirilmesi gerekir. Aralarında 13.54 m. mesafe olacak şekilde armatürlerin kaçış yoluna yerleştirilmesi durumunda 2 adet armatür gerekir ancak bu durumda istenilen aydınlık düzeyinin altına düşülecektir. Bu durumda armatürler arası mesafe 10 m. olacak şekilde 3 adet armatür yerleştirilir. Kaçış yolu boyunca 4 adet acil durum aydınlatma armatürü kullanılarak arzu edilen aydınlık düzeyleri sağlanabilir. Geleneksel armatür kullanılarak yapılacak aydınlatma sisteminde armatürler arası mesafe ve son armatür-duvar arası mesafenin gösterimi Şekil 6.27'de verilmiştir.



Şekil 6.27 : Geleneksel armatür kullanılarak yapılan aydınlatma hesabında armatürlerin temsili yerleşimi

Geleneksel armatürle yapılan aydınlatma sisteminde ise en yüksek 18,15 lx ve en düşük 3,74 lx değerinde aydınlık düzeyleri elde edilmiştir. Bu aydınlatma sisteminde ise en yüksek aydınlık düzeyinin en düşük aydınlık düzeyine oranı 4,85'tir.

Her üç armatür ile yapılan aydınlatma hesapları ile ilgili karşılaştırmalar Çizelge 6.15'de verilmiştir.

Çizelge 6.15 : Aydınlatma hesabının her üç armatür içinde karşılaştırılması

	S1 (m.)	S2 (m.)	S3 (m.)	Armatürler Arası Mesafe (m.)	Son armatür-Duvar Arası Mesafe (m.)	Kullanılan Armatür Sayısı
A Armatürü	0.44	1.7	2.62	3.4	0.44	12
B Armatürü	0.89	1.42	1.98	2.84	0.89	14
Geleneksel Armatür	5.18	6.77	8.82	13.54	5.18	4

6.5.4.4 Tasarlanan acil durum aydınlatma sistemlerinin yaratabilecekleri kamaşmanın incelenmesi

Her ne kadar armatürlerin tek tek kaçış yolları üzerinde ve tehlike altındaki bölgelerde yaratabilecekleri yetersizlik kamaşması daha önce incelenmiş olsa da; acil durum aydınlatma sisteminin içinde bir kaçış yolu boyunca kullanıcıların bakış doğrultusunda bulunan bütün armatürlerin yaratacağı kamaşma da hesaba katılmalıdır. Seçilen kaçış yolu boyunca, bir kullanıcı koridorun başında durduğu zamanda bakış doğrultusunun içine bütün armatürler girecektir.

Kamaşma bölgesi 70° - 90° ve 60° - 90° açıları için iki farklı şekilde tanımlanmıştır. Armatürlerin bu doğrultularda yarattıkları en yüksek ışık şiddetlerinin lineer olarak toplanması ile kamaşma hesaplanabilir.

A armatürü 70° - 90° bölgesinde ve 60° - 90° bölgesinde en yüksek ışık şiddetini 60° 'de oluşturmuştur ve 4,872 cd değerindedir. Tasarlanan acil durum aydınlatma sisteminde A armatüründen 12 adet kullanılmıştır. Bu durumda bakış doğrultusundaki en yüksek ışık şiddeti 58,46 cd olarak bulunur. Montaj yüksekliğinin 2.5 m'den küçük olduğu kaçış yollarında bakış doğrultusunda oluşmasına izin verilen en yüksek ışık şiddeti ise 500 cd'dir. Bu durumda tasarlanan sistemin kullanıcılarda yetersizlik kamaşmasına sebep olmadığı görülür.

B armatürü 70° - 90° bölgesinde ve 60° - 90° bölgesinde en yüksek ışık şiddetini 70° 'de oluşturur ve 0,46 cd değerindedir. Kaçış yolu boyunca B armatüründen 14 adet kullanılması öngörülmüştür. Bakış doğrultusunda yaratılacak toplam ışık şiddeti 6,44 cd olarak bulunur. Montaj yüksekliğinin 2,5 m'den küçük olduğu durumda bakış doğrultusundaki en yüksek ışık şiddetidir ve bu durumda da en yüksek ışık şiddetinin

500 cd değerini geçmemesi istenir. B armatürü ile tasarlanan sistem de kullanıcılarda yetersizlik kamaşmasına sebep olmaz.

