

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ACİL DURUM AYDINLATMASI KAÇIŞ YOLU AYDINLIK
DÜZEYİ MİNİMUM DEĞERLERİNİN DENEYSEL İNCELEMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Müh. Moein JAZAYERİ**

Anabilim Dalı : ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ

Programı : ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ

ŞUBAT 2007

**ACİL DURUM AYDINLATMASI KAÇIŞ YOLU AYDINLIK
DÜZEYİ MİNİMUM DEĞERLERİNİN DENEYSEL İNCELEMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Müh. Moein JAZAYERİ
(504041052)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 25 Aralık 2006
Tezin Savunulduğu Tarih : 29 Ocak 2007**

**Tez Danışmanı : Doç.Dr. Dilek ENARUN (İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri Doç.Dr. Alpin YENER (İTÜ)
Yrd.Doç.Dr. Emine AYAZ (İTÜ)**

ŞUBAT 2007

ÖNSÖZ

Öncelikle bu çalışmanın ortaya çıkmasında en büyük pay sahibi olan ve yüksek lisans eğitimim boyunca kendisinden birçok konuda birçok şey öğrendiğim, danışmanlığımı üstlenmek ile beni gururlandıran ve destek ve yardımlarını benden hiçbir zaman esirgemeyen tez danışmanım Sayın Doç.Dr.Dilek ENARUN'a sonsuz teşekkürü borç bilirim.

Bu tez çalışması birçok kişi ve kurumun yardım ve katkılarıyla gerçekleşmiştir. Deneylerde kullandığımız acil durum aydınlatma armatürlerini bize sağlayan “EEC Elektronik Cihazlar Sanayi ve Ticaret A.Ş.” firması ve firmanın genel müdür yardımcısı Sayın Elektronik Müh.Kevork BENLİOĞLU, deney düzenlerinde kullandığımız armatür baralarını bize sağlayan “EAE Elektrik A.Ş.” firması ve Sayın Şamil PERK ve Sayın Zafer AVŞAR, deney düzeninin kurulması için baraların montajını üstlenen “Omega Elektrik Mühendislik Müşavirlik Sanayi ve Tic.Ltd.Şti.” firması ve firmanın genel müdürü Sayın Yük.Elektrik.Müh.Öner ÇELEBİ ve Sayın Müh.Burhan TÜRKYILMAZ'a başta olmak üzere katkılarıyla bu çalışmanın gerçekleşmesine olanak sağlayan tüm kişi ve kurumlara teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca bu çalışmanın ortaya çıkmasında büyük pay sahibi olan Sayın Tek.Müh.Hikmet DURMAZ, Sayın Araş.Gör.Müh.Lale ERDEM, Sayın Araş.Gör.Yük.Müh.Duygu ÇETEGEN, Sayın Tek.Müh.Dr.Alp BATMAN, Sayın Müh.Necip GÖREN ve Sayın Müh.Erhan ÇELİKKOL'a yardımlarından dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Bizleri kırmayıp deneylere katılmayı kabul eden hocalarım Sayın Prof.Dr.Leyla GÖREN, Sayın Prof.Dr.Adnan KAYPMAZ, Sayın Prof.Dr.İbrahim EKSİN, Sayın Prof.Dr.Sait TÜRKÖZ, Sayın Prof.Dr.Serhat ŞEKER, Sayın Doç.Dr.Fuat GÜRLEYEN, Sayın Doç.Dr.Metin GÖKAŞAN, Sayın Yrd.Doç.Dr.Ramazan ÇAĞLAR ve Sayın Yrd.Doç.Dr.Emine AYAZ başta olmak üzere tüm değerli hocalarım ve deneylere katılan sevgili arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Ayrıca varlıklarıyla bana güç veren ve destekleriyle her zaman yanımda olarak bu noktaya ulaşmamı sağlayan sevgili aileme sonsuz teşekkür ederim.

Bu çalışmanın bundan sonra Acil Durum Aydınlatması konusu ile ilgilenen herkes için yararlı olmasını ümit ederim.

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	vii
TABLO LİSTESİ	viii
ŞEKİL LİSTESİ	ix
SEMBOL LİSTESİ	xi
ÖZET	xii
SUMMARY	xiv
1.GİRİŞ	1
2.ACİL DURUM AYDINLATMASI	2
2.1. Acil Durum Aydınlatmasının Tanımı ve Görevleri	2
2.2. Acil Durum Aydınlatmasının Kullanılması Gereken Mekanlar	3
2.2.1. Konutlar	3
2.2.2. Toplanma Amaçlı Binalar	3
2.2.3. Kurumsal Binalar	4
2.2.4. Ticaret Amaçlı Binalar	4
2.2.5. Büro Binaları	4
2.2.6. Endüstriyel Tesisler	4
2.2.7. Depolama Amaçlı Tesisler	4
2.3. Acil Durum Aydınlatması ile İlgili Bazı Tanımlar	4
2.4. Acil Durum Aydınlatmasının Sınıflandırılması	6
2.4.1. Yedek Amaçlı Acil Durum Aydınlatması	7
2.4.2. Acil Kaçış Aydınlatması	7
2.4.2.1. Yüksek Riskli Alan Aydınlatması	7
2.4.2.2. Açık Alan Aydınlatması	8
2.4.2.3. Kaçış Yolu Aydınlatması	9
2.5. Acil Durum Aydınlatmasının Yerleştirme Esasları	10
2.6. Acil Durum Aydınlatmasında Süreler	13
2.7. Kamaşma	13
2.8. Düzgünlük	15
2.9. Acil Durum Armatürlerinin Çalışma Tipleri	16
2.9.1. Kesinti Sırasında Yanma	16
2.9.2. Sürekli Yanma	16
2.9.3. Kombine Çalışma	16
3. ACİL DURUM AYDINLATMASINDA KULLANILAN ARAÇ VE SİSTEMLER	18
3.1. İşaretler	18
3.1.1. İçten Aydınlatmalı İşaretler	19
3.1.2. Dıştan Aydınlatmalı İşaretler	19
3.1.3. Fosforlu İşaretler	20

3.1.4. İşaret Yüksekliğine Göre Maksimum Görme Mesafeleri	21
3.2. Armatürler	21
3.2.1. Aydınlatma Armatürlerine Genel Bakış	22
3.2.2. Armatürlerde Kullanılan Malzemeler	22
3.2.3. Acil Durum Aydınlatma Armatürlerine Genel Bakış	22
3.2.3.1. Bağımsız Armatürler	23
3.2.3.2. Bağımlı Armatürler	23
3.2.4. Acil Durum Aydınlatma Armatürlerinde Kullanılan Lambalar	24
3.2.4.1. Akkor Telli Lambalar	24
3.2.4.2. Floresan Lambalar	24
3.2.4.3. Işık Yayan Diyotlar	24
3.3. Besleme Sistemleri	25
3.3.1. Kombine Sistemler	26
3.3.1.1. Kombine Sistemlerde Arıza Bulma, Test ve Bakım İşlemleri	28
3.3.2. Merkezi Besleme Sistemleri	29
3.3.2.1. Küçük Merkezi Besleme Sistemleri	30
3.3.2.2. Büyük Merkezi Akü Sistemleri	30
3.3.2.3. Merkezi İnverter Sistemleri	32
3.3.2.4. Merkezi Besleme Sistemlerinde Güç Kaynağı Olarak Kullanılan Jeneratörlere Genel Bakış	34
4. ACİL DURUM AYDINLATMA HESAPLARI VE SİSTEM TASARIMI	36
4.1. Tasarım İçin Gerekli Bilgilerin Elde Edilmesi	36
4.1.1. Noktasal Kaynaklar İçin Aydınlık Düzeyi Hesabı	36
4.1.2. Balast Işık Akısı Faktörü	38
4.1.3. Beş Saniye Faktörü (F_5) ve Süre Sonu Faktörü (F_{son})	38
4.1.4. Servis Düzeltme Faktörü	38
4.2. Acil Durum Aydınlatma Hesaplama Yöntemleri	39
4.2.1. Merkez Çizgisi Üzerinde Tavan Montajlı Simetrik Noktasal Kaynak	39
4.2.2. Duvara Monte Edilen Simetrik Noktasal Kaynak	41
4.2.3. Merkez Çizgi Üzerinde Tavana Monte Edilen Noktasal Kaynak	43
4.2.4. Duvar Üzerinde Monte Edilen ve Bu Montaj Konumu için Fotometrik Bilgileri Bulunan Noktasal Kaynaklar	44
4.2.5. Büyük Alanlar İçin Ortalama Aydınlık Düzeyi ve Armatür Sayılarının Bulunması	45
4.3. Plan Hazırlama Süreci	46
4.3.1. Plan Hazırlama Gereksinimleri	46
4.3.2. Planın Düzenlenmesi	47
4.3.3. Plan Kontrolü	47
5. ACİL DURUM AYDINLATMASI İLE İLGİLİ YAPILMIŞ OLAN ÇALIŞMALARDAN ÖRNEKLER	49
5.1. Acil Durum Aydınlatması İçin Gerekli Olan Maksimum, Minimum ve Ortalama Aydınlık Düzeylerinin Bulunması	49
5.1.1. Acil Durum Aydınlatması İçin Gerekli Olan Maksimum Aydınlık Düzeyinin Bulunması	49
5.1.2. Acil Durum Aydınlatması İçin Gerekli Olan Minimum Aydınlık Düzeyinin Bulunması	50

5.1.3. Acil Durum Aydınlatması İçin Gerekli Olan Ortalama Aydınlik Düzeyinin Bulunması	52
5.2. Parıltı Değişikliklerinin İnsanların Görsel Performansları Üzerindeki Etkileri	54
5.3. Düzgünlüğün Acil Durum Aydınlatmasındaki Etkilerinin İncelenmesi	55
5.4. Kamaşmanın Acil Durum Aydınlatmasındaki Etkilerinin İncelenmesi	55
5.5. Kaçış Yolu Aydınlatmasında Işık Kaynaklarının Spektral Etkileri	56
5.5.1. Deney İle İlgili Genel Bilgiler	57
5.5.2. Deney Düzeni	57
5.5.3. Deneyde Kullanılan Işık Kaynakları	59
5.5.4. Kaçış Yolu Aydınlik Düzeyi	59
5.5.5. Denekler	60
5.5.6. Deney Süreci	60
5.5.7. Ölçümler	60
5.5.8. Deneyin Sonuçları	61
5.5.8.1. Hız	61
5.5.8.2. Çarpma Sayısı	61
5.5.8.3. Zorluk Derecesi	62
5.6. Sonuçlar	63
6. RENK KÖRLÜĞÜ VE GÖRME KESKİNLİĞİ	66
6.1. Renk Körlüğü	66
6.2. Görme Keskinliği	67
6.2.1. Görme Keskinliğini Belirleyen Faktörler	68
7.ACİL DURUM AYDINLATMASI İLE İLGİLİ YAPILAN DENEY ÇALIŞMASI	69
7.1. Deneyler İle İlgili Bazı Ön Bilgiler	69
7.2. Denekler	69
7.3. Deney Düzeninde Kullanılan Araç ve Sistemler	69
7.3.1. Armatürler	69
7.3.1.1. Deneyde Kullanılan Armatürlerin Işık Dağılım Eğrileri	70
7.3.2. Besleme Sistemi	73
7.3.3. Süre Tespit Düzenegİ	73
7.3.4. Çarpma Sayılarının Tespiti	75
7.3.5. Engeller	76
7.4. Aydınlik Düzeyi	76
7.4.1. Ölçümler	78
7.5. Deney süreci	78
7.6. Sonuçlar	83
7.6.1. Süre	83
7.6.2. Çarpma Sayısı	86
7.6.3. Deneylerin Denekler Üzerindeki Etkileri	86
7.6.3.1. Kaçış Yolunun Aydınlik Düzeyi	86
7.6.3.2. Aydınlik Düzeylerinin Engellerin Fark Edilmesi İçin Yeterliliğı	88
7.6.3.3. Acil Durum Armatürlerinden Kaynaklanan Kamaşma	89
7.6.3.4. Kaçış Yolu Boyunca Yerden Kaynaklanan Yansımalar	90
7.6.3.5. Küçük Nesneler	92
7.6.3.6. Deneylerin Zorluk Derecesi	93
7.6.3.7. Deneylerin Denekler Üzerindeki Psikolojik Etkileri	94

8. SONUÇ VE TARTIŞMA	97
KAYNAKLAR	105
EKLER	106
Ek 1. Farklı Alanlar İçin Tavsiye Edilen Acil Durum Aydınlatma Sistemleri	106
Ek 2. Renk Körlüğü Testi	109
Ek 3. Görme Keskinliği Testi	112
Ek 4. Aydınlik Düzeyi Ölçüm Sonuçları	113
Ek 5. Acil Durum Aydınlatma Anketleri	116
Ek 6. Armatürlerin Farklı Yön ve Uzaklıklarda Yarattıkları Aydınlik Düzeyleri	118
ÖZGEÇMİŞ	119

KISALTMALAR

Ref	: Referans
BAF	: Balast Işıık Akısı Faktörü
ELDL	: Emergency Lighting Design Lumens
RI	: Room Index

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No.</u>
Tablo 2.1	Kaçış Yolu Armatürleri için Yetersizlik Kamaşması Limitleri .. 14
Tablo 2.2	Farklı Acil Durum Aydınlatmaları İçin Montaj Yüksekliğine Bağlı Işık Şiddeti Limitleri 15
Tablo 3.1	Kombine Sistemlerin Avantaj ve Dezavantajları 27
Tablo 3.2	Küçük Merkezi Besleme Sistemlerinin Avantaj ve Dezavantajları 30
Tablo 3.3	Büyük Merkezi Besleme Sistemlerinin Avantaj ve Dezavantajları 31
Tablo 3.4	Merkezi İnverter Sistemlerinin Avantaj ve Dezavantajları 32
Tablo 7.1	$0^{\circ} - 180^{\circ}$ Düzlemi İçin Aydınlık Düzeyi ve Işık Şiddetleri 71
Tablo 7.2	$90^{\circ} - 270^{\circ}$ Düzlemi İçin Aydınlık Düzeyi ve Işık Şiddetleri 72
Tablo 7.3	Deneklere Uygulanan Görme Keskinlik Testinin Sonuçları 80
Tablo 7.4	Normal Aydınlatma Koşullarında Yürüme Süreleri 81
Tablo 7.5	Süreler 84
Tablo 7.6	Sürelerin Karşılaştırma Sonuçları 85
Tablo E1.1	Farklı Alanlar İçin Tavsiye Edilen Acil Durum Aydınlatma Sistemleri 106
Tablo E2.1	Renk Körlüğü Testi 109
Tablo E2.2	Renk Körlüğü Test Anahtarı 111
Tablo E4.1	5 lx İçin Aydınlık Düzeyi Ölçüm Sonuçları 113
Tablo E4.2	3 lx İçin Aydınlık Düzeyi Ölçüm Sonuçları 114
Tablo E4.3	1 lx İçin Aydınlık Düzeyi Ölçüm Sonuçları 115
Tablo E6.1	Armatürlerin Farklı Yön ve Uzaklıklarda Yarattıkları Aydınlik Düzeyleri 118

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 2.1 : Açık Alan Aydınlatması	8
Şekil 2.2 : Kaçış Yolu ve Her Alanda Gerekli Aydınlik Düzeyleri	10
Şekil 2.3 : Acil Durum Aydınlatmasının Yerleştirme Esasları	12
Şekil 2.4 : Kamaşma Bölgesi ve Bakış Doğrultusu	14
Şekil 2.5 : Acil Durum Aydınlatması Çalışma Tipleri	17
Şekil 3.1 : İçten Aydınlatmalı İşaretler	19
Şekil 3.2 : Dıştan Aydınlatmalı İşaretler	20
Şekil 3.3 : Fosforlu işaretler	20
Şekil 3.4 : İçten ve Dıştan Aydınlatmalı İşaretler İçin Maksimum Görme Mesafesi	21
Şekil 3.5 : Acil Durum Aydınlatma Armatürleri	23
Şekil 3.6 : Kombine Sistem Bağlantı Şeması	27
Şekil 3.7 : Büyük Merkezi Akü Sistemi	31
Şekil 4.1 : Kullanılan Sembollar	37
Şekil 4.2 : Montaj Yüksekliğinin Değişimi	38
Şekil 4.3 : S_1 , S_2 ve S_3 Uzaklıkları	40
Şekil 4.4 : Simetrik Noktasal Kaynaklar İçin Armatürler Arası Maks. Uzaklık	40
Şekil 4.5 : Simetrik Noktasal Kaynaklar İçin Armatür ile Duvar Arası Uzaklık	41
Şekil 4.6 : Duvar Montajlı Simetrik Noktasal Kaynak	42
Şekil 4.7 : Duvar Montajlı Simetrik Noktasal Kaynak, Koridor Sonu	42
Şekil 4.8 : Merkez Çizgi Üzerinde Tavana Monte Edilen Kaynak	43
Şekil 5.1 : Test Odası	51
Şekil 5.2 : Test Sonuçları	51
Şekil 5.3 : Deney Alanı	53
Şekil 5.4 : Deney Alanı	58
Şekil 5.5 : Deney Alanında Yerleştirilen Engeller	58
Şekil 5.6 : Deney Alanının Fotoğrafı	58
Şekil 5.7 : Aydınlik Düzeyi – Hız İlişkisi	61
Şekil 5.8 : Aydınlik Düzeyi – Çarpma Sayısı İlişkisi	62
Şekil 5.9 : Aydınlik Düzeyi – Zorluk Derecesi İlişkisi	63
Şekil 7.1 : Deneyde Kullanılan Armatürler	70
Şekil 7.2 : Deneyde Kullanılan Armatürlerin Işık Dağılım Eğrileri	73
Şekil 7.3 : Süre Tespiti İçin Kullanılan Cihazlar	74
Şekil 7.4 : Süre Tespit Sisteminin Bağlantı Şeması	74
Şekil 7.5 : Süre Tespit Sisteminin Bağlantı Fotoğrafı	75
Şekil 7.6 : Çarpma Sayılarının Tespiti İçin Kullanılan Kameralar	75
Şekil 7.7 : 5 lx İçin Armatür Yerleştirme Planı	77
Şekil 7.8 : 3 lx İçin Armatür Yerleştirme Planı	77
Şekil 7.9 : 1 lx İçin Armatür Yerleştirme Planı	78
Şekil 7.10 : Deney Alanındaki Engel ve Nesnelerin Yerleştirme Planı	82

Şekil 7.11	: Deney Alanının Fotoğrafı	83
Şekil 7.12	: Aydınlık Düzeyi – Süre İlişkisi	86
Şekil 7.13	: Deneklerin 5 lx Aydınlık Düzeyini Değerlendirme Sonuçları	87
Şekil 7.14	: Deneklerin 3 lx Aydınlık Düzeyini Değerlendirme Sonuçları	87
Şekil 7.15	: Deneklerin 1 lx Aydınlık Düzeyini Değerlendirme Sonuçları	87
Şekil 7.16	: Deneklerin 5 lx Aydınlık Düzeyinin Engellerin Fark Edilmesi İçin Yeterliliği Konusundaki Değerlendirmeleri	88
Şekil 7.17	: Deneklerin 3 lx Aydınlık Düzeyinin Engellerin Fark Edilmesi İçin Yeterliliği Konusundaki Değerlendirmeleri	88
Şekil 7.18	: Deneklerin 1 lx Aydınlık Düzeyinin Engellerin Fark Edilmesi İçin Yeterliliği Konusundaki Değerlendirmeleri	89
Şekil 7.19	: Deneklerin 5 lx Aydınlık Düzeyindeki Armatür Kamaşması Yorumları	89
Şekil 7.20	: Deneklerin 3 lx Aydınlık Düzeyindeki Armatür Kamaşması Yorumları	90
Şekil 7.21	: Deneklerin 1 lx Aydınlık Düzeyindeki Armatür Kamaşması Yorumları	90
Şekil 7.22	: Deneklerin 5 lx Aydınlık Düzeyindeki Yer Yansıma Yorumları	91
Şekil 7.23	: Deneklerin 3 lx Aydınlık Düzeyindeki Yer Yansıma Yorumları	91
Şekil 7.24	: Deneklerin 1 lx Aydınlık Düzeyindeki Yer Yansıma Yorumları	91
Şekil 7.25	: Deneklerin 5 lx Aydınlık Düzeyinde Hatırladıkları Nesneler	92
Şekil 7.26	: Deneklerin 3 lx Aydınlık Düzeyinde Hatırladıkları Nesneler	92
Şekil 7.27	: Deneklerin 1 lx Aydınlık Düzeyinde Hatırladıkları Nesneler	93
Şekil 7.28	: Deneklerin 5 lx Aydınlık Düzeyi İçin Zorluk Derecesi Yorumları .	93
Şekil 7.29	: Deneklerin 3 lx Aydınlık Düzeyi İçin Zorluk Derecesi Yorumları .	94
Şekil 7.30	: Deneklerin 1 lx Aydınlık Düzeyi İçin Zorluk Derecesi Yorumları .	94
Şekil 7.31	: Deneklerin 5 lx Aydınlık Düzeyindeki Deney Hakkındaki Psikolojik Baskı Yorumları	95
Şekil 7.32	: Deneklerin 3 lx Aydınlık Düzeyindeki Deney Hakkındaki Psikolojik Baskı Yorumları	95
Şekil 7.33	: Deneklerin 1 lx Aydınlık Düzeyindeki Deney Hakkındaki Psikolojik Baskı Yorumları	95
Şekil 8.1	: Deneklerin Aydınlık Düzeyi Yorumları	99
Şekil 8.2	: Deneklerin Aydınlık Düzeylerinin Engellerin Fark Edilmesi İçin Yeterliliği Konusundaki Yorumları	100
Şekil 8.3	: Süre – Hatırlanan Nesne Oranı Arasındaki İlişki	101
Şekil 8.4	: Deneklerin Deneylerin Zorluk Dereceleri İle İlgili Yorumları	102
Şekil 8.5	: Aydınlık Düzeyi – Denekler Üzerindeki Psikolojik Baskı İlişkisi ..	103
Şekil E3.1	: Görme Keskinliği Testi	112

SEMBOL LİSTESİ

φ	: Işık Akısı
$I_{\max}$	: Maksimum Işık Şiddeti
E	: Aydınlık Düzeyi
$E_{\max.}$	: Maksimum Aydınlık Düzeyi
$E_{ort.}$	: Ortalama Aydınlık Düzeyi
$E_{\min.}$	: Minimum Aydınlık Düzeyi
K	: Kesinti Sırasında Yanan Armatür
S	: Sürekli Yanan Armatür
I_{θ}	: Işık Şiddeti
θ	: Aydınlık Düzeyinin Ölçüldüğü Nokta İle Armatürün Fotometrik Merkezi Arasındaki Aç
d	: Aydınlık Düzeyinin Ölçüldüğü Nokta İle Armatürün Fotometrik Merkezi Arasındaki Mesafe
h	: Armatürün Montaj Yüksekliği
F₅	: 5 Saniye Faktörü
F_{son}	: Süre Sonu Faktörü
V₅	: Acil Durum Aydınlatmasının Devreye Girmesinden 5 Saniye Sonraki Pil Gerilimi
V_{son}	: Acil Durum Aydınlatma Sisteminin Çalışma Süresi Sonundaki Pil Gerilimi
V_{nom}	: Nominal Pil Gerilimi
SF	: Servis Düzeltme Faktörü
S	: Aydınlık Düzeyinin Ölçüldüğü Noktadan Olan Yatay Uzaklık
S_M	: Armatürler Arasındaki Maksimum Uzaklık
S_E	: Bir Armatürün Kaçış Yolunun Sonundaki Duvarın Olan Maksimum Uzaklığı
W	: Merkez Bant Genişliği
ϕ	: Azimut Açısı
N	: Armatür Sayısı
A	: Alan
UF₀	: Sıfır Oda Yansıtması İçin Faydalanma Faktörü
K	: F ₅ veya F _{son} 'dan Küçük Olanı
RI	: Oda Endeksi
l	: Odanın Uzunluğu
w	: Odanın Genişliği

ACİL DURUM AYDINLATMASI KAÇIŞ YOLU AYDINLIK DÜZEYİ MİNİMUM DEĞERLERİNİN DENEYSEL İNCELEMESİ

ÖZET

Bu tez çalışması Acil Durum Aydınlatma konusunu ele alan bir çalışmadır. Tezde Acil Durum Aydınlatma konusunun incelenmesinin sebebi yüksek bir hızla ilerleyen teknoloji ve buna paralel olarak gittikçe karmaşıklaşan endüstriyel faaliyetler ve şirket yapıları ve gün geçtikçe bu şirket veya endüstriyel tesislerin çalışan sayılarının artmasından dolayı acil durumlar sırasında çalışanların güvenliklerinin güvence altına alınması ve yapılan faaliyetlerin zararlara veya tehlikelere neden olmadan kontrol edilmesi gereğinin geçmişe nazaran daha çok hissedilmesinden kaynaklanmaktadır. Zira Acil Durum Aydınlatması farklı nedenler ile ortaya çıkabilecek acil durumlar sırasında mekanlarda bulunan insanların güvenli ve hızlı bir şekilde bulundukları yerleri terk etmelerine ve mekanlarda devam eden işlem ve faaliyetlerin kontrol altına alınmasına olanak sağlayan aydınlatma sistemidir.

Tezde Acil Durum Aydınlatma konusu ele alınarak incelenmektedir. Tezde ilk olarak Acil Durum Aydınlatması genel olarak tanıtılmış olup konu ile ilgili genel bilgiler ve tezin ileriki bölümlerinde kullanılacak olan terimler açıklanmıştır. Bu bölümde Acil Durum Aydınlatması ile ilgili kamaşma ve çalışma sürelerine ilişkin gereksinimler açıklanmış olup son olarak Acil Durum Aydınlatmasının farklı çalışma tipleri incelenmiştir.

Bir sonraki aşamada Aydınlatma ve özellikle Acil Durum Aydınlatma sistemlerinde kullanılan kaçış işaretleri, armatürler ve lambalar gibi farklı araçlardan bahsedilmiş olup ışık yayan diyotların bir ışık kaynağı olarak kullanımı ele alınmış ve Acil Durum Aydınlatma sistemleri için farklı besleme sistemleri incelenmiştir.

Tez çalışmasının 4.bölümünde Acil Durum Aydınlatması ile ilgili hesaplama yöntemleri incelenmiş olup bir Acil Durum Aydınlatma sisteminin plan hazırlama süreçleri üzerinde durulmuştur.

Bir sonraki bölümde Acil Durum Aydınlatması konusunda daha önce yapılmış olan ve bu çalışmanın son bölümünde gerçekleştirilen deneylere temel bir referans niteliğini taşıyan bazı çalışmalar incelenmiştir. Bu çalışmalar Acil Durum Aydınlatması için gerekli maksimum, minimum ve ortalama aydınlık düzeylerinin bulunmasına yönelik çalışmalar, kamaşma, düzgünlük ve parıltı faktörlerindeki değişikliklerin etkilerini ve ayrıca Acil Durum Aydınlatması için kullanılan ışık kaynaklarının spektral etkilerini inceleyen çalışmalardır. Daha önce de bahsedildiği gibi bu çalışmalar tezin son bölümünde yapılan Acil Durum Aydınlatması deneyleri için bir temel oluşturmaktadır.

Tez çalışmasının bir sonraki bölümünde renk körlüğü ve görme keskinliği konuları en sık karşılaşılan iki görme problemi olarak ele alınmış olup bu konular ile

ilgili bazı genel bilgiler verilerek bu faktörlerin acil durumlarda insanların bulundukları mekanları terk etmeleri sırasında insanlar üzerindeki etkileri ve neden olabileceği problemler açıklanmıştır.

Tez çalışmasının son bölümünde Acil Durum Aydınlatması ile ilgili daha önce yapılmış olan çalışma ve deneyler örnek alınarak gerçekleştirilen Acil Durum Aydınlatma deneylerine yer verilmiştir. Bu deneyler gerçek acil durum şartlarına benzer şartlar altında gerçekleştirilmiş olup deneylerde gerçek acil durumlar sırasında kaçış yolları için en uygun aydınlık düzeyinin bulunması ve Acil Durum Aydınlatma sistemlerinde uygulanan farklı aydınlık düzeylerinin insanlar üzerindeki etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Tez çalışmasının son bölümünde bu deneylerden elde edilen sonuçlar ele alınarak farklı aydınlık düzeylerinin insanlar üzerindeki fiziksel ve psikolojik etkileri incelenmiştir.

EMERGENCY LIGHTING EXPERIMENTAL ANALYZE OF MINIMUM VALUES OF ESCAPE ROUTE ILLUMINANCE

SUMMARY

This treatise is a study dealing with Emergency Lighting subject. The reason for studying the subject of Emergency Lighting results from the fact that the necessity of providing the security of workers in emergency situations and of controlling the activities that are carried out without causing damage or danger is felt more than ever in comparison to the past as technological progress is very fast and that in parallel industrial activities and company structures become more and more complicated and that the number of workers of these companies or industrial plants. Because Emergency Lighting is the lighting system providing the evacuation of people in a secure and fast manner of places during emergency situations that may arise for various reasons as well as taking control of operations and activities in progress in such places.

This treatise considers and examines the subject of emergency lighting. The treatise firstly introduces emergency lighting in general and general information about the subject and the terms to be used later in the treatise are explained. In this chapter the requirements concerning the glare and durations are explained and finally the different working modes of emergency lighting are studied.

In the next stage several devices such as escape signs, luminaries and lamps used in lighting and specially Emergency Lighting Systems, are dealt with and the use of light emitting diodes as a light source is considered and different feeding systems for Emergency Lighting systems are considered.

The 4th chapter of the treatise examines calculation methods concerning Emergency Lighting and planning preparation procedures of an Emergency Lighting system are dealt with.

In the next chapter, certain works that were made before and serving as a basic reference to the experiments that are carried out in the last chapter of this study have been considered. These studies are works aiming maximum, minimum and average illuminances required for Emergency Lighting, the effects of the changes of glare, maximum to minimum ratio of illuminance and luminance and the spectral effects of light sources used for emergency lighting. As said before, these studies serves as basis for Emergency Lighting experiments.

In the following chapter, color blindness and visual acuity are considered as two visual problems most encountered and some general information about the matters and the effects of these problems while people leave the places they were in such emergency situations and the problems these may create are explained.

In the last chapter of the treatise, Emergency Lighting experiments carried out in the example of Works and experiments that were made about Emergency

Lighting are presented. These experiments are carried out in conditions similar to real emergency conditions and human behavior, determining the most suitable lighting level for escape routes and effects of various lighting levels applied in Emergency Lighting on humans are aimed for study. In the last chapter of the treatise the results obtained from these experiments are considered and physical and psychological effects of various lighting levels on humans are examined.

1.GİRİŞ

Günümüzde farklı nedenler ile meydana gelen elektrik kesintileri tüm insanların defalarca karşılaştıkları ve arzu edilmeyen bir durumdur. Bir elektrik kesintisi sırasında ortamın karanlık hale gelmesi birçok kişide kötü bir olayın yaşanabileceği hissini uyandırmaktadır. Teknolojinin gelişmesi ile birlikte şirketler ve endüstriyel tesisler giderek daha da karmaşık bir yapıya sahip olmakta ve bir şirkette veya endüstriyel bir tesiste birçok personel bulunmaktadır. Bu nedenle elektrik kesintileri sırasında mekanda bulunan kişilerin mekanı terk etmeye çalışmaları eskiye nazaran daha büyük çaplı bir karmaşıklığın yaşanmasına yol açmaktadır. Ayrıca yine teknolojinin gelişmesinin bir sonucu olarak yapılan önemli faaliyet ve işlemlerin bir elektrik kesintisi sırasında kesintiye uğraması veya kontrol altına alınmadan terk edilmesi önemli ölçülerde kayıplar ve tehlikelerin meydana gelmesine neden olabilecektir. “Acil Durum Aydınlatması”nın önemi de tam bu noktada hissedilmektedir. Zira Acil Durum Aydınlatması farklı nedenler ile meydana gelebilecek elektrik kesintileri sırasında binanın farklı yerlerinde bulunan kişilerin bir kaçış yoluna ulaşarak güvenli bir şekilde binayı terk etmelerini ve ayrıca binada yapılan ve tehlike arz eden işlem ve faaliyetlerin kontrol altına alınmasını sağlayan aydınlatma sistemleridir. Bu husular dikkate alındığı takdirde teknolojinin ilerlemesi ile birlikte Acil Durum Aydınlatmasının öneminin de gittikçe arttığı kolaylıkla anlaşılmaktadır.

Bu çalışmanın amacı ise gittikçe önem kazanan Acil Durum Aydınlatması konusu ile ilgili bazı bilgilerin verilmesi ve bu teorik bilgilerin yapılan bazı deneyler ile pratik olarak desteklenmesi ve Acil Durum Aydınlatmasının öneminin gerçek acil durum koşullarına benzer koşullar altında gerçekleştirilen deneyler yardımıyla pratik olarak vurgulanmasıdır.

2. ACİL DURUM AYDINLATMASI

Bu bölümde ilk olarak acil durum aydınlatması genel olarak tanıtılarak bu konu ile ilgili genel açıklama ve tanımlara yer verilmiştir. Ayrıca acil durum aydınlatma sistemlerinin genel sınıflandırması, çalışma tipleri, devreye girme ve devrede kalma süreleri de bu bölümde incelenen en önemli konulardan bazılarıdır.

2.1. Acil Durum Aydınlatmasının Tanımı ve Görevleri

Acil durum aydınlatması kısaca, normal aydınlatmanın elektrik kesintisi, sel, deprem ve yangın gibi doğal olaylar, sabotaj veya başka herhangi bir neden ile devre dışı kalmasının hemen ardından çok kısa bir süre içinde devreye girmek üzere tasarlanan bir aydınlatma sistemi olarak tanımlanabilir.

Acil durum aydınlatmasının görevleri ise genel olarak ikiye ayrılabilir. İlk ve temel görev kaçış ve ikinci görev ise tehlikelerden korunmanın sağlanmasıdır. Acil durum aydınlatmasının normal aydınlatma sistemi devre dışı kaldığında devreye girerek ilk olarak insanların normal şartlar altında bina içerisinde bulunabilecekleri her yerden en kısa zamanda ve en güvenli şekilde çıkmalarını ve ayrıca bina içinde devam etmekte olan ve tehlike arz eden işlem ve faaliyetlerin bitirilmesi veya güvenli bir şekilde kontrol altına alınmasını sağlaması gerekmektedir.

Acil durum aydınlatmasının yukarıdaki görevlerini yerine getirebilmesi için minimum bir süre ile devrede kalarak minimum bir aydınlık düzeyini sağlaması gerekmektedir. Acil durum aydınlatması tarafından sağlanan bu aydınlık düzeylerinin aydınlatmanın yapıldığı 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 tehlikelerin kolayca fark edilmelerini sağlaması gerekmektedir.