Geleneksel armatür ise ve 60° - 90° bölgesinde en yüksek ışık şiddetini 60° 'de oluşturmuştur ve 61,74 cd değerindedir. 70° - 90° bölgesinde ise en yüksek ışık şiddeti 70° 'dedir ve 48,45 cd değerindedir. Tasarlanan sistemde kompakt floresan lambalı armatürden 4 adet kullanılmıştır. Bu durumda 2.20 m. montaj yüksekliğinde 60° - 90° bölgesinde en yüksek ışık şiddeti 246,96 cd ve 70° - 90° bölgesinde ise en yüksek ışık şiddeti 193,8 cd olarak bulunur. Bu değerler de izin verilen 500 cd değerinin altındadır. Geleneksel armatürün de yetersizlik kamaşmasına sebep olmadığı görülmüştür.

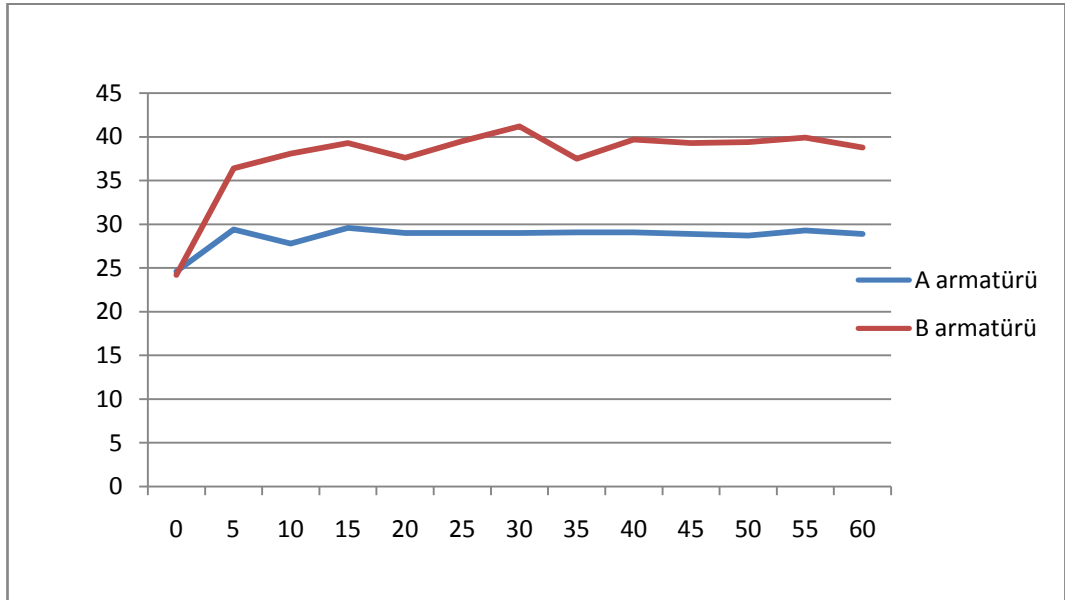
6.6 Armatürlerin Belirli Bir Süre Sonunda Ulaştıkları Sıcaklıklar ve Bu Sıcaklığın Çalışmalarına Etkisi

Bir acil durum armatürünün oluşabilecek yüksek sıcaklıklara dayanması beklenir. Bir acil durum armatürünü oluşturan malzemelerin her biri yüksek sıcaklıklara dayanacak şekilde seçilmelidir. Ancak ışık kaynakları için durum diğer malzemelerden daha farklıdır. Işık kaynaklarının farklı sıcaklıklarda verdikleri ışık şiddetleri de farklı olabilir. Akkor telli lambalar dış ortam sıcaklığından etkilenmeden çalışabilirler ancak floresan lambaların çalışması dış ortam sıcaklığından etkilenir. Aynı durum LEDler için de geçerlidir. LEDler düşük sıcaklıklarda daha yüksek ışık şiddeti oluştururlar, sıcaklık arttıkça ışık şiddeti değerleri düşer [20]. Bu da bir süre sonra armatürlerin istenilen aydınlık düzeylerini oluşturmamasına sebep olur. Seçilen LEDlerin çalışma sıcaklıkları -40°C ~ $+80^{\circ}\text{C}$ arasındadır. Ancak sıcaklık arttıkça yaratılan aydınlık düzeylerinin değişip değişmediğinin kontrol edilmesi gerekir. Bunun için öncelikle A ve B armatürlerinin bir saatlik çalışma süresi boyunca sıcaklıklarının değişimini inceleyebilmek için beşer dakika arayla ölçümler alınmıştır. A armatürü için ölçümler camın üzerinden alınabilmiştir ancak B armatürünün ölçümleri LEDlerin hemen yanından alınmıştır. Bu sebeple B armatürünün sıcaklık değerleri A armatürüne göre daha yüksek çıkmıştır. A armatürünün ölçümleri eğer LEDlerin yanında yapılabilsen de sıcaklık değişimlerinin gene sınırlar içinde kalması beklenirdi. Bu değerler Çizelge 6.16'da gösterilmiştir.