Gerekli olan bu aydınlık düzeyine ulaşmak için en iyi yöntem yüksek güçlü lambaların yerine birkaç düşük güçlü lambanın birlikte kullanılmasıdır. Böylece hem

istenilen aydınlık düzeyi hem de düzgünlük adına daha iyi sonuçların elde edilmesi mümkün olmaktadır. Yüksek güçlü lambaların kullanılması düzgün olmayan bir aydınlatma ve aşırı derecede gölgelerin oluşmasına neden olacaktır. Ancak unutulmamalıdır ki yeterli aydınlık düzeyi nesnelerin tam olarak fark edilmesini sağlayamayacaktır. Görme yeteneği aydınlık düzeyinin yanısıra nesneler ile arka planları arasındaki kontrasta da bağlı olmakta ve kontrast derecesi de parlaklık ve renk ile etkilenebilmektedir.

Görme derecesi kişiden kişiye, bir nesneyi açık olarak fark edebilmek için gereksinim duyulan ışık miktarına ve aydınlık düzeyindeki değişiklikler ile uyum sağlamak için gereksinim duyulan zamana bağlı olarak değişmektedir. Genel olarak yaşlı insanlar bir acil durum sırasında kaçış yollarındaki veya tehlike oluşturan nesnelerin üzerindeki düşük aydınlık düzeylerine uyum sağlayabilmek için daha çok ışık ve daha fazla zamana ihtiyaç duymaktadırlar.

Mekanlarda acil durum aydınlatmasının bir parçası olarak çıkış yolları, kaçış yollarının yönü vs. gibi gerekli yerlerin belirtilmesi için kullanılan işaretler yardımıyla bir acil durum sırasında kaygı ve karmaşanın derecesi önemli ölçülerde indirilebilmektedir.

2.2. Acil Durum Aydınlatmasının Kullanılması Gereken Mekanlar

Acil durum aydınlatması küçük konutlar (bir bodrum kat dışında en fazla üç katlı binalar) hariç aşağıda sınıflandırıldığı şekilde tüm topluma açık binalarda uygulanmalıdır.

2.2.1.Konutlar

Barınma amacıyla kullanılan ve uyuma maksadıyla bölümleri olan küçük konutlar kapsamı dışındaki konutlardır.

1. Apartmanlar
2. Toplu Konutlar

2.2.2.Toplanma Amaçlı Binalar

Toplanma amaçlı binalar, konaklama, tören, ibadet, yeme, içme, eğlence, ulaşım, araç bekleme gibi nedenler ile 50 veya daha fazla kişinin bir arada

toplanabildikleri mekanlar ve mekanların bu amaçlar için kullanılan bölümlerini kapsamaktadır.

2.2.3. Kurumsal Binalar

Eğitim tesisleri, sağlık hizmet kuruluşları ile ceza ve tutuk evleri kurumsal binaların kapsamına girmektedir.

2.2.4. Ticaret Amaçlı Binalar

Ticaret amaçlı binalar, gıda, giyim ve diğer ihtiyaç maddelerinin toptan veya perakende olarak satıldığı mekanlardır.

2.2.5. Büro Binaları

Büro binaları, iş amacı ile her türlü büro hizmetlerinin yürütüldüğü, hesap ve kayıt işlemlerinin ve benzer çalışmaların yapıldığı mekanlardır.

2.2.6. Endüstriyel Tesisler

Endüstriyel yapılar, her türlü ürünün üretildiği fabrika ve işleme, montaj, temizleme, yıkama, paketlenme, depolama, dağıtım ve onarım gibi işlemlere özel bina ve yapıları kapsamaktadır.

2.2.7. Depolama Amaçlı Tesisler

Depolama amaçlı tesisler, her türlü mal, ürün, araç veya hayvanların depolanması veya muhafazası için kullanılan tüm bina ve yapıları kapsamaktadır.

2.3. Acil Durum Aydınlatması İle İlgili Bazı Tanımlar

Bu bölümde acil durum aydınlatması ile ilgili olan ve bu tezin ileriki bölümlerinde kullanılan bazı terimlerin tanımlarından kısaca bahsedilmiştir.

BALAST : Güç kaynağı ile lamba arasında bağlı bulunan bütün kontrol elemanlarına genel olarak BALAST adı verilmektedir.

Desteklenmiş Acil Durum Aydınlatması Armatürü : Bu armatürler iki veya daha fazla lamba içeren armatürler olup lambalardan en az bir tanesi acil durum güç kaynağı ve diğeri ise normal aydınlatma güç kaynağı tarafından beslenmektedir.

Yetersizlik Kamaşması : Detayların görme olanağını olumsuz yönde etkileyen kamaşma türüne yetersizlik kamaşması adı verilmektedir.

Düzgünlük Oranı : Aydınlatılan alanlarda herhangi bir nokta için maksimum ile minimum aydınlık düzeyleri arasındaki orana “Düzgünlük Oranı” adı verilmektedir.

Acil Çıkış : Sadece acil durumlar sırasında kullanılacak olan çıkış yollarına acil çıkış adı verilmektedir.

Kaçış Aydınlatması : Kaçış elemanlarının gerekli zaman ve durumlarda güvenli ve etkili bir şekilde kullanılmasını sağlamak amacı ile yapılan acil durum aydınlatmasına kaçış aydınlatması adı verilmektedir.

Kaçış Yolu : Herhangi bir binada bir noktadan nihai bir çıkışa kadar uzanan ve kaçış elemanları kullanılarak şekillendirilmiş olan yola kaçış yolu adı verilmektedir.

Çıkış : Binalarda insanların binayı terk etmek üzere kullandıkları çıkış yoluna , çıkış adı verilmektedir.

Dıştan Aydınlatmalı İşaret : Acil durum aydınlatmasında kullanılan işaretlerde işaretin dışında bulunan bir ışık kaynağı tarafından aydınlatılan işarete “Dıştan Aydınlatmalı İşaret” adı verilmektedir.

İçten Aydınlatmalı İşaret : Acil durum aydınlatmasında kullanılan işaretlerde işaretin içinde bulunan bir ışık kaynağı tarafından aydınlatılan işarete “İçten Aydınlatmalı İşaret” adı verilmektedir.

İzolüks Eğrileri : Eş aydınlık düzeylerine sahip dairelerden oluşan diyagrama “İzolüks Eğrisi” adı verilmektedir.

Işık Akısı : Normal gözün aydınlık görmesine ait spektral duyarlılık eğrisine göre ışık olarak değerlendirilen enerji akısı olup birimi lümen’dir. Işık akısı ϕ harfi ile gösterilir.

Işık Şiddeti : Bir ışık kaynağından çıkan ışık akısının belirli bir doğrultudaki miktarına “Işık Şiddeti” adı verilir. Işık Şiddetinin birimi Kandela’dir. (cd)

Parıltı : Aydınlatılan veya kendisi ışık yayan bir yüzeyde meydana gelen parlaklık derecesidir. Parıltı birim alan başına düşen ışık şiddeti cinsinden (cd/m^2) ölçülür.

Sürekli Çalışan Acil Durum Aydınlatması : Bu tip sistemlerde kullanılan armatürler hem normal koşullarda hem de acil durumlar sırasında yanmaktadır. Bu tip sistemler alışveriş merkezleri ve sinema salonları gibi insanlar tarafından yoğun bir şekilde kullanılan mekanlarda tercih edilmektedir.

Kesinti Sırasında Çalışan Acil Durum Aydınlatması : Bu sistemlerde kullanılan armatürler yalnızca normal aydınlatmanın devreden çıkmasından sonra devreye giren ve aydınlatma sağlayan armatürlerdir.

Bağımsız Armatürler : Kendi pil, şarj devresi, şebeke gerilimi denetleyicisi ve lamba sürücü devresine sahip olan armatürlere “Bağımsız Armatür” adı verilmektedir.

Bağımlı Armatürler : Merkezi akü ile çalışan bir acil durum aydınlatma sistemine bağlı olup lambalar ve bir de inverter içeren armatürlere “Bağımlı Armatür” adı verilmektedir.

2.4. Acil Durum Aydınlatmasının Sınıflandırılması

Daha önce acil durum aydınlatmasının normal aydınlatmanın devre dışı kalmasının hemen ardından devreye girerek minimum bir aydınlık düzeyini sağlaması gerektiğine değinilmişti. Acil durum aydınlatmasının gerektiğinde devreye girebilmek için normal aydınlatmanın beslendiği kaynaktan farklı bir kaynak tarafından beslenmesi gerekmektedir.

Bazen şebeke gerilimi tamamen kesilmeden normal sınırlarının altına düşebilmekte ve ortamda floresan veya deşarj lambalarının bulunması halinde normal aydınlatma devre dışı kalıp ortam karanlık bir hale gelebilmektedir. Bu nedenle tasarlanan acil durum aydınlatma sisteminin şebekeyi izleyerek normal dışı gelişen bu gibi gerilim dalgalanmalarını bir hata olarak değerlendirip en kısa zamanda devreye girmesi gerekmektedir.

Standartlara göre acil durum aydınlatması başlıca “Acil Kaçış Aydınlatması” ve “Yedek Amaçlı Acil Durum Aydınlatması” olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Acil Kaçış Aydınlatması ise yine “Kaçış Yolu Aydınlatması”, “Açık Alan Aydınlatması” ve “Yüksek Riskli Alan Aydınlatması” olarak 3 kısıma ayrılmaktadır [1].

2.4.1. Yedek Amaçlı Acil Durum Aydınlatması

Normal şartlarda yapılan faaliyetlerin normal besleme kaynağı devreden çıktığında değişikliğe uğramadan devam etmesini sağlayan aydınlatma sistemidir. Bu sistemler normal besleme kaynağından farklı bir kaynak tarafından beslenmektedir.

2.4.2. Acil Kaçış Aydınlatması

Herhangi bir nedenle meydana gelen bir acil durum sırasında bina içinde bulunan insanların binayı mümkün olan en hızlı ve en güvenli şekilde terk etmelerini ve ayrıca binada devam etmekte olan tehlikeli işlem ve faaliyetlerin sona erdirilmesine veya güvenli bir şekilde kontrol altına alınmasına olanak sağlamak üzere tasarlanan aydınlatmaya “Acil Kaçış Aydınlatması” adı verilmektedir.

2.4.2.1. Yüksek Riskli Alan Aydınlatması

Bir acil durum sırasında tehlike arz eden faaliyetlerin devam ettiği mekanlarda bulunan kişilerin mekanı güvenli bir şekilde terk etmeleri ve ayrıca tehlike arz eden faaliyetleri kontrol altına alabilmeleri veya sonlandırabilmeleri amacı ile gerçekleştirilen aydınlatmaya “Yüksek Riskli Alan Aydınlatması” adı verilmektedir.

Elektrik kesintisinde kapatılması gereken cihazların bulunduğu alanlar, enerji dağıtım, üretim ve endüstriyel proses kontrol odaları veya kazan, kimyasal banyo ve hareketli makinaların bulunduğu mekanlar yüksek riskli alan kapsamına girmektedir.

Yüksek riskli alanlarda, çalışma alanındaki gerekli minimum aydınlık düzeyi 15 lx olmak üzere normal aydınlatma seviyesinin %10’undan az olmaması gerekmektedir. Örnek olarak normal koşullar altında 200 lx ile aydınlatılan yüksek riskli bir alanda acil durum aydınlatma seviyesinin en az 20 lx olması gerekmektedir. Bu gibi alanlardaki düzgünlük oranının ise en fazla 10:1 olması gerekmektedir [2].

Yüksek riskli alan aydınlatmasında dikkat edilmesi gereken çok önemli bir nokta da şu ki genellikle deşarj lambaları ile aydınlatılan alanlarda elektrik kesintisinden sonra tekrar elektrikler geldiğinde bu tip lambaların devreye girmesi diğer lambalara nazaran daha fazla zaman aldığından dolayı normal aydınlatma hemen sağlanamamakta ve dolayısıyla ortam karanlıkta kalabilmektedir. Bu nedenle normal aydınlatmanın deşarj lambaları ile sağlandığı yüksek riskli alanlarda acil

durum aydınlatmasının elektrik geldikten belirli bir süre sonra yani gecikmeli olarak devreden çıkması gerekmektedir.

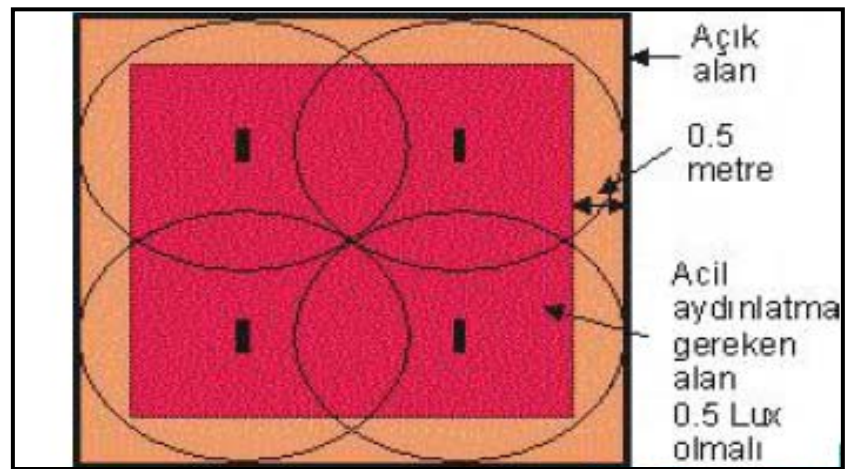
2.4.2.2. Açık Alan Aydınlatması

Meydana gelen bir acil durum sırasında tanımlanmış olan kaçış yollarına ulaşmak üzere kullanılan alanlar, alanı 60 m²'den büyük alanlar ve toplanma alanları için tasarlanan aydınlatmaya “Açık Alan Aydınlatması” adı verilmektedir. Açık Alan Aydınlatması bazı ülkelerde “Anti-Panik” aydınlatma olarak da adlandırılmaktadır [3].

Açık alanlarda gerekli aydınlık düzeyinin sağlanması için aşağıdaki konular dikkate alınmalıdır :

1. Açık alanlarda alanın her bir kenarından 0.5 metre boşluk bırakılarak aydınlatılacak olan alan elde edilir.
2. EN1838 standardına göre Açık Alan Aydınlatması ile aydınlatılacak alanlardaki minimum aydınlık düzeyinin 0.5 lx olması gerekmekte ve aynı zamanda BS5266 standardı açık alan aydınlatması için tüm alan üzerindeki ortalama aydınlık düzeyini 1 lx olarak belirtmiştir [1].
3. Açık alan aydınlatmasında düzgünlük oranının en fazla 40 olması gerekmektedir [1].

Yukarıdaki konuların daha iyi anlaşılması açısından Şekil 2.1’de bir açık alan ile bu açık alanın içindeki aydınlatma alanı ve aydınlık düzeyleri gösterilmiştir.



Şekil 2.1: Açık Alan Aydınlatması[2]

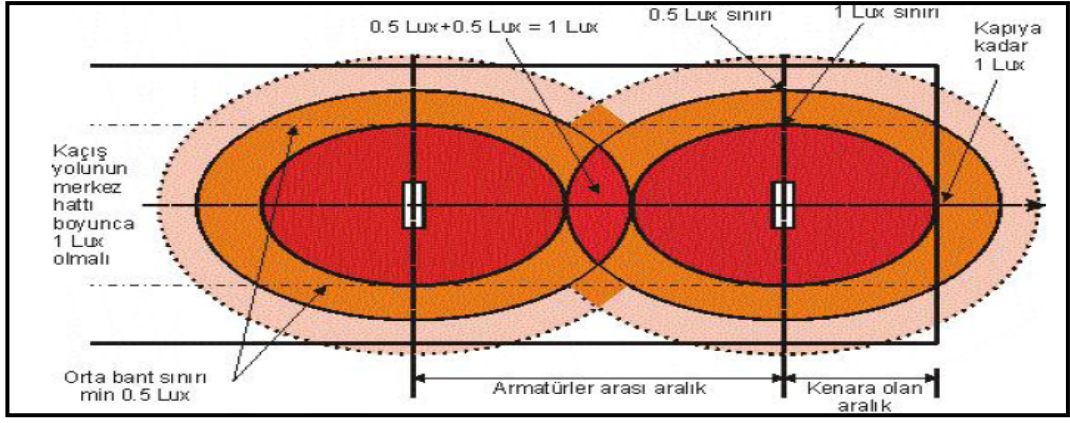
2.4.2.3. Kaçış Yolu Aydınlatması

Acil durumlar sırasında insanların bina veya alanı boşaltırken kullandıkları kaçış yolu boyunca tüm kaçış işaretlerinin etkin bir şekilde fark edilmesini sağlamak üzere tasarlanan acil durum aydınlatmasına “Kaçış Yolu Aydınlatması” adı verilmektedir.

Genişliği en fazla 2 metreye kadar olan kaçış yollarında gerekli aydınlık düzeyinin sağlanması için aşağıdaki konular dikkate alınmalıdır :

1. EN 1838 numaralı Avrupa standardına göre kaçış yolunun ortasında bulunduğu varsayılan hayali bir merkez çizgisinin üzerindeki yatay aydınlık düzeyinin en az 1 lx olması gerekmekte aynı zamanda BS5266 numaralı İngiliz standardı merkez çizgi için 1 lx değerini önermek ile birlikte 0.2 lx değerini de kabul etmektedir [1].
2. EN 1838 standardına göre merkezi çizginin sağ ve sol taraflarından 50 cm uzaklıkta olduğu varsayılan çizgiler dahilindeki orta bant ve ayrıca bu çizgilerin üzerindeki herhangi bir noktanın aydınlık düzeyinin en az 0.5 lx olması gerekmekte ve yine bir önceki maddede olduğu gibi BS5266 standardı 0.1 lx değerini de kabul etmektedir [1].
3. Genişlikleri 2 metreden fazla olan kaçış yolları ile ilgili olarak hesaplama yapılırken bu yollar genişliği en fazla 2 metre olan birden fazla kaçış yolu olarak düşünülebilmektedir.
4. Kaçış yolu aydınlatmasında düzgünlük oranının en fazla 40 olması gerekmektedir [1].

Yukarıda anlatılan maddelerin daha iyi anlaşılabilmesi açısından Şekil 2.2’de genişliği 2 metre olan bir kaçış yolu ve bu kaçış yolu üzerindeki her alanda sağlanması gereken aydınlık düzeyleri belirtilmiştir.



Şekil 2.2: Kaçış Yolu ve Her Alanda Gerekli Aydınlık Düzeyleri [2]

2.5. Acil Durum Aydınlatmasının Yerleştirme Esasları

Bir acil durum aydınlatma sistemi tasarlanırken aşağıda zikredilen belirli noktalar ve yerlere dikkat edilmeli ve bu noktalarda acil durum aydınlatma elemanlarının yerleştirilmesi gerekmektedir .

Çıkış Kapılarının Üzeri : Ana çıkış kapısı ve kaçış yolu boyunca diğer tüm kapıların üzerinde yönlendirme işaretlerinin bulunması ve bu işaretlerin montaj yüksekliklerinin en fazla 2.5 metre olması gerekmektedir.

Son Çıkış Kapısının Dışı : Binanın boşaltılmasının yavaşlamaması ve ayrıca binadan çıkan insanların karanlıkta kalmaması amacıyla son çıkış kapısının dışında da bir aydınlatma armatürü bulunmalıdır.

Koridorlarda Koridor Boyunca ve Koridorun Sonunda : Boşaltmanın yapılabilmesi için koridorların aydınlatılmış olması ve ayrıca koridor sonunda bulunan kapıların üzerinde bir de yönlendirme işaretinin bulunması gerekmektedir. Kapıların çıkışında başka bir yönlendirme işaretinin görülebilmesi gerekmektedir.

Dönüş Noktaları : Boşaltma sırasında herhangi bir noktada yön değiştirilmesi gerekli ise bu noktalarda hem aydınlatma cihazı hem de yönlendirme işaretinin bulunması gerekmektedir.

Farklı Yolların Kesişme Noktaları : Farklı yolların kesişme noktasında her yönden gelen kişilerin birbirleri ile çarpışmadan doğru yöne devam edebilmeleri için bu noktalarda bir aydınlatma cihazının bulunması ve ayrıca bu noktalara gelindiğinde yönlendirme işaretlerinin görülebilmesi gerekmektedir.

Işıksız Yönlendirme İşaretleri : Dıştan aydınlatmalı işaretlerin bir aydınlatma cihazı ile aydınlatılması gerekmekte ve bu cihazın işaretten olan uzaklığının en fazla 2 metre olması gerekmektedir.

Seviye Değişim Yerleri ve Merdivenler : Boşaltma sırasında yer döşeme seviyesinin değiştiği yerlerde insanların takılıp düşmemeleri için bir aydınlatma cihazının bulunması gerekmektedir. Böyle bir noktada takılıp düşen bir kişinin arkadan gelen kişilere zorluk çıkarmanın yanısıra kendisi için de ezilme ve yaralanma riski bulunmaktadır. Yerleştirilen aydınlatma cihazının basamağın gölgesinin oluşmayacağı şekilde alçak kısım üzerinde yerleştirilmesi gerekmektedir.

Yangın Söndürme Cihazı, Yangın Alarm Noktası ve İlk Yardım Malzemelerinin Bulunduğu Yer : Bir yangın veya acil durum sırasında kolaylıkla müdahale edilebilmesi açısından yangın söndürme tüpleri, yangın dolabı, yangın alarm noktası ve ilk yardım malzemelerinin bulunduğu yerlerin aydınlatılması gerekmektedir. Yerleştirilen armatürün yangın dolabı,alarm noktası veya ilkyardım dolabı ile arasındaki yatay mesafenin en fazla 2 metre olması gerekmektedir.

İlk Yardım Odaları : İlk yardım odaları bir acil durum sırasında yaralanan kişilere ilkyardım müdahalesinin yapılabilmesi açısından önem taşımakta ve görülebilmesi gerekmekte olup odaların içi ise daha önce açıklandığı şekilde aydınlatılmalıdır.

Bina Yerleşim Planının Yeri : Bir binada bina yerleşim ve tahliye planlarının bulunduğu yerlerin acil durum sırasında aydınlatılması gerekmektedir. Yerleştirilen aydınlatma armatürünün plan ile arasındaki yatay mesafenin en fazla 2 metre olması gerekmektedir.

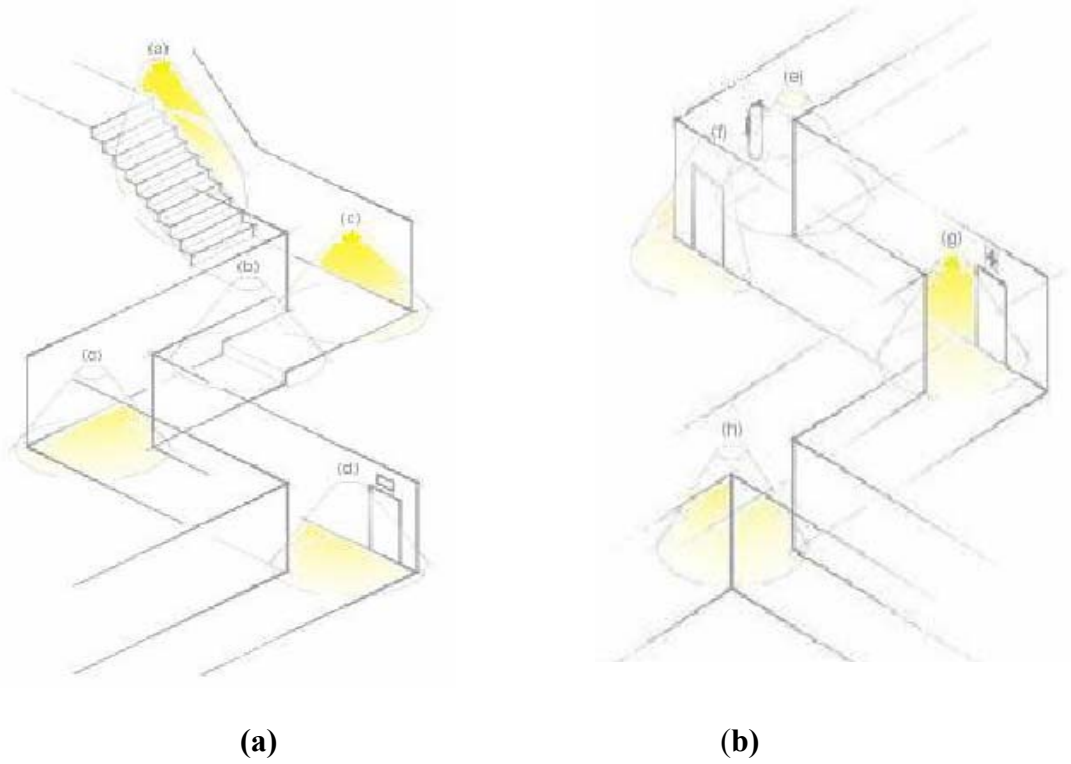
Asansörlerin İçi : Bir acil durum sırasında binada bulunan asansörlerin içleri de uygun bir şekilde aydınlatılmalıdır.

Özürlü Tuvaletleri ve 8 m²'den Büyük Tuvaletler : Bir acil durum sırasında kapının kolaylıkla bulunması ve panik, yaralanma ve düşmelerin önlenmesi amacıyla bu mekanların içinde de acil durum aydınlatma armatürünün bulunmalıdır.

Tehlike Arz Eden Makina , Jeneratör Odaları, Elektrik ve Kumanda Odaları : Tehlike riski yüksek mekanlarda kazaların önlenmesi ve elektrik üretim ve dağıtım tesislerinde gerektiğinde elektrik şebekesine müdahale edilebilmesi için acil durum aydınlatmasının bulunmalıdır.

Garajlar ve Yaya Yolları : Binalarda bulunan kapalı garajlar ve yaya yollarının bir acil durum sırasında risksiz ve güvenli bir tahliyenin sağlanabilmesi açısından acil durum aydınlatması ile aydınlatılması gerekmektedir.

Yukarıda belirtilen konuların daha iyi anlaşılabilmesi için Şekil 2.3.a ve 2.3.b’de bu maddeler için görsel bir örnek sunulmuştur.



Şekil 2.3: Acil Durum Aydınlatmasının Yerleştirme Esasları [2]

Bu şekillerde :

- a) Merdivenler ve yürüyen merdivenler
- b) Seviye değişim yeri
- c) Dönüş noktası
- d) Çıkış kapısının üzeri
- e) Yangın tüpleri, yangın dolabı, yangın alarm noktası
- f) Son çıkış kapısı
- g) İlk yardım malzemeleri

h) Kesişme noktaları'nı ve yapılması gereken acil durum aydınlatmasını göstermektedir.

Tasarlanan bir acil durum aydınlatma sisteminde kullanılan armatürlerin yerleştirilmesi ve monte edilmesi son derece dikkat ve ilgi gerektiren bir konudur. Çok alçak olan armatürler özellikle kaçış yollarında kişilerin kaçışı sırasında zarar görüp söndürülebilmektedir. Aksine çok yüksekte monte edilen armatürler ise (örneğin doğrudan tavana monte edilen armatürler) olası bir yangın sırasında duman tabakası altında kalıp görülemeyebilmektedir. Bu gibi durumların önlenmesi açısından genel bir kural olarak armatürlerin yer düzeyinden olan montaj yüksekliklerinin en az 2 metre olması gerekmektedir. Ayrıca armatürlerin kamaşmaya yol açmayacak şekilde seçilmeleri gerekmektedir.

2.6. Acil Durum Aydınlatmasında Süreler

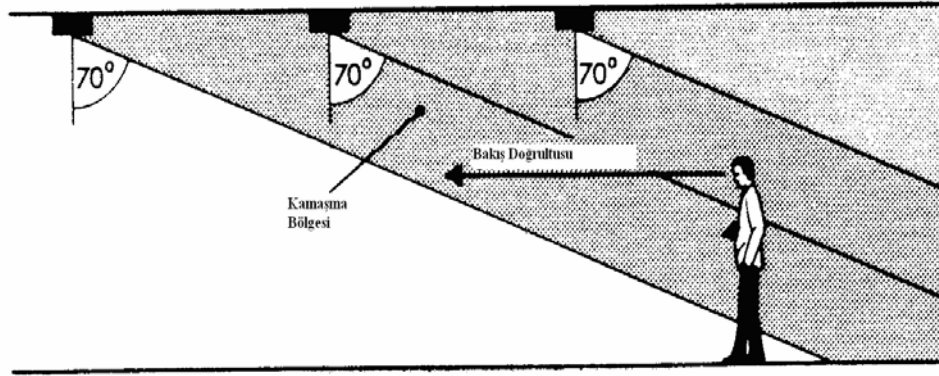
Şebeke gerilimi kesildiğinde veya normal sınırlarının altına düştüğünde devreye girerek gerekli aydınlık düzeyini sağlamak üzere tasarlanan bir Acil Durum Aydınlatma sisteminin alanda yapılan faaliyetlerin hassasiyet derecesi ve alanda bulunan kişilerin fiziksel kapasitelerine bağlı olarak normal aydınlatmanın devre dışı kalmasından itibaren 5 – 15 saniye içinde devreye girmesi gerekmektedir [3].

Tahliye amacıyla devreye giren acil durum aydınlatma sistemi en az 1 saat (ofis ve işyerleri için) devrede kalarak gerekli aydınlık düzeylerini sağlaması gerekmektedir. Binada yapılan faaliyet ve kullanım amaçlarına bağlı olarak bu süre 3 saate kadar uzayabilmektedir. Örneğin hotellerde, hastanelerde, huzurevlerinde ve çocuk yuvalarında bu sürenin 3 saat olması gerekmektedir.

2.7 Kamaşma

Kamaşma genel olarak ya doğrudan ışık kaynaklarından veya dolaylı olarak parlak yüzeylerden gerçekleşen yansımalarından dolayı meydana gelmektedir. Kamaşma ışık kaynağının parıltısı ve boyutlarına, gözlemciye olan konumuna ve çevre ve arka planı arasındaki kontrast derecesine bağlıdır. Armatürlerin uygun bir şekilde yerleştirilmesi, ışık sınırlayıcı kapakların kullanılması, mekandaki yüzeyler için uygun renk ve yüzey yapılarının seçilmesi kamaşmanın tamamen ortadan kaldırılmasına yetmemek ile birlikte önemli ölçülerde azaltılmasına yardımcı

olmaktadır. Genellikle kaçış yolu aydınlatmasında karşılaşılan önemli problemlerden biri yetersizlik kamaşmasıdır. Bu kamaşma türünde armatürün parlaklığı mekanı terk eden kişilerin gözlerinin kamaşmasına neden olup engellerin fark edilmesini engellemektedir. Bir kişinin maruz kaldığı yetersizlik kamaşmasının derecesi görüş alanındaki ışık şiddetine bağlıdır. Şekil 2.4’de bir kaçış yolunda mekanı terk eden bir kişinin bakış doğrultusu ve kamaşma bölgeleri gösterilmiştir.



Şekil 2.4: Kamaşma Bölgesi ve Bakış Doğrultusu

Kamaşma bölgesi ($70^{\circ} - 90^{\circ}$) içinde tüm armatürlerden kaynaklanan bakış doğrultusundaki maksimum ışık şiddetinin ($I_{\max}$) belirli değerleri aşmaması gerekmektedir. Bu değerler Tablo 2.1’de belirtilmiştir.

Tablo 2.1: Kaçış Yolu Armatürleri için Yetersizlik Kamaşması Limitleri

Kaçış Yolunun Merkez Çizgisindeki Ortalama Yatay Aydınlik Düzeyi (E) (lx)	Kamaşma Bölgesi İçindeki (Bakış Doğrultusu Üzerinde) Maksimum Işık Şiddeti ($I_{\max}$) (cd)
0.2	50
0.5	480
1.0	1700
2.0	3300
5.0	21000
10.0	56000

Tablo 2.2’de ise kaçış yolu aydınlatması, açık alan aydınlatması ve yüksek riskli alan aydınlatması için farklı armatür montaj yükseklikleri için kamaşma açısından izin verilen maksimum ışık şiddetleri belirtilmiştir.

Tablo 2.2: Farklı Acil Durum Aydınlatmaları için Montaj Yüksekliğine Bağlı Işık Şiddeti Limitleri

Montaj Yüksekliği (m)	Kaçış Yolu ve Açık Alan Aydınlatması Maksimum Işık Şiddeti (cd)	Yüksek Riskli Alan Aydınlatması Maksimum Işık Şiddeti (cd)
$h < 2.5$	500	1000
$2.5 < h < 3$	900	1800
$3 < h < 3.5$	1600	3200
$3.5 < h < 4$	2500	5000
$4 < h < 4.5$	3500	7000
$h > 4.5$	5000	10000

Bakış doğrultusunda tüm armatürlerden kaynaklanan maksimum ışık şiddeti ($I_{\max}$) 2.1 numaralı bağıntıya göre hesaplanmaktadır :

$$I_{\max} = 50 + 2300(E - 0.2)^{1.4} \quad (2.1)$$

Burada ;

E : Kaçış yolunun orta çizgisi üzerindeki ortalama yatay aydınlık düzeyi (lx)

$I_{\max}$: Bakış doğrultusunda tüm armatürlerden kaynaklanan maksimum ışık şiddetidir [cd].

Kamaşma bölgesinde her bir armatürün maksimum ışık şiddeti $I_{\max 1}$, $I_{\max 2}$, $I_{\max 3}$ şeklinde gösterilir ise bu durumda :

$$I_{\max} = I_{\max 1} + I_{\max 2} + I_{\max 3} + \dots \quad (2.2)$$

2.8 Düzgünlük

Düzgünlük faktörü yapılan aydınlatmanın kalitesini belirleyen unsurlardan biridir. Düzgünlük, bir alandaki maksimum aydınlık düzeyinin minimum aydınlık düzeyine oranı şeklinde tanımlanabilmektedir. Genel olarak yapılan acil durum aydınlatmalarında düzgünlük oranının 40:1 olması istenmektedir. İstenilen düzgünlük oranının sağlanması ve böylece daha kaliteli bir aydınlatmanın

yapılabilmesi açısından genellikle az sayıdaki yüksek güçlü lamba yerine çok sayıdaki düşük güçlü lamba tercih edilmekte ve böylelikle daha düzgün ve kaliteli bir aydınlatmanın sağlanmasına olanak tanınmaktadır.

2.9.Acil Durum Armatürlerinin Çalışma Tipleri

Acil durum aydınlatma armatürleri genel olarak kesinti sırasında yanma, sürekli yanma ve kombine olmak üzere 3 değişik tipte çalışmaktadırlar.

2.9.1. Kesinti Sırasında Yanma

Bu çalışma tipinde acil durum aydınlatma lambaları şebeke gerilimi normal iken yanmamakta, şebeke gerilimi devre dışı kaldığında devreye girmekte ve yanmaktadırlar. Bu çalışma sistemi genellikle büro binaları gibi bina içinde bulunan insanların bina ile aşına olduğu yerlerde tercih edilmektedir.