Çizelge 6.16 : Armatürlerin bir saatlik çalışma süresi sonunda ulaştıkları sıcaklıklar

Zaman (Dakika)	A Armatürü Sıcaklığı (°C)	B Armatürü Sıcaklığı (°C)
0	24.6	24.2
5	29.4	36.4
10	27.8	38.1
15	29.6	39.3
20	29.0	37.6
25	29.0	39.5
30	29.0	41.2
35	29.1	39.5
40	29.1	39.7
45	28.9	39.3
50	28.7	39.4
55	29.3	39.9
60	28.9	38.8

Çizelge’de de görülebileceği gibi armatürler ilk 10 dakika boyunca sürekli ısınmaya devam etmişlerdir. Bu süre zarfında LEDler rejime girmişler, çektikleri akım sabit bir değere ulaşmıştır. İlk on dakikadan sonra sıcaklıklar çok fazla değişim göstermemiştir. Sıcaklık değişimlerinin zaman bağlı değişimi Şekil 6.29’da gösterilmiştir.



Şekil 6.28 : Armatürlerin sıcaklıklarının zamana bağlı değişimi

Bu durumda armatürlerin yarattıkları aydınlık düzeylerinin de değişmemesi beklenir. Işık dağılım eğrilerinin elde edilmesi için yapılan ölçüler bir saat sürmüştür, bu bir saat sonunda da elde edilen aydınlık düzeylerinin değişmediği görülmüştür.

7. SONUÇLAR

Acil durum aydınlatması; elektrik kesintilerinin sıklıkla yaşandığı, deprem, sel gibi doğal afetlerin yanında terör, sabotaj gibi etkenler de gözönüne alındığında, nüfusun gittikçe arttığı, binaların hacimlerinin büyüdüğü, endüstriyel tesislerin gittikçe daha da karmaşık bir hal aldığı, insanların kalabalık gruplar halinde bir arada buldukları sosyal mekanların çoğaldığı günümüzde artık binaların vazgeçilmez bileşenlerinden birisi olmuştur. Acil durum aydınlatması hem insan güvenliğinin sağlanması için, hem de çeşitli mekanlarda sürmekte olan tehlikeli işlerin çevreye herhangi bir zarar vermeden kontrol altına alınabilmesi ve gerekirse sonlandırılabilmesi için son derece önemlidir. Acil durum aydınlatması standartlarda belirlenen süreler boyunca devrede kalmalı, istenilen aydınlık düzeylerini sağlamalı, ayrıca kullanılan armatürler kullanıcılarda yetersizlik kamaşmasına sebep olmamalıdır.

Bir acil durum aydınlatma sisteminin temel bileşenleri armatürler ve yönlendirme işaretleridir. Kurulan bir acil durum aydınlatma sisteminde bu bileşenlerin özelliklerinin sistemin kurulduğu yere uygun olması gerekir. Ayrıca sistemde kullanılacak besleme sistemleri de sistemin kurulduğu alanın boyutları, kullanım amacı ve fiziksel koşullarına bağlı olarak seçilmelidir.

Bu tez çalışmasının amacı acil durum aydınlatması için ışık kaynağı olarak ışık yayıcı diyot (LED) kullanan bir armatür tasarlanmasıdır. Bu kapsamda tasarlanan armatürler;

- 1) malzeme özellikleri
- 2) elektriksel özellikleri
- 3) aydınlatma tekniğine dair özellikleri

başlıkları altında incelenmiş ve acil durum aydınlatmasında geleneksel olarak kullanılan kompakt floresan lambalı bir armatürler karşılaştırılmışlardır.