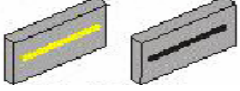
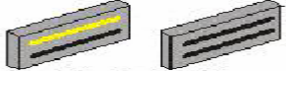
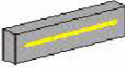
2.9.2. Sürekli Yanma

Bu çalışma tipinde tüm acil durum aydınlatma lambaları şebeke gerilimi devrede iken normal olarak yanmakta ve arzu edildiği takdirde bir anahtar kullanılarak söndürülebilmektedir. Ancak şebeke gerilimi kesildiğinde lambalar devreye girmekte ve acil durum aydınlatmasını sağlamaktadır. Bu armatürler özellikleri sayesinde arzu edildiği takdirde gündüzleri söndürölüp geceleri ise güvenlik aydınlatması olarak kullanılabilir. Bu çalışma sistemi genellikle çarşı, alışveriş merkezleri, oteller, sinema ve tiyatro salonları gibi insanlar tarafından yoğun olarak kullanılan mekanlarda tercih edilmektedir.

2.9.3. Kombine Çalışma

Bu çalışma tipinde kullanılan armatürler iki lambaya sahiptir. Lambalardan biri normal aydınlatma lambası olarak görev yapmakta ve arzu edildiği takdirde bir anahtar yardımıyla söndürülebilmektedir. İkinci lamba ise yalnızca normal aydınlatmanın devreden çıkması durumunda devreye girmekte ve acil durum aydınlatmasını sağlamaktadır.

Yukarıda bahsedilen çalışma tipleri kısaca Şekil 2.5’de gösterilmiştir.

Çalışma Tipi	Kesinti Sırasında Yanma	Sürekli Yanma	Kombine Kesinti Sırasında Yanma
Şebeke Gerilimi Normal			
Şebeke Gerilimi Devre Dışı			

Şekil 2.5: Acil Durum Aydınlatması Çalışma Tipleri

Bir acil durum aydınlatma sisteminin tasarlanması sırasında sistemin hangi alan için uygulanacağı ve alanın özellikleri gibi konular sistem tasarımcısı için oldukça büyük önem taşımaktadır. Ek 1’de farklı alanlar için kurulması uygun olan sistemler, bu sistemlerde kullanılan armatürlerin montaj bilgileri ve diğer önemli açıklamalara yer verilmiştir.

3.ACİL DURUM AYDINLATMASINDA KULLANILAN ARAÇ VE SİSTEMLER

Tez çalışmasının bu bölümünde acil durum aydınlatma sistemlerini oluşturan bileşenler olarak kaçış işaretleri ve armatürler ve ayrıca acil durum aydınlatma sistemlerinin besleme sistemleri incelenmiştir. Bu bölümde ayrıca acil durum aydınlatma armatürlerinde tercih edilen lambalar ve besleme sistemlerinde güç kaynağı olarak kullanılan jeneratörler ile ilgili özet bilgilere yer verilmiştir.

3.1. İşaretler

Acil durumlar sırasında insanların bina içerisinde bulundukları herhangi bir noktadan çıkış yollarına ve çıkış kapılarına doğru yönlendirilmeleri için kullanılan elemanlara “İşaret” adı verilmektedir. Acil durumlarda çıkış yollarının açık bir şekilde gösterilebilmesi açısından uygun işaretlerin temin edilmesi oldukça büyük önem taşımaktadır. Bir alanda çıkış yolları “Çıkış” veya “Acil Çıkış” yazılı işaretler ile belirlenebilmektedir. Ayrıca mevcut olan standartlara göre işaretlerde “Çıkış Yolu” yazısına da izin verilmekte ancak çoğunlukla “Çıkış” yazısı işaretler için tercih edilmektedir. Acil durumlar sırasında insanların üzerinde daha fazla bir psikolojik baskının oluşmaması ve daha fazla paniklememeleri açısından hiçbir şekilde “Çıkış Yok” veya “Çıkış Yolu Yok” yazılarının işaretlerde yer almasına izin verilmemektedir.

Bazı durumlarda kaçış yollarının yönünün gösterilmesi için işaretlerde oklardan yararlanılmaktadır. Ancak hiçbir şekilde hareketli göstergelere sahip işaretlerin kullanılmamaları gerekmektedir. Zira böyle bir hareket kaçışın gerekliliğini ve acil olduğu hissini insanlarda uyandırmakta ve daha fazla paniğe yol açabilmektedir.

Acil durum aydınlatmasında kullanılan işaretler, “Fosforlu İşaret”, “İçten Aydınlatmalı İşaret” ve “Dıştan Aydınlatmalı İşaret” olmak üzere 3 gruba ayrılabilirler. Tüm farklı işaret çeşitlerinde mümkün olduğunca işaretin

montaj yüksekliğinin yerden 2-2.5 m arasında olması gerekmektedir. İşaretlerde kullanılacak olan renkler, yazı büyüklüğü ve işaretin boyutu farklı işaret türlerine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Genel olarak kaçış işaretlerinde yeşil arka plan üzerinde beyaz yazılar tercih edilmektedir. Günümüzde her tür işaretin tasarımı, yapısı ve işlevi farklı standartların kapsamındadır. Örneğin dıştan aydınlatmalı işaretler BS5266 ve içten aydınlatmalı işaretler ise BS5266 Bölüm:1 ve BS5249 Bölüm:1 standartlarının kapsamındadır [3].

3.1.1. İçten Aydınlatmalı İşaretler

İçten aydınlatmalı işaretlerde, işaret, içinde bulunan bir ışık kaynağı tarafından aydınlatılmaktadır. Bu tip işaretler genellikle oditoryum, dans salonları, tiyatro ve restoranlar için tercih edilmektedir.

İçten aydınlatmalı işaretlerde işaretin 18 metreye kadar olan mesafelerden görülebilmesi için işaret üzerindeki yazı yüksekliğinin en az 75 mm olması gerekmekte ve 18 metreden uzun ancak 36 metreyi geçmeyen mesafeler için yazı yüksekliği en az 125 mm olan işaretlerin kullanılması gerekmektedir. 36 metreden daha fazla olan görme mesafeleri için işaretin yazı yüksekliği 3.1 numaralı bağıntıya göre hesaplanabilmektedir.

$$\text{Yazı Yüksekliği (mm)} = 125 \times (\text{maksimum görme mesafesi (m)} + 9) / 45 \quad (3.1)$$

İçten aydınlatmalı işaretlerde parlıltı değerinin en az 2 cd/m² olup 80 cd/m² değerini aşmaması gerekmektedir [3]. Şekil 3.1’de içten aydınlatmalı işaretler için birkaç örnek gösterilmiştir.



Şekil 3.1: İçten Aydınlatmalı İşaretler

3.1.2. Dıştan Aydınlatmalı İşaretler

Bu işaretlerde, işaret genellikle üstünde bulunan bir ışık kaynağı tarafından aydınlatılmaktadır. Dıştan aydınlatmalı işaretelerde 50 mm’lik yazı yüksekliğine sahip işaretin en fazla 20 metrelik bir görme mesafesi için kullanılması

gerekmektedir. 20-30 metrelik görme mesafeleri için 75 mm, 30-40 metrelik görme mesafeleri için 100 mm ve 40-50 metrelik görme mesafeleri için 125 mm'lik yazı yüksekliğine sahip işaretler kullanılmaktadır [3]. Bu tip işaretlerde genellikle yeşil renkli arka plan üzerinde beyaz renkli yazılar tercih edilmektedir.

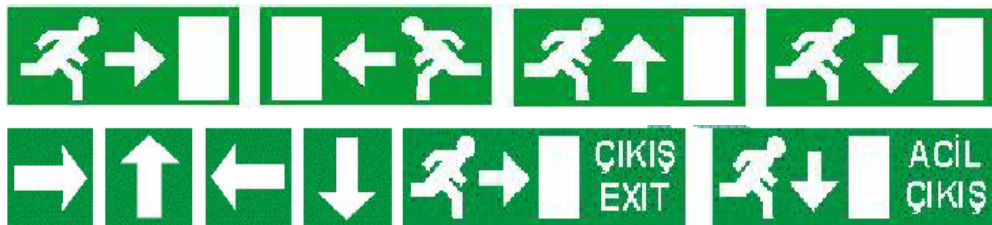
Standartlara göre dıştan aydınlatmalı işaretlerde işaretin üzerindeki aydınlık düzeyinin en az 5 lx olması gerekmektedir. İşaretlerin normal durumda bu aydınlık düzeyine kadar normal aydınlatma ile ve acil durumlar sırasında da yine bu aydınlık düzeyine kadar acil durum aydınlatması ile aydınlatılması gerekmektedir. Şekil 3.2'de dıştan aydınlatmalı işaretler için birkaç örnek gösterilmiştir.



Şekil 3.2: Dıştan Aydınlatmalı İşaretler

3.1.3. Fosforlu İşaretler

Fosforlu işaretler herhangi bir elektriksel kaynağa gereksinim duymayan işaretlerdir. Bu işaretler belirli bir ömür süresine sahip olup bu sürenin sonunda değiştirilmeleri gerekmektedir. Fosforlu işaretlerde işaret üzerindeki ortalama parlıltı değerinin 0.51 cd/m^2 olması gerekmektedir. Herhangi bir sistemde kullanılmakta olan işaretlerin parlıltı değerlerinin 0.14 cd/m^2 'nin altına düşmemesi gerekmekte ve parlıltı oranı bu değerin altına düşen işaretlerin değiştirilmeleri gerekmektedir [3]. Şekil 3.3'de fosforlu işaretler için birkaç örnek gösterilmiştir.



Şekil 3.3: Fosforlu İşaretler [2]

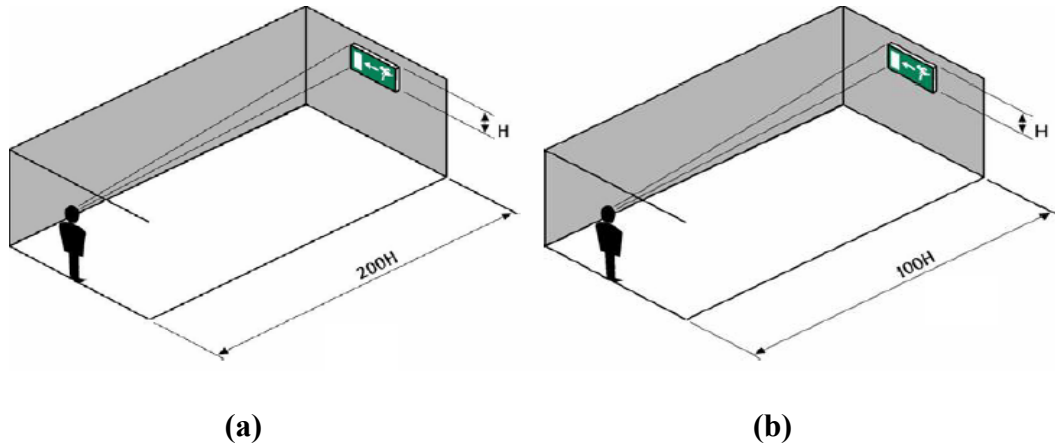
Fosforlu işaretlerde genellikle 2 çeşit işaret kullanılmaktadır. Küçük olan işaretler 75 mm'lik yazı yüksekliğine sahip olup maksimum 13 metrelik görme

mesafeleri için kullanılmakta, büyük olan işaretler ise 125 mm'lik yazı yüksekliğine sahip olup maksimum 26 metrelik görme mesafeleri için kullanılmaktadır [3].

3.1.4. İşaret Yüksekliğine Göre Maksimum Görme Mesafeleri

3.1.1. ve 3.1.2.'de içten aydınlatmalı ve dıştan aydınlatmalı işaretler için yazı yüksekliğine göre işaretin maksimum görme mesafeleri açıklanmıştı. Bu bölümde ise işaretin yazı yüksekliğine değil kendi yüksekliğine bağlı maksimum görme mesafeleri belirtilmiştir. Bu mesafeler bir acil durum aydınlatma sisteminin tasarımı ve araçların yerleştirilmeleri sırasında önem kazanmaktadır. Zira işaretler maksimum görme mesafeleri dikkate alınmadan yerleştirildikleri takdirde mevcut olan kaçış yolları veya alanlar içindeki herhangi bir noktadan görülmeleri mümkün olmayabilmekte ve dolayısıyla birden fazla işaretin kullanılmasına gereksinim duyulabilmekte ve bu durum da maliyeti arttırmaktadır.

İçten aydınlatmalı işaretlerde maksimum görme mesafesi işaret yüksekliğinin 200 katı iken bu oran dıştan aydınlatmalı işaretlerde işaret yüksekliğinin 100 katı olmaktadır. Şekil 3.4.a ve 3.4.b'de sırasıyla içten ve dıştan aydınlatmalı işaretlerde maksimum görme mesafeleri gösterilmiştir.



Şekil 3.4: İçten ve Dıştan Aydınlatmalı İşaretler İçin Maksimum Görme Mesafesi [2]

3.2. Armatürler

Bu bölümde öncelikle aydınlatma armatürleri ve armatürlerin içinde kullanılan malzemeler ile ilgili kısa bilgiler verilmiş olup daha sonra Acil Durum Aydınlatmasında kullanılan armatürler ve bu armatürlerde kullanılan lambalara yer verilmiş ve bu armatürler ve lambalar incelemeye alınmıştır.

3.2.1. Aydınlatma Armatürlerine Genel Bakış

Aydınlatma armatürleri, lambaları içinde barındıran ve amaçlanan aydınlatma koşullarının sağlanmasına yardımcı olan elektriksel cihazlar olarak tanımlanabilirler. Armatürlerin genel olarak 5 görevi bulunmaktadır. Bu görevler aşağıdaki gibidir :

1. Lambaların ışık dağılım eğrilerini kontrol ederek lamba ışık dağılım eğrilerine arzu edilen şekli vermek ve lamba verimlerini arttırmak
2. Lambaları fiziksel olarak korumak
3. Kamaşmanın meydana gelmesini önlemek
4. Lamba balastlarını ve elektrik devrelerini barındırmak ve bunları dış etkenlere karşı korumak
5. Mekanın kullanım amaçlarına uygun bir şekilde estetik ve konfor gereksinimlerini karşılamak

3.2.2. Armatürlerde Kullanılan Malzemeler

Aydınlatma armatürlerinde kullanılan malzeme ve elemanlar genel olarak aşağıdaki gibi 5 gruba ayrılmaktadır :

1. Işığı geçiren veya dağıtan malzemeler. Örnek olarak: Cam, akrilik, polikarbonat, kağıt veya ipek
2. Işığı yansıtan malzemeler . Örnek olarak : Alüminyum, ayna, gümüş, krom ve nikel
3. Ekranlama elemanları
4. Mercekler
5. Filtreler [4]

3.2.3. Acil Durum Aydınlatma Armatürlerine Genel Bakış

Acil durum aydınlatma armatürleri genel olarak tavan, asma tavan veya duvar üzerinde monte edilmektedir. Daha önce de belirtildiği gibi armatürlerin çok yüksekte yerleştirilmeleri olası bir yangın sırasında armatürün duman tabakası altında kalarak fark edilememesine neden olabileceği gibi aynı zamanda yerden yüksekliği az olan armatürler de insanların hareketlerinden etkilenerek hasara maruz

kalabilmektedirler. Bu konular dikkat alınarak genellikle acil durum aydınlatma armatürlerinin yerden en az 2 metre yükseklikte monte edilmesi tercih edilmektedir. Şekil 3.5’de acil durum aydınlatma armatürleri için bazı örnekler verilmiştir.



Şekil 3.5: Acil Durum Aydınlatma Armatürleri

Acil durum aydınlatma armatürleri Bağımsız Armatür olarak da tanımlanabilen pil, pil şarj elemanı ve lambaları kendi içinde barındıran armatürler veya sadece lambaları kapsayan ve merkezi bir güç sistemine bağlanarak çalışan ve bağımlı armatür olarak da tanımlanan armatürler olmak üzere ikiye ayrılabilir. Bu armatürlerin her ikisi de hem kaçış yolu aydınlatmasında hem de kaçış ve yönlendirme işaretlerinin aydınlatılmasında kullanılabilir. Kullanılan armatürün türü fark etmeksizin tüm armatürlerin yabancı cisimler ve neme karşı yeterli dayanıklılığa sahip olması gerekmektedir.

3.2.3.1 Bağımsız Armatürler

Bu armatürler yukarıda da belirtildiği gibi genellikle şarj birimi, akü bölümü ve lambaları kendi içlerinde barındırmaktadırlar. Bu armatürler hem floresan hem akkor telli lambaları kullanabilmekte ancak floresan lamba kullanıldığı takdirde armatürün içinde bir de inverter biriminin bulunması gerekmektedir. Kullanılan lambanın türü fark etmeksizin bu armatürlerdeki temel çalışma prensibi aynı olup normal aydınlatma devreden çıktığında ışık kaynağı pil tarafından beslenmektedir. Bu armatürlerde armatürün öngörülen süre boyunca çalışabilmesi için gerekli olan şarj süresinin 24 saati geçmemesi gerekmektedir.

3.2.3.2. Bağımlı Armatürler

Daha önce de bahsedildiği gibi bağımlı armatürlerin içinde sadece lambalar bulunmakta ve bu armatürler gerekli enerjiyi bir jeneratör veya merkezi bir akü sistemi olabilen merkezi bir güç kaynağından temin etmektedirler. Doğru gerilimli

bir sistemde floresan lamba kullanan armatürlerde ayrıca bir de inverter bulunmaktadır.

3.2.4. Acil Durum Aydınlatma Armatürlerinde Kullanılan Lambalar

Acil durum aydınlatma armatürlerinde kullanılan lambaların sistemin devreye girme süresine uygun olarak enerjilendikten sonra çok hızlı bir şekilde ışık yaymaya başlayabilmeleri gerekmektedir. Genellikle acil durum aydınlatması için tercih edilen lambalar akkor telli lambalar veya düşük basınçlı civa floresan tüplerdir. Bu iki tür lambanın karakteristikleri acil durum aydınlatması için en uygun karakteristikler olarak kabul edilmektedir.

3.2.4.1. Akkor Telli Lambalar

Akkor telli lambalar çok basit bir şekilde hem doğru akım hem de alternatif akım sistemlerinde tüm armatür türlerinde kullanılabilir. Bu lambaların yararlı ömür süreleri az, verimi düşük ve gerilim dalgalanmaları karşısında çok hassas olup buna karşın ortam sıcaklığındaki değişikliklerden etkilenmemektedirler.

3.2.4.2. Floresan Lambalar

Düşük basınçlı civa floresan lambaları ise hem soğuk hem de sıcak katodlu tüpler olarak acil durum aydınlatmasında kullanılabilirler. Bu lambalar yalnızca alternatif akım sistemlerinde kullanılabilir ve alternatif akımın sağlanması için bir kontrol elemanına ihtiyaç duymaktadırlar. Floresan lambaların yararlı ömür süreleri uzun, verimleri yüksek ve gerilim dalgalanmalarına karşı daha dayanıklıdır. Bu lambalar ortam sıcaklığındaki değişikliklere karşı hassas olup ortam sıcaklığında meydana gelen değişiklikler lambaların çalışmaya başlaması ve ışık çıktılarını etkileyebilmektedir.

3.2.4.3. Işık Yayan Diyotlar

Acil durum aydınlatma armatürlerinde ışık kaynağı olarak ayrıca ışık yayan diyotlardan da yararlanılabilmektedir. Işık yayan diyotlar aslında üzerinden elektrik akımı geçince tek renkli ışık yayan yarı iletken diyotlardır. Işık yayan diyotlar çok düşük enerji tüketimleri ve yüksek ömür süresine sahip olmaları nedeniyle günümüzde birçok uygulamada yer almaktadır. Birçok uygulamada çok sayıdaki ışık yayan diyotların bir araya getirilmesi ile ışık yayan diyot lambaları elde edilmektedir.

Işık yayan diyot lambaları genellikle uzun ömür süresine ihtiyaç duyulan, lambaların değiştirilmesi zor olan ve enerji tasarrufu gerektiren mekanlarda tercih edilmektedir. Işık yayan diyot lambalarının bazı uygulama alanları aşağıdaki gibidir :

- a) Araç sinyal farları
- b) El fenerleri ve benzeri taşınabilir cihazlar
- c) Kaçış işaretleri ve acil durum aydınlatma armatürleri
- d) İç ve dış aydınlatma armatürleri
- e) Tren sinyalizasyon ışıkları
- f) Trafik sinyalizasyon ışıkları [5]

Işık yayan diyot kullanımının da diğer tüm ışık kaynakları konusunda olduğu gibi bazı avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Işık yayan diyot tarafından yayılan ışığın tümü görülebilir olup ışık yayan diyotların sıcaklık kaybı çok düşüktür. Işık yayan diyotlar genellikle renkli ışık üretmekte ve bu nedenle renkli ışık elde edilmek istendiği takdirde başka herhangi bir filtrenin kullanılması gerekli olmamaktadır. Işık yayan diyotlar darbe ve titreşimlere karşı diğer ışık kaynaklarına nazaran daha dayanıklı olup minimum 10 yıllık yararlı ömür süresine sahiptirler [6]. Ancak ışık yayan diyot kullanımının en büyük dezavantajı ışık yayan diyotların dar bir spektral güç dağılım aralığına sahip olmaları ve bu nedenle düşük aydınlık düzeylerinde bazı renklerin doğru bir şekilde fark edilememesine neden olmalarıdır. Bu konu Bölüm 5’de detaylı olarak ele alınmakta ve incelenmektedir.

3.3. Besleme Sistemleri

Acil durum aydınlatması için kullanılan besleme sistemleri aydınlatma amacı ve ayrıca aydınlatmanın yapılacağı mekanın özelliklerine göre farklılık göstermektedir. Daha önce acil durum aydınlatması için yapılan sınıflandırmada acil durum aydınlatmasının “Acil Kaçış Aydınlatması” ve “Yedek Amaçlı Acil Durum Aydınlatması” olarak başlıca ikiye ayrıldığı ve yine Acil Kaçış Aydınlatmasının uygulandığı alanlara göre “Kaçış Yolu Aydınlatması”, “Açık Alan Aydınlatması” ve “Yüksek Riskli Alan Aydınlatması” olarak 3 bölüme ayrıldığı açıklanmıştı. Acil durum aydınlatması için bir besleme sistemi seçilirken bu sınıflandırmaların dikkate alınması gerekmektedir. Örneğin eğer yedek amaçlı aydınlatma acil durum

aydınlatması olarak kullanılıyor ise acil durum aydınlatmasının sahip olması gereken koşulları sağlaması gerekmekte veya yedek amaçlı aydınlatmanın uygulandığı alan boyunca bir acil durum aydınlatma ağının da kurulması gerekmektedir.

Standartlara göre acil durum aydınlatması için 2 farklı besleme sistemi uygulanabilmektedir. Bu sistemler aşağıdaki gibidir :

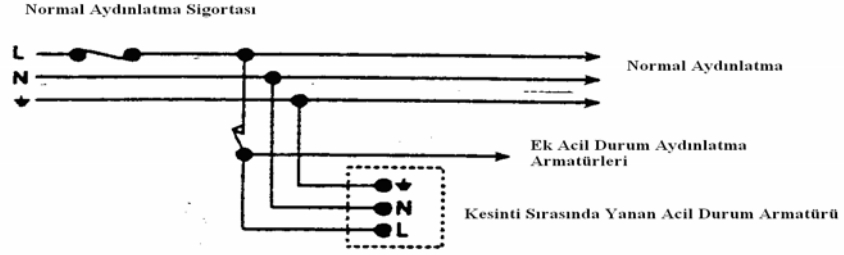
- Kombine Sistemler
- Merkezi Besleme Sistemleri

Merkezi besleme sistemleri de kendi aralarında “Küçük Merkezi Sistemler”, “Büyük Merkezi Akü Sistemleri” ve “Merkezi İnverter Sistemleri” olmak üzere 3 gruba ayrılmaktadır.

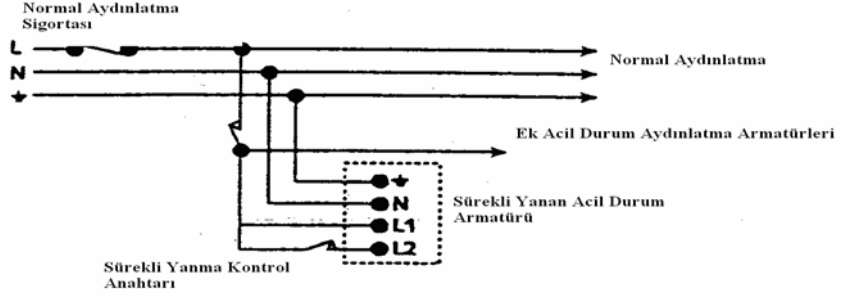
3.3.1. Kombine Sistemler

Kombine sistemler genel olarak noktasal veya bağımsız armatürleri kullanmaktadırlar. Bu sistemlerin kombine sistemler olarak adlandırılmalarının nedeni sistem için gerekli tüm elemanların tek parça olarak armatürde mevcut olmasıdır. Bu armatürler daha önce de bahsedildiği gibi pil, pil şarj elemanı, lamba ve ayrıca genellikle ışık yayan diyot şeklinde şebeke beslemesinin devreden çıkışını kontrol eden bir elemanı kendi içerisinde tek parça olarak barındırmaktadır. Bu sistemlerde güç kaynağı olarak genellikle piller veya floresan lamabaların kullanıldığı armatürlerde piller ile birlikte inverterlerden yararlanılmaktadır. Bu armatürlerin gücü akkor telli lambalar için 2.4 watt’tan başlamakta ve floresan lambalar için 80 watt’a kadar yükselmektedir. Bu sistemlerde piller bir şarj elemanı üzerinden doğrudan normal şebeke besleme hattına bağlanmakta olup herhangi ayrı bir kablo döşeme sistemine gereksinim duyulmamaktadır. Şebeke gerilimi devrede iken piller şarj edilmekte ve şebeke beslemesi devreden çıktığında lambalar piller tarafından beslenmektedir. Kombine sistemler montajı ve kullanımı çok basit sistemler olup bu sistemler küçük binalarda yaygın olarak uygulanmakta ve kullanılmaktadır. Şekil 3.6’da kombine sistemlerin normal aydınlatma besleme hattına bağlanma şekli gösterilmiştir.

Kesinti Sırasında Yanma



Sürekli Yanma



Şekil 3.6: Kombine Sistem Bağlantı Şeması [7]

Bu sistemlerde pil şarj devresi ve şebeke geriliminin devamlılığı genellikle ışık yayan diyot şeklinde olan bir eleman tarafından kontrol edilmektedir. Normal ve rutin olarak yapılan test ve bakım işlemlerinin dışında bu sistemler özel bakım ve ilgiye fazla gereksinim duymamaktadırlar. Kombine sistemlerin de diğer tüm sistemler gibi bazı avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Bu sistemlerin avantaj ve dezavantajları Tablo 3.1’de özet olarak açıklanmıştır.

Tablo 3.1: Kombine Sistemlerin Avantaj ve Dezavantajları

Sistem	Sistemin Avantajları	Sistemin Dezavantajları
Kombine Acil Durum Aydınlatma Sistemi	- Montajın hızlı ve montaj maliyetinin düşük olması - Alandaki değişikliklere karşı çabuk uyum sağlayabilme imkanı - Kablo türünün diğer bina alanları ile aynı yapıda olması - Kablo döşemesinin kolay olması - Herhangi bir armatürün devre dışı kalması durumunda diğer armatürlerin etkilenmemeleri - Pillerin armatürün içinde bulunmasından dolayı beslemenin devre dışı kalmasına karşı doğal koruma - Fazla bakımın gerekli olmaması	- Armatürlerin diğer armatür türlerine göre daha pahalı olması - Pil ömürlerinin sınırlı olması ve 4 yılda bir değiştirilmelerinin gerekli olması - Sistemin yüksek ortam sıcaklığına karşı hassas olması - Sürekli yanma modunda çalışan armatürlerin pilleri etkileyebilecek sıcaklık sınırlarına sahip olması

3.3.1.1. Kombine Sistemlerde Arıza Bulma, Test ve Bakım İşlemleri

Kombine sistemlerde yeni bir sistemin kurulması veya mevcut bir armatürün değiştirilmesinden sonra sistemin çalışmasında herhangi bir arıza var ise aşağıda açıklanan işlemlerin yapılması gerekmektedir :

Şebeke beslemesini ve şarj devresinin devamlılığını kontrol eden ılık yayan diyotun yanmaması durumunda ,

- Şebeke gerilimi kesilmiş ve tekrar bağlanması gerekmektedir.
- Sigorta atmış ve değiştirilmesi gerekmektedir.

Armatürün acil durum aydınlatması için öngörülen süreyi karşılayamaması durumunda,

- Armatürün sıcaklık sınırları dışında çalışıp çalışmadığı kontrol edilmeli
- Armatürün tamamen deşarj edilip tekrar 24 saat süre ile şarj edilmesi gerekli olabilmekte ve bu durumda armatür şarj edildikten sonra öngörülen süreyi karşılaması bakımından tekrar test edilmeli ve herhangi bir sorun ile karşılaşmadığı takdirde şarj/deşarj işlemleri ileri bir tarihte tekrarlanmalıdır.
- Pillerin değiştirilmeleri gerekli olabilmekte ve bu durumda piller değiştirilmelidir.

Lambanın tam kapasite ile çalışmaması durumunda,

- Bu durum şebeke geriliminin devre dışı kaldığı sırada görüldüğü takdirde lambanın ucunun siyahlaşıp siyahlaşmadığı kontrol edilmeli ve siyahlaştığı takdirde yeni bir lambanın yerleştirilmesi gerekmektedir.

Kombine sistemlerde sistem kurulduktan sonra armatürler 24 saat süre ile şarj edilmelidir. Ayrıca armatürün doğru çalışıp çalışmadığının kontrol edilmesi için kısa bir deşarj testinin de uygulanması gerekmektedir. Bu testler sırasında veya bu testlerden çok kısa bir süre sonra normal aydınlatmanın devre dışı kalabileceği ihtimaline karşı bu testlerin en risksiz zamanlarda yapılması gerekmektedir. BS 5266 standardına göre yerine getirilmesi gereken test süreci özet olarak aşağıdaki gibidir :

1. Günlük Testler : Işık yayan diyotların yanıp yanmadığının göz ile kontrolü. Sürekli yanan armatürlerin lambalarının yanıp yanmadığının kontrolü.
2. Aylık Test : Sistemin kısa bir süre için test edilmesi. Bu test süresinin sistem için öngörülen toplam çalışma süresinin %25'ini aşmaması gerekmektedir.
3. Altı Ayda Bir Yapılan Test : Öngörülen çalışma süresi 3 saat olan bir sistemin 1 saat süre ile test edilmesi. Bu testin süresi diğer sistemler için çalışma süresinin üçte biridir.
4. Üç Yılda Bir Yapılan Test : Bu testin süresi öngörülen çalışma süresine eşittir. Bu testten sonra da takip eden her yılda bir test işleminin uygulanması gerekmektedir.
5. Takip Eden Yıllarda Yapılan Test : Bu test 3 yılda bir yapılan test işleminin tekrarıdır.

Yapılan her testten sonra pillerin şarj edilmesi ve sistemin doğru bir şekilde şarj edildiğinden emin olmak için ışık yayan diyotların kontrol edilmesi gerekmektedir. Yapılan testlerden sonra sistemin çalışması ve son durumu ile ilgili açıklamaların sistemin servis kitapçığında zikredilmesi gerekmektedir [7].

3.3.2. Merkezi Besleme Sistemleri

Merkezi besleme sistemlerinde kombine sistemlerden farklı olarak sistemin akü, akü ve inverter veya jeneratör olabilen güç kaynakları armatürlerin dışında ayrı bir yerde bulunmaktadır. Bu sistemlerde güç kaynağının çıkışı birçok acil durum aydınlatma armatürünü beslemektedir. Bu armatürler binadaki tüm acil durum aydınlatma armatürleri olabildiği gibi yalnızca bir aydınlatma devresindeki armatürler de olabilmektedir. Yukarıda belirtildiği gibi merkezi besleme sistemlerinde güç kaynağı olarak jeneratör de kullanılabilen ancak jeneratörlerden yararlanıldığı takdirde bu jeneratörlerin sistemin devreye girmesi için öngörülen süreleri karşılamaları gerekmektedir.

Bu sistemlerde şebeke geriliminin devreden çıkmasından sonra sistemi besleyecek olan güç kaynakları armatürlerden uzak bir yerde olduğundan dolayı kablo döşeme işlemi sırasında kabloların olası yangın veya başka mekanik hasarlara karşı dayanıklı olmasına dikkat edilmelidir. Ayrıca kablo boyunca olası gerilim

düşümleri de dikkate alınmalıdır. BS 5266 standardına göre izin verilen maksimum gerilim düşümünün nominal gerilimin %10'unu aşmaması gerekmektedir [7].

Daha önce de işaret edildiği gibi Avrupa standartlarına göre merkezi besleme sistemleri kendi aralarında küçük merkezi sistemler, büyük merkezi akü sistemleri ve merkezi inverter sistemleri olmak üzere 3 gruba ayrılmaktadır.

3.3.2.1. Küçük Merkezi Besleme Sistemleri

Bu tip sistemler daha çok küçük bina ve apartmanlarda kullanılmakta ve çıkış güçleri 3 saatlik çalışma için en fazla 408 W ve 1 saatlik çalışma için 720 W'dir [7]. Bir binada birkaç küçük merkezi besleme sistemi bulunabilmektedir. Bu sistemlerin avantaj ve dezavantajları Tablo3.2'de açıklanmıştır.