Tasarlanan armatürlerde ışık kaynağı olarak minyatür LEDlerden yararlanılmıştır. Bu LEDlerin tercih edilmelerinin sebebi düşük akım değerleriyle çalışmalarıdır. Tasarlanan armatürler ise alüminyumdan üretilmiştir. Alüminyum kullanılması üç

yönden avantaj sağlamıştır. Birinci olarak LEDler için bir soğutucu sağlanmıştır, böylece ayrı bir soğutucu boyutlandırılmasına gerek kalmamıştır. İkinci olarak alüminyumdan bir yansıtıcı olarak yararlanılmıştır. Her ne kadar LEDler kayba sebep olmamak amacıyla herhangi bir yansıtıcı yüzeye yönlendirilmemiş olsalar da, kullanılan alüminyum sayesinde dağılan ışınlar tekrar aydınlatılacak yüzeye yönlendirilmiştir. Kompakt floresan lamba kullanan geleneksel aydınlatma armatürleri plastik malzemelerden üretilmiştir. Oysa tasarlanan armatürlerde kullanılan alüminyum fiziksel zorlanmalara karşı plastikten daha dayanıklı bir malzemedir. Alüminyum plastikten daha yüksek sıcaklıklara dayanır. Ayrıca armatürün montaj yapıldığı yerden düşmesi durumunda da parçalanmayacaktır.

Armatürlerden birinde ışık dağıtıcı yüzey olarak cam kullanılmıştır. Böylece hem armatür içindeki LEDlerin duman, nem gibi olumsuz dış koşullardan uzak tutulması sağlanmış, hem de ışık akısının düzgün olarak dağıtılması sağlanmıştır.

Acil durum aydınlatma armatürlerinin elektronik devreleri bir akü şarj grubundan ve armatürlerin enerji kesildiği durumda devreye girmesini sağlayacak bir sürücü devresinden oluşur. Kompakt floresan lambalı armatürlerin elektronik devrelerinin boyutları büyüktür. Kompakt floresan lambalı armatürlerin elektronik devresindeki en karışık yapı lambaların aküler tarafından beslenmesi durumunda çekecekleri alternatif akımın elde edilmesi için kullanılan yapıdır. Burada genellikle bir grup tristörle anahtarlama yapılır ve lambaya içinde harmonikler barındıran bir alternatif akım sağlanır. Bu akım harmoniklerden arındırılmak üzere filtrelenir ancak tam olarak harmoniksiz bir akım elde edilmesi çok zordur. Tasarlanan acil durum armatürlerinde ise bu yapı son derece basit bir şekilde çözümlenmiştir. LEDler doğru gerilimle çalıştıkları için akü çıkışındaki akımın herhangi bir anahtarlama elemanı ile alternatif akıma çevrilmesine gerek yoktur. LEDli armatürlerin kullandığı pillerin boyutları geleneksel armatüre göre daha küçüktür. LEDli armatürlerin akımları kompakt floresan lambalı armatürün akımına kıyasla daha düşük olduğu piyasada kolaylıkla bulunabilen piller kullanılmıştır. Geleneksel armatür pil ile 1 saat çalışabilmektedir ancak LEDli armatürler seçilen pillerle en az 5 saat çalışabilecek durumdadırlar, ve 5 saat acil durum aydınlatması için istenilen çalışma süresinin üzerindedir.

Tasarımı yapılan armatürler üretilmiş ve aydınlatma tekniğine dair özelliklerinin belirlenmesi için çeşitli deneyler yapılmıştır. Bunlardan birincisi armatürlerin ışık

dağılım eğrilerinin çıkarılmasıdır. Tasarlanan armatürlerin ve geleneksel armatürün ışık dağılım eğrileri 0° - 180° ve 90° - 270° düzlemlerinde çıkarılmıştır. Tasarlanan armatürlerin ışık dağılım eğrilerinin simetriğe çok yakın olduğu görülmüştür.

İkinci olarak armatürlere ait eş aydınlık düzeyi eğrileri çıkarılmıştır. Armatürlerin eş aydınlık düzeyi eğrileri için gerekli ölçümler armatürlere 1,8 m., 2 m. ve 2,5 m. uzaklıkta alınmıştır. Eş aydınlık düzey eğrilerinde de armatürlerin yarattıkları aydınlık düzeyinin merkezden kenarlara doğru azaldığı görülmüştür. Geleneksel armatürün eş aydınlık düzeyi eğrilerinde de aynı şekilde karşılaşılmıştır.