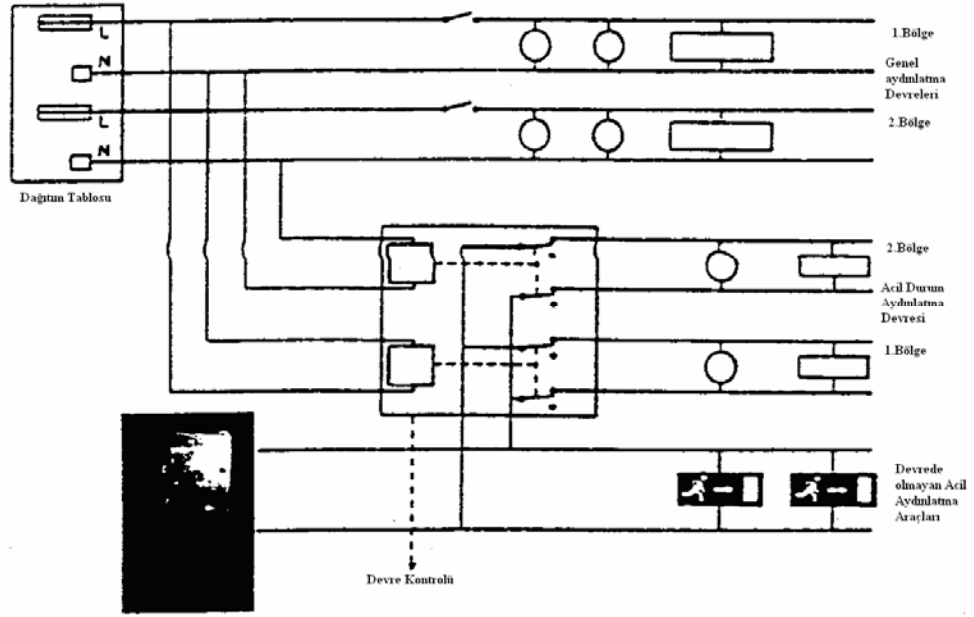
Tablo 3.2: Küçük Merkezi Besleme Sistemlerinin Avantaj ve Dezavantajları

Sistem	Sistemin Avantajları	Sistemin Dezavantajları
Küçük Merkezi Sistem	• Uygulama maliyetinin düşük olması • Ekipman maliyetinin düşük olması • Gerekli bakım işlemlerinin fazla olmaması • Küçük alanlarda güç kaynaklarının devre dışı kalmasına karşı korumanın kolay olması	• Kullanılan akülerin ömür sürelerinin sınırlı olması ve genellikle 4-5 yılda bir değiştirilmelerinin gerekli olması • Akülerin kapasitesinin zaman geçtikçe azalması ve 4 yıldan sonra verimlerinin yalnızca %80 olması • Akü ömür süresinin 45⁰ üstündeki sıcaklıklarda azalması • Özel kabloların gerekli olması • Büyük merkezi besleme sistemlerinden farklı olarak test edilmesi gereken birçok sistemin bulunması

Bu sistemlerde kullanılan armatürler daha önce de bahsedilen bağımlı armatürler olup armatür dışındaki bir güç kaynağından beslenmektedirler.

3.3.2.2. Büyük Merkezi Akü Sistemleri

Bu sistemler genel olarak bir büyük merkezi sistem ağından oluşmakta ve küçük sistemlerin aksine her binada yalnızca bir sistem bulunmaktadır. Bu sistemlerin güç kaynakları birbirlerine bağlı akülerden oluşan bir ağ şeklinde olup bu akü ağının saklanması için özel akü odaları tahsis edilmektedir. Bu sistemler özellikle armatür sayısının fazla olduğu uygulamalarda tercih edilmektedirler. Bu sistemler için örnek bir bağlantı şeması Şekil 3.7'de gösterilmiştir.



Şekil 3.7: Büyük Merkezi Akü Sistemi [7]

Büyük merkezi akü sistemlerinin avantaj ve dezavantajları Tablo 3.3’de özet olarak açıklanmıştır.

Tablo 3.3: Büyük Merkezi Akü Sistemlerinin Avantaj ve Dezavantajları

Sistem	Sistemin Avantajları	Sistemin Dezavantajları
Büyük Merkezi Akü Sistemi	• Yalnızca tek bir merkezi akü birimi kullanıldığından akü şarjının iyi bir şekilde kontrol edilebilmesi • Sistemin ve kullanılan armatürlerin düşük maliyetli olması • Akülerin daha uzun ömürlü olması • Armatürlerin yüksek veya düşük ortam sıcaklıklarında çalışabilmesi • Test ve bakım işlemlerinin kolay olması • Akülerin kolaylıkla ve hızlı bir şekilde değiştirilebilmesi • Tüm armatürlerin merkezi sistem ile kontrol edilmesi • 1,2 veya 3 saatlik çalışma sürelerinin seçilebilmesi	• Montaj ve uygulama maliyetinin kombine sistemlerden daha yüksek olması • Kabloların monte edildikleri yerlerde olabilecek fiziksel ve mekanik hasarlar ve yangına karşı korunmasının gerekli olması • Kombine sistemlerin aksine bir akünün devre dışı kalması sonucunda tüm sistemin devreden çıkması • Sistem tasarımının kombine sistemlere göre daha karmaşık olması • Yalnızca belirli akülerin kullanılması ve akü odasının havalandırmaya sahip olmasının gerekli olması

Büyük merkezi akü sistemlerinin nominal gerilimi genellikle 24, 50, 110 ve 240 V olup bu sistemlerde daha düşük gerilimler sistem açısından daha ekonomik olmaktadır [7]. Büyük sistemlerde gerekli akımın sağlanması ve sistem boyunca meydana gelecek olan gerilim düşümlerinin izin verilen sınırlar dahilinde tutulabilmesi açısından daha yüksek gerilimlerin kullanılması tercih edilmektedir.

3.3.2.3. Merkezi İnverter Sistemleri

Bu sistemler ana çalışma prensibi açısından daha önce açıklanmış olan diğer merkezi sistemlere benzerlik göstermektedir. Bu sistemlerde de merkezi bir akü biriminin çıkış gücü sistemde öngörülen armatürleri beslemek üzere kullanılmaktadır. Ancak bu sistemlerin diğer sistemlerden farkı merkezi akü biriminin çıkış gücünün bir inverter tarafından alternatif akıma çevrilerek armatürleri beslemesidir. Bu sistemlerde kullanılan inverterin görevi normal şebeke geriliminin devreden çıkması durumunda akü biriminin gerilimini normal besleme gerilimi olan alternatif akıma çevirmek olup normal beslemenin devre dışı kalması sırasında alternatif akıma çevrilmiş olan bu gerilim acil durum armatürlerini beslemektedir. Merkezi inverter sistemlerinde yüksek verim ve yüksek ışık çıktısına sahip lambaların kullanılması gerekmektedir.

Merkezi inverter sistemlerinin de diğer tüm sistemler gibi bazı avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Bu avantaj ve dezavantajlar Tablo 3.4'de özetlenmiştir.

Tablo 3.4: Merkezi İnverter Sistemlerinin Avantaj ve Dezavantajları

Sistem	Avantajlar	Dezavantajlar
Merkezi İnverter Sistemi	• Alternatif akım ile çalışıldığından dolayı armatür ve lamba bakımından daha az sınırlamanın bulunması • Düşük veya yüksek çalışma ortam sıcaklığının herhangi bir sorun oluşturmaması • Diğer sistemlerle karşılaştırıldığında armatürler arasındaki daha uzun mesafelerde daha yüksek ışık çıktısının elde edilmesi	• Diğer merkezi sistemlerde olduğu gibi kabloların fiziksel hasarlara karşı korunmasının gerekli olması • Doğru akım çıkışlı sistemlere göre daha yüksek akü gücünün gerekli olması • Kontrol mekanizmasındaki kayıpların bazı durumlarda %50'yi bulması

Daha önce de belirtildiği gibi merkezi sistemler için gerekli güç merkezi akü birimi tarafından temin edilmektedir. Bu akü biriminin sürekli olarak çalışmaya hazır halde tutulması ve gerektiğinde devreye girerek acil durum aydınlatma armatürlerini besleyebilmesi için gerekli olan akü servis ve bakım işlemleri aşağıdaki gibidir :

- a) Akü ve ilgili şarj aleti / kontrol elemanının temiz ve fiziksel açıdan tatmin edici şartlara sahip olup olmadığı ve zararlı veya verimi etkileyebilecek herhangi bir çevresel veya diğer koşulun bulunup bulunmadığı kontrol edilmelidir.
- b) Akü elektrolit düzeylerinin kontrol edilmesi ve gerektiği takdirde doldurulması gerekmektedir. Gerektiği takdirde terminaller ve iç hücre bağlayıcılarının temizlenip yeniden yağlanması ve hücre başlarının temizlenmesi gerekmektedir.
- c) Hücre gerilimlerinin kontrol edilip not edilmesi gerekmektedir.
- d) Bir saatlik birdeşarj/verim testinin uygulanması ve testin başlangıç ve bitiminde tarih, saat, hücre gerilimlerinin not edilmesi gerekmektedir.
- e) Besleme geriliminin doğru olup olmadığı kontrol edilmelidir.
- f) İndikatör lambaları, ölçü cihazları ve kontrol elemanlarının doğru çalışıp çalışmadığı kontrol edilmelidir.
- g) Test araçları için sürekli çıkış geriliminin yük için doğru olup olmadığı kontrol edilmelidir.
- h) Şarj aletinin tüm çalışma tiplerinde doğru çalışıp çalışmadığı kontrol edilmeli ve gerektiği takdirde düzeltilmesi gerekmektedir.
- i) Araçların çalışması devreden çıkma durumu benzeştirilerek kontrol edilmelidir.
- j) Yükün araç sınırlarını aşıp aşmayacağı kontrol edilmelidir.
- k) Herhangi bir akü veya akü şarj aletinin mevcut olan cihazlara uygun olup olmadığı ve bir bütün olarak tüm sistemin çalışma verimini etkileyip etkilemeyeceği kontrol edilmelidir.

3.3.2.4. Merkezi Besleme Sistemlerinde Güç Kaynağı Olarak Kullanılan Jeneratörlere Genel Bakış

Merkezi besleme sistemlerinde gerekli elektriksel gücün elde edilmesi amacıyla güç kaynağı olarak kullanılan jeneratörler genel olarak acil durum jeneratörleri olarak adlandırılmaktadırlar. Acil durum jeneratörleri acil durumlarda kaçış yolu aydınlatmasının yanısıra binada bulunan cihaz ve sistemlerin çalışmaya devam edebilmeleri için gerekli enerjiyi üretebilmektedirler. Bu jeneratörler kullanılacakları mekan ve enerji ihtiyaçlarına göre farklı tip ve güçlerde imal edilmektedirler.

Acil durum jeneratörleri bir acil durum sırasında ya manüel olarak binada bulunan insanlar tarafından devreye alınabilir veya “Otomatik Transfer Anahtarı” olarak adlandırılan bir anahtar üzerinden binanın elektrik besleme şebekesine bağlanarak bu anahtar sayesinde şebeke geriliminde herhangi bir sorunun yaşanması durumunda veya bir elektrik kesintisi sırasında otomatik olarak devreye girerek bina için gerekli enerjiyi sağlayabilmektedir. Otomatik transfer anahtarının görevi şebeke gerilimini sürekli olarak takip edip elektrik kesintisi veya şebeke geriliminde bir sorunun ortaya çıkması durumunda acil durum jeneratörlerini devreye sokmaktadır. Şebekedeki sorunun ortadan kalkması veya elektriğin gelmesi halinde otomatik transfer anahtarı jeneratörleri devreden çıkararak binanın gücünü tekrar normal şehir şebekesinden temin etmeye başlayacaktır. Otomatik transfer anahtarları çalışma prensipleri açısından ikiye ayrılmaktadırlar.

- a) Açık geçişli otomatik transfer anahtarları
- b) Kapalı geçişli otomatik transfer anahtarları [8]

Açık geçişli otomatik transfer anahtarları bir güç kaynağını devreye sokmadan önce diğer kaynak ile olan bağlantıyı kesmekte ve bu da geçici bir gecikmeye neden olmaktadır. Bu gecikmenin süresi 1/6 saniyeden daha az olduğu takdirde insanlar tarafından hissedilmemekte ancak kullanılan anahtarın türüne ve çalışma özelliklerine bağlı olarak kaynaklar arasındaki geçiş birkaç saniye sürebilmekte ve bu da acil durum jeneratörü devreye girinceye kadar mekanın birkaç saniye için de olsa karanlıkta kalacağı anlamına gelmektedir.

Kapalı geçişli otomatik anahtar tipi ise bu gecikme süresinin zararların meydana gelmesine neden olduğu mekanlar ve işlemler için kullanılmaktadır. Bu tip

işlem ve faaliyetlerin yapıldığı alanlarda kullanılan anahtarlar acil durumlarda güç kaynağı olarak kullanılacak olan jeneratörleri yedek olarak normal besleme şebekesine paralel çalıştırmakta ve bir elektrik kesintisi veya acil durum sırasında binanın güç beslemesini hiçbir kensintiye uğratmadan jeneratörleri devreye almaktadırlar. Bu durumda binadaki insanlar herhangi bir kesinti hissetmemektedirler.

4. ACİL DURUM AYDINLATMA HESAPLARI VE SİSTEM TASARIMI

Farklı acil durum aydınlatma çeşitleri (yüksek riskli alan aydınlatması, açık alan aydınlatması ve acil kaçış aydınlatması) için daha önce bahsedilen minimum aydınlık düzeylerinin sağlanabilmesi amacıyla kullanılan ışık kaynaklarına ait fotometrik bilgilere dayalı hesaplamaların yapılması gerekmektedir. Bu bölümde bir acil durum aydınlatma sisteminin tasarlanması için gerekli bilgilerin elde edilmesi, acil durum aydınlatma hesap yöntemleri ve plan hazırlama süreçleri ele alınmıştır.

4.1. Tasarım İçin Gerekli Bilgilerin Elde Edilmesi

Acil durum aydınlatma armatürlerinin aydınlatılacak olan alan veya kaçış yolundaki yerlerinin belirlenebilmesi için bu armatürlerin farklı uzaklıklarda yaratacakları aydınlık düzeylerinin bilinmesi gerekmektedir. Aydınlık düzeyleri elde edildikten sonra amaçlanan minimum aydınlık düzeylerinin sağlanabilmesi için armatürler arasındaki maksimum mesafeler ve armatürler ile kaçış yolu veya alanın son duvarı arasındaki maksimum mesafeler hesaplanabilecektir.

4.1.1. Noktasal Kaynaklar için Aydınlık Düzeyi Hesabı

Bir armatürün aydınlatılacak bölgeden olan uzaklığı armatürün genişliğinin 15 katından daha büyük olması durumunda bu armatür noktasal kaynak olarak kabul edilmektedir.

Noktasal kaynaklar için aydınlık düzeyleri 4.1 numaralı bağıntı yardımıyla hesaplanabilmektedir:

$$E = \frac{I_{\theta} \cos \theta}{d^2} \quad (4.1)$$

Tavan üzerinde monte edilen armatürler için 4.2 numaralı bağıntı geçerlidir :

$$E = \frac{I_{\theta} \cos^3 \theta}{h^2} \quad (4.2)$$

Burada ;

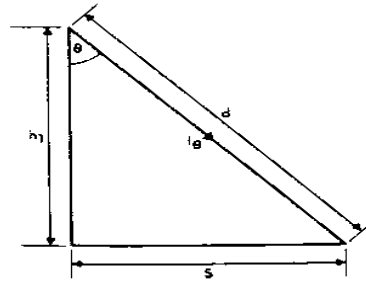
E = Aydınlik düzeyi (lx)

I_{θ} = Işık şiddeti (cd)

θ = Aydınlik düzeyinin ölçüldüğü nokta ile armatürün fotometrik merkezi arasındaki açı

d = Aydınlik düzeyinin ölçüldüğü nokta ile armatürün fotometrik merkezi arasındaki mesafe (m)

h = Armatürün metre cinsinden montaj yüksekliğidir. (Şekil 4.1)



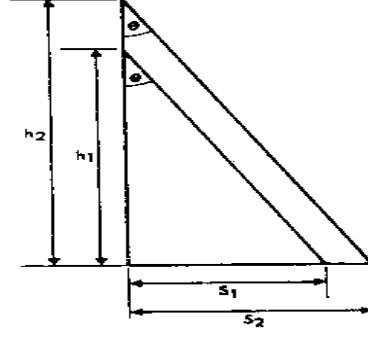
Şekil 4.1: Kullanılan semboller [3]

Belirli bir montaj yüksekliği için hesaplanan aydınlık düzeyi ve uzaklık değerleri 4.3 ve 4.4 numaralı bağıntılar kullanılarak farklı montaj yükseklikleri için dönüştürülebilmektedir. (Şekil 4.2'ye bakınız)

$$E_2 = E_1 \left(\frac{h_1}{h_2} \right)^2 \quad (4.3)$$

$$S_2 = S_1 \left(\frac{h_2}{h_1} \right) \quad (4.4)$$

Burada E_1 ve S_1 armatürün h_1 montaj yüksekliği için aydınlık düzeyi ve uzaklık değerleridir.



Şekil 4.2: Montaj yüksekliğinin değişimi [3]

4.1.2. Balast Işık Akısı Faktörü

Balast ışık akısı faktörü, devrenin lamba ışık akısı üzerindeki etkilerinin düzeltilmesi için kullanılan bir faktördür. Bir test lambası için balast ışık akısı faktörü (BAF), test balastı kullanılarak elde edilen ışık akısının referans balast kullanılarak elde edilen ışık akısına oranı şeklinde tanımlanabilmektedir.

4.1.3. Beş Saniye Faktörü (F_5) ve Süre Sonu Faktörü (F_{son})

V_5 ve V_{son} sırayla acil durum aydınlatma sisteminin devreye girmesinden 5 saniye sonraki ve acil durum aydınlatma sisteminin devrede kalma süresinin sonundaki pil gerilimleri olarak dikkate alındığı takdirde F_5 ve F_{son} faktörleri aşağıdaki gibi bulunabilecektir :

$$F_5 : \text{Işık Akısı, } V_5 \text{'de Çalıştırılan Balast} / \text{Işık Akısı, } V_{nom} \text{'da Çalıştırılan Balast} \quad (4.5)$$

$$F_{son} : \text{Işık Akısı, } V_{son} \text{'da Çalıştırılan Balast} / \text{Işık Akısı, } V_{nom} \text{'da Çalıştırılan Balast} \quad (4.6)$$

4.1.4. Servis Düzeltme Faktörü

Her sistem için sistem tasarımını ve armatür performanslarını etkileyen sisteme özel bazı faktörler bulunmaktadır. Servis düzeltme faktörü (SF) aşağıdaki faktörlerin çarpımı olarak tanımlanabilmektedir:

i) Ortam Sıcaklığı

Daha önce de bahsedildiği gibi floresan lambaların ışık akıları ortam sıcaklığındaki değişikliklerden etkilenmekte ve genel olarak ifade edilen lamba ışık akıları 25°C için verilmektedir. Ayrıca floresan lambaların devreye girme süreleri ve pil verimleri de ortam sıcaklığındaki

değişikliklerden etkilenmektedir. Genellikle farklı ortam sıcaklıkları için lamba ışık akısı düzeltme faktörleri üreticiler tarafından sunulmaktadır.

ii) Gerilim (Yalnızca merkezi besleme sistemleri için)

Kablolarda izin verilen gerilim düşümünün hesaba katılması için farklı gerilimler için servis düzeltme faktörlerinin verilmiş olması gerekmektedir.

iii) Armatür Bakım Faktörü

Acil durum aydınlatma sistemlerinin tasarımı sırasında iç yansımaların dikkate alınmadığı yerlerde yalnızca armatürlerin üzerinde veya içinde birikmiş olan kirden dolayı ışık akısında meydana gelebilecek olası düşüşlerin dikkate alınması gerekmektedir. Bu nedenle birikmiş kir ve tozların ışık akısındaki etkilerinin dikkate alınabilmesi için armatür bakım faktörlerinin mevcut olması gerekmektedir.