Bir aydınlatma sisteminin kamaşma yaratmaması önemlidir. Acil durum aydınlatmasında kullanıcılar yetersizlik kamaşmasına maruz kalabilirler ve bu da etrafta olması muhtemel engellerin farkedilmesini zorlaştırır, kullanıcılar için tehlikeli durumlar oluşmasına sebep olur. Acil durum aydınlatmasında kaçış yolları, açık alanlar ve tehlike altında olan mekanlar için çeşitli montaj yüksekliklerinde kamaşma bölgesi sınırları içinde izin verilen en yüksek ışık şiddetleri standartlarda belirlenmiştir. Tasarlanan A ve B armatürleri ile geleneksel armatür için kamaşma hesapları yapılmış, bu armatürlerin yetersizlik kamaşmasına sebep olmadığı görülmüştür.

Belirlenen bir kaçış yolu boyunca tasarlanan armatürlerin kullanılması ile aydınlatma hesabı yapılmıştır. Aydınlatma hesapları sonunda bu kaçış yolunda A armatürünün kullanılması durumunda 12 adet, B armatürünün kullanılması durumunda ise 14 adet armatüre ihtiyaç olduğu görülmüştür. Aynı kaçış yolunda geleneksel armatür kullanılarak yapılacak bir aydınlatma sisteminde ise 4 adet armatür yeterli olacaktır. Acil durum aydınlatmasında istenilen aydınlık düzeylerinin sağlanmasının haricinde aydınlatmanın düzgünlüğünün sağlanması da önemlidir. A armatürü ile yapılan aydınlatma sistemi tasarımında elde edilen en yüksek aydınlık düzeyi 1 lx, en düşük aydınlık düzeyi ise 0,57 lx'tür. Bu durumda en yüksek aydınlık düzeyinin en düşük aydınlık düzeyine oranı 1,75'tir. B armatürü ile yapılan aydınlatma sisteminde elde edilen en yüksek aydınlık düzeyi 1,2 lx, en düşük aydınlık düzeyi ise 0,37 lx'tur. Bu aydınlatma sisteminde en yüksek aydınlık düzeyinin en düşük aydınlık düzeyine oranı 3,24'tür. Geleneksel armatürle yapılan aydınlatma sisteminde ise en yüksek 18,15 lx ve en düşük 3,74 lx değerinde aydınlık düzeyleri elde edilmiştir. Bu aydınlatma sisteminde ise en yüksek aydınlık düzeyinin en düşük aydınlık düzeyine oranı 4,85'tir. Her ne kadar düzgünlük standartlarda belirtilen limitlerin içinde kalsa

da A ve B armatürlerinin kullanıldığı aydınlatma sistemlerinin düzgünlüğü daha yüksektir. Burada geleneksel armatürün daha az sayıda kullanılmasının sebebi bu armatürün ışık şiddetlerinin tasarlanan armatürlerin ışık şiddetlerine göre çok yüksek olmasıdır. Burada tasarlanan armatürlerden, kompakt floresan lambalı armatüre göre daha fazla sayıda kullanılmasına rağmen LED kullanan armatürlerin elektriksel ve fiziksel üstünlükleri de tasarım süresinde gözönüne alınmalıdır.

LEDler soğuk ortamlarda daha düzgün çalışırlar. Son olarak armatürlerin çalışma sırasında sıcaklıkları ölçülmüş ve bu sıcaklık değişiminin ışık çıktılarını değiştirip değiştirilmediği kontrol edilmiştir. Armatürler çalışmaya başladıktan 10 dakika sonra rejime girmişler ve bundan sonra sabit bir sıcaklık değerinde seyretmişlerdir. Bu sürede sağladıkları ışık şiddeti değişim göstermemiştir.

Günümüzde aydınlatmada enerji tasarrufu önemli bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. İç aydınlatmada gün geçtikçe daha da yaygın olarak kullanılan LEDli armatürler de enerji tasarrufuna önemli bir katkı sağlamaktadır. Acil durum aydınlatmasında LEDli armatür kullanılması da özellikle akülerin şarj sürelerinin kısalması ve daha az enerji sarfiyatı ile daha uzun süre aydınlatmanın sağlanabilmesi için önemli bir adım olacaktır. Tasarlanan armatürlerin elektronik devrelerinin boyutlarının küçük olması, bu armatürler için kullanılan pillerin piyasada kolaylıkla bulunmaları, şarj sürelerinin geleneksel armatürlere oranla daha kısa olması armatürlerin üstün taraflarıdır. Bu armatürler ayrıca aydınlatma tekniğine dair çeşitli özellikler açısından da başarılı bulunmuştur. A armatürünün ışık şiddeti daha düşük olduğu için bu armatür 2,20 m.'den daha fazla montaj yüksekliklerinde birkaç armatürün bir arada bulunduğu gruplar şeklinde kullanılmalıdır. B armatürünün ışık şiddetinin daha yüksek olmasının sebebi ışık kaynaklarının önünde herhangi ışık dağıtıcı yüzeyin olmamasıdır. Bu armatür montaj yüksekliğinin arttığı durumlarda da tek başına kullanılabilir, birkaç armatürle grup olarak kullanılmasına gerek yoktur.

Bu çalışma kapsamında tasarlanan armatürler acil durum aydınlatması için bir armatürün sahip olması gereken özelliklere sahiptirler. Işık dağılım eğrileri, eş aydınlık düzeyi eğrileri ve kamaşma hesaplarının sonucu olarak bu armatürlerin 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] **BS 5266**, 2005. Emergency Lighting, *British Standards Institution*, Londra
- [4] **Honey, G.**, 2001. Emergency and Security Lighting, Newnes, Oxford.
- [5] **TÜYAK**, 2005. Acil Aydınlatma Sistem Tasarımı ve Uygulama Klavuzu, İstanbul.
- [6] **Osterhaus, W. K. E.**, 2004. Discomfort Glare Assessment and Prevention for Daylight Applications in Office Environments, *Solar Energy* **79**, 140-158
- [7] <http://www.agid.org.tr/1014.asp> alındığı tarih 25.11.2008
- [8] **BS 4533-102**, 1990. Luminaires, *European Committee for Electrotechnical Standardization*, Brüksel
- [9] **Mohan, N., Robbins, W. P., Undeland, T. M.**, 1995. Power Electronics Converters, Applications, and Design, John Wiley and Sons, New York
- [10] **Rashid, M. H.**, 1993. Power Electronics, Circuits, Devices and Applications, Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J.
- [11] <http://en.wikipedia.org/wiki/Electroluminescence> alındığı tarih 26.08.08
- [12] <http://en.wikipedia.org/wiki/LED> alındığı tarih 30.08.08
- [13] **Özkaya, M.**, 2004. Aydınlatma Tekniği, Birsen Yayınevi, İstanbul
- [14] **Gürkan., H. G.**, 2007, Aydınlatma Armatür Tasarımında Gerçek Değer ile Tasarım Değerinin Karşılaştırılması, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- [15] <http://tr.wikipedia.org/wiki/Parabol> alındığı tarih: 03.09.08

- [16] <http://tr.wikipedia.org/wiki/Elips> alındığı tarih: 03.09.08
- [17] **Onaran. K.**, 1999. Malzeme Bilimi, Bilim Teknik Yayınevi, İstanbul
- [18] **Enarun. D.**, 2005. Endüstri Tesislerinde Aydınlatma Ders Notları
- [19] **Winder., S.**, 2008. Power Supplies for LED Driving, Newnes, Oxford.
- [20] **Bera. S.C., Garg. V. K., Singh. R. V.**, 2005. Temperature Behavior and Compensation of Light-Emitting Diode, IEEE Photonics Technology Letters, **17**,2286-2288.

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad: Sezen YILDIRIM

Doğum Yeri ve Tarihi: Eskişehir 1984

Adres: İTÜ Maslak Kampüsü Elektrik Mühendisliği Bölümü

Lisans Üniversitesi: İstanbul Teknik Üniversitesi

Yayın Listesi:

- Yıldırım S., Sohtaoglu N.H., AB 15 Ülkelerinin Yenilenebilir Enerji Kullanımına Yönelik Hedeflerinin Çeşitli Senaryolar Altında İncelenmesi, Elektrik Mühendisliği 12. Ulusal Kongresi, 2007, Eskişehir, Türkiye
- Yıldırım S., Jazayeri M., Erdem L., Enarun D., Acil Durum Aydınlatmasında Aydınlik Düzeyinin Önemi Üzerine Bir Çalışma, Aydınlatma Kongresi, 2008, İstanbul, Türkiye