4.2. Acil Durum Aydınlatma Hesaplama Yöntemleri

Bu bölümde farklı kaynak ve montaj konumları için acil durum aydınlatma hesaplama örnekleri verilmiştir. Bu hesaplamalar, kaçış yolunun merkez çizgisi üzerinde minimum 1 lx ve merkez bant üzerinde minimum 0.5 lx aydınlık düzeyi değerleri esas alınarak yapılan hesaplamalardır. Hesaplamalarda bahsi geçen minimum değerlerin elde edilebilmesi için kaçış yolları üzerinde iki armatür arasındaki maksimum uzaklıklar ve bir armatür ile son duvar arasındaki uzaklıkların bulunması amaçlanmıştır.

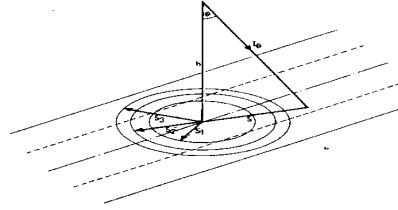
4.2.1. Merkez Çizgisi Üzerinde Tavan Montajlı Simetrik Noktasal Kaynak

Belirlenen minimum aydınlık düzeylerinin elde edilebilmesi için kaçış yolunun merkez çizgisi üzerinde tavana monte edilmiş olan noktasal ışık kaynaklarının aralarındaki maksimum uzaklıklar ve ışık kaynağı ile son duvar arasındaki uzaklık aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır :

- a) 4.7 ve 4.8 numaralı bağıntılar yardımıyla $E < 0.25$ lx olana kadar farklı θ açıları için aydınlık düzeyleri hesaplanır ve aydınlık düzeyinin sırasıyla 1 lx , 0.5 lx ve 0.25 lx olduğu S_1 , S_2 ve S_3 uzaklıkları not edilir. (Şekil 4.3)

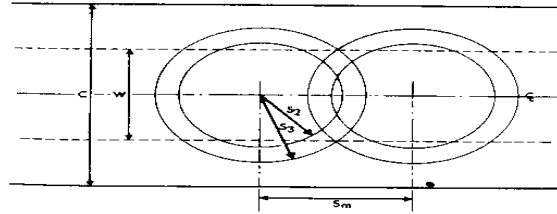
$$E = \frac{I_{\theta} \cos^3 \theta}{h^2} \quad (4.7)$$

$$S = h \tan \theta \quad (4.8)$$



Şekil 4.3: S_1 , S_2 ve S_3 Uzaklıkları [3]

- b) Hem merkez çizgi üzerinde 1 lx hem de merkez bant üzerinde 0.5 lx aydınlık düzeylerini sağlayacak armatürler arasındaki maksimum uzaklık , S_M , bulunur. Merkez çizgi için maksimum uzaklık $2S_2$ ve merkez bant için maksimum uzaklık $2\sqrt{S_3^2 - \frac{W^2}{4}}$ 'dir. (Şekil 4.4)



Şekil 4.4: Simetrik Noktasal Kaynaklar İçin Armatürler Arasındaki Maks. Uzaklık [3]

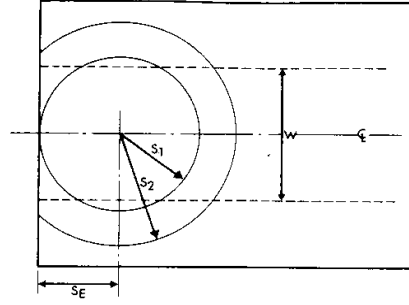
Burada $S_3 \geq \sqrt{S_2^2 + \frac{W^2}{4}}$ ise iki armatür arasındaki maksimum uzaklık $2S_2$ ve

eğer $S_3 < \sqrt{S_2^2 + \frac{W^2}{4}}$ ise armatürler arasındaki maksimum uzaklık

$$S_M = 2\sqrt{S_3^2 - \frac{W^2}{4}} \text{ olacaktır.}$$

- c) Bir sonraki aşamada, merkez çizgisi üzerinde 1 lx ve merkez bant üzerinde 0.5 lx aydınlık düzeylerinin sağlanacağı şekilde, bir armatürün kaçış yolunun sonundaki duvardan olan maksimum uzaklığı, S_E , hesaplanacaktır. Merkez çizgisi için maksimum uzaklık S_1 ve merkez bant için ise maksimum uzaklık

$$\sqrt{S_2^2 - \frac{W^2}{4}}$$
 'dir. (Şekil 4.5)



Şekil 4.5: Simetrik Noktasal Kaynaklar İçin Armatür İle Duvar Arası Uzaklık [3]

Burada $S_2 \geq \sqrt{S_1^2 + \frac{W^2}{4}}$ ise maksimum uzaklık $S_E = S_1$ ve eğer

maksimum uzaklık $S_E = \sqrt{S_2^2 - \frac{W^2}{4}}$ olacaktır [3].

4.2.2. Duvara Monte Edilen Simetrik Noktasal Kaynak

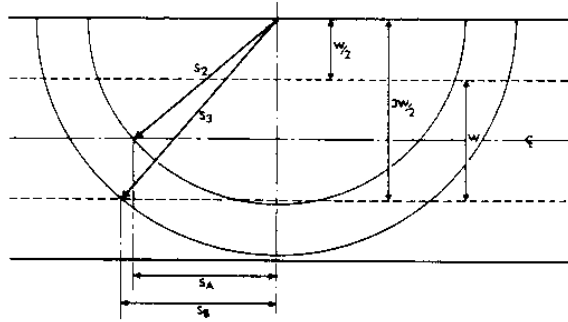
Merkez çizgi ve merkez bant üzerinde gerekli minimum aydınlık düzeylerinin sağlanması için duvara monte edilen ve bu montaj konumu için fotometrik bilgileri mevcut olan simetrik noktasal kaynaklar için armatürler arasındaki ve armatür ile son duvar arasındaki maksimum uzaklıklar aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır :

- 4.2.1.a'da açıklandığı şekilde S_1, S_2 ve S_3 mesafeleri bulunur.
- Merkez çizgi üzerinde 1 lx ve merkez bant üzerinde 0.5 lx aydınlık düzeyleri sağlanacak şekilde armatürler arasındaki maksimum uzaklık, S_M , bulunur. (Şekil 4.6)

Merkez çizgi için maksimum uzaklık $2S_A$ ve merkez bant için maksimum uzaklık $2S_B$ 'dir. Burada;

$$S_A = \sqrt{S_2^2 - W^2} \quad (4.9)$$

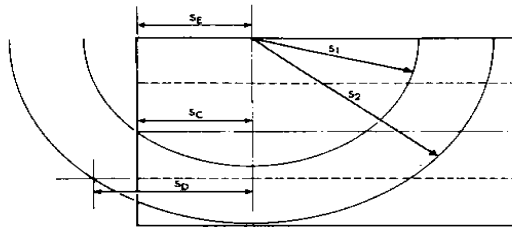
$$S_B = \sqrt{S_3^2 - \frac{9}{4}W^2} \quad (4.10)$$



Şekil 4.6: Duvar Montajlı Simetrik Noktasal Kaynak [3]

Burada $S_B \geq S_A$ ise armatürler arasındaki maksimum uzaklık $S_M = 2S_A$ olup $S_B < S_A$ olması durumunda armatürler arasındaki maksimum uzaklık $S_M = 2S_B$ olacaktır.

- c) Son olarak armatür ile son duvar arasındaki maksimum uzaklık, S_E , hesaplanacaktır. (Şekil 4.7)



Şekil 4.7: Duvar Montajlı Simetrik Noktasal Kaynak, koridor Sonu [3]

Merkez çizgi için maksimum uzaklık S_C olup merkez bant için maksimum uzaklık S_D 'dir.

Burada;

$$S_C = \sqrt{S_1^2 - W^2} \quad (4.11)$$

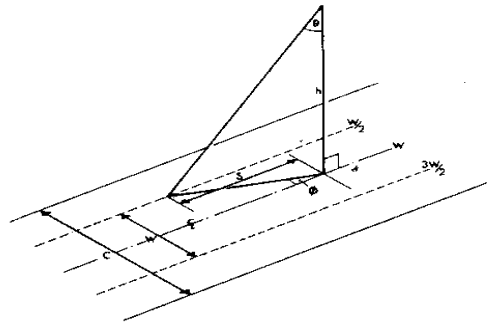
$$S_D = \sqrt{S_2^2 - \frac{9}{4}W^2} \quad (4.12)$$

Burada , $S_D \geq S_C$ ise maksimum uzaklık $S_E = S_C$ olup $S_D < S_C$ ise maksimum uzaklık $S_E = S_D$ olacaktır.

Eğer $S_2 < 1.5W$ ise bu durumda kullanılan armatür bu kaçış yolu genişliğinin aydınlatılması için uygun değildir [3].

4.2.3. Merkez Çizgi Üzerinde Tavana Monte Edilen Noktasal Kaynak

Merkez çizgisi üzerinde tavana monte edilen ve simetrik olmayan noktasal kaynaklar için gerekli minimum aydınlık düzeyi bilgilerinin elde edilmesi için iki armatür arasındaki maksimum uzaklık ve bir armatür ile son duvar arasındaki maksimum uzaklık aşağıdaki gibi hesaplanabilmektedir (Şekil 4.8) :



Şekil 4.8: Merkez Çizgi Üzerinde Tavana Monte Edilen Noktasal Kaynak [3]

a) $\frac{W}{2}, W, \frac{3W}{2}$ çizgileri boyunca S mesafesi için armatürün sağladığı aydınlık

düzeyleri W çizgisi için $E = \frac{I_\theta}{h^2} \cos^3 \theta$ bağıntısı ve $\frac{W}{2}, \frac{3W}{2}$ çizgileri için ise

$E = \frac{I_\theta \phi}{h^2} \cos^3 \theta$ bağıntısı kullanılarak hesaplanır.

Burada;

ϕ : Azimut açısı

W için $S = h \tan \theta$ ve $\frac{W}{2}, \frac{3W}{2}$ için $S = \sqrt{h^2 \tan^2 \theta - \frac{W^2}{4}}$ ve $\phi = \tan^{-1} \frac{W}{2S}$ 'dir.

- b) $\frac{W}{2}, \frac{3W}{2}$ çizgileri için aydınlık düzeyinin 0.5 lx ve 0.25 lx olduğu noktalar bulunur.
- c) W çizgisi üzerinde aydınlık düzeyinin 1 lx ve 0.5 lx olduğu noktalar bulunur.
- d) Armatürler arasındaki maksimum uzaklık, S_M , “b”de 0.25 lx veya “c”de 0.5 lx için bulunan uzaklıklardan küçük olanın iki katı olacaktır.
- e) Bir armatür ile son duvar arasındaki maksimum uzaklık, S_E ise “b”de 0.5 lx ve “c”de 1 lx için bulunan uzaklıklar arasından küçük olana eşit olacaktır [3].

4.2.4. Duvar Üzerinde Monte Edilen ve Bu Montaj Konumu için Fotometrik Bilgileri Bulunan Noktasal Kaynaklar

Bu tip kaynaklar için, gerekli minimum aydınlık düzeylerinin elde edilmesi amacıyla armatürler arasındaki maksimum uzaklık ve bir armatür ile son duvar arasındaki maksimum uzaklıklar aşağıdaki şekilde bulunabilir :

- a) $\frac{W}{2}, W, \frac{3W}{2}$ çizgileri boyunca S mesafesi için armatürün sağladığı aydınlık düzeyleri W çizgisi için $E = \frac{I_\theta}{h^2} \cos^3 \theta$ bağıntısı ve $\frac{W}{2}, \frac{3W}{2}$ çizgileri için ise $E = \frac{I_\theta \phi}{h^2} \cos^3 \theta$ bağıntısı kullanılarak hesaplanır.

Burada;

ϕ : Azimut açısı

$$W \text{ çizgisi için } S = \sqrt{h^2 \tan^2 \theta - W^2}, \phi = \tan^{-1} \frac{W}{S}$$

$$\frac{W}{2} \text{ çizgisi için : } S = \sqrt{h^2 \tan^2 \theta - \frac{W^2}{4}}, \phi = \tan^{-1} \frac{W}{2S}$$

$$\frac{3W}{2} \text{ çizgisi için } S = \sqrt{h^2 \tan^2 \theta - \frac{9W^2}{4}}, \phi = \tan^{-1} \frac{3W}{2S} \text{ ,dir.}$$

- b) $\frac{W}{2}, \frac{3W}{2}$ çizgileri için aydınlık düzeyinin 0.5 lx ve 0.25 lx olduğu noktalar bulunur.
- c) W çizgisi üzerinde aydınlık düzeyinin 1 lx ve 0.5 lx olduğu noktalar bulunur.
- d) Armatürler arasındaki maksimum uzaklık, S_M , “b”de 0.25 lx veya “c”de 0.5 lx için bulunan uzaklıklardan küçük olanın iki katı olacaktır.
- e) Bir armatür ile son duvar arasındaki maksimum uzaklık, S_E ise “b”de 0.5 lx ve “c”de 1 lx için bulunan uzaklıklar arasından küçük olana eşit olacaktır [3].

4.2.5. Büyük Alanlar için Ortalama Aydınlık Düzeyi ve Armatür Sayılarının Bulunması

Eğer büyük bir alanın bir dizi acil durum aydınlatması armatürü ile belirli bir ortalama aydınlık düzeyine kadar aydınlatılması planlanıyor ise bu durumda gerekli armatür sayısı ve ortalama aydınlık düzeyinin hesaplanması için ışık akısı yöntemi kullanılabilir. Bu yöntem göre alanın belirli bir ortalama aydınlık düzeyine kadar aydınlatılması için gerekli armatür sayısı Bağntı 4.13 yardımıyla bulunabilir :

$$N = \frac{E.A}{UF_0.ELDL.SF.K} \quad (4.13)$$

Ayrıca, kullanılan armatür sayıları dikkate alınarak alanda sağlanan ortalama aydınlık düzeyi 4.14 numaralı bağıntı yardımıyla elde edilebilir.

$$E = \frac{k.N.UF_0.SF.ELDL}{A} \quad (4.14)$$

Burada;

N : Armatür sayısı

E : Aydınlık düzeyi (lx)

A : Alan (m^2)

UF_0 : Sıfır oda yansıtması için faydalanma faktörü

ELDL : Acil durum aydınlatması tasarım lamba ışık akısı (lm)

SF : Gerilim düşümü, armatür bakımı ve sıcaklık için düzeltme faktörü

K : F_5 veya F_{son} 'dan küçük olanı

Burada;

ELDL : Lamba ışık akısı $\times$ BAF

Sıfır oda yansıtması için faydalanma faktörü (UF_0) belirli oda endeksleri (RI) için verilen faydalanma faktörü tablolarından elde edilebilmektedir.

$$RI = \frac{l.w}{h(l + w)} \quad (4.15)$$

Burada;

l : Odanın Uzunluğu (m)

w : Odanın Genişliği (m)

h : Referans düzlem üzerindeki armatürün yüksekliği (m) [3]

4.3. Plan Hazırlama Süreci

Herhangi bir acil durum aydınlatma sisteminin başarılı bir şekilde kurulup çalıştırılması öncelikli olarak sistem gereksinimlerinin iyi bir şekilde belirlenmiş olması, iyi bir planlamanın yapılması ve kullanılan araç ve sistemlerin kalitesi ve güvenilirliğine bağlıdır. Tablo E1.1'de farklı alanlar için tavsiye edilen acil durum aydınlatma sistemleri ve detayları verilmiştir. Burada Tablo E1.1'de açıklanan konular dikkate alınarak bir acil durum aydınlatma sisteminin planlama aşaması incelenecek ve yapılması gereken tüm işlemler adım adım belirtilecektir.

Plan hazırlama aşamasında acil durum aydınlatma sisteminin kurulma amacının sürekli olarak göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bu amaçlar, kaçış yolunun uygun bir şekilde aydınlatılması, tehlikelerin veya tehlikeli faaliyetlerin uygun bir şekilde aydınlatılarak belirlenmesi, yangınla mücadele araçlarının uygun bir şekilde aydınlatılarak belirtilmesinden ibarettir.

4.3.1. Plan Hazırlama Gereksinimleri

Bir acil durum aydınlatma sistem planının hazırlanabilmesi için aşağıdaki konulara dikkat edilmesi ve bu maddelerin yerine getirilmesi gerekmektedir :

- a) Mekan türünün belirtilmesi
- b) Bina planlarının incelenmesi
- c) Açıkça belirtilmiş olan kaçış yolları, açık alanlar ve oturma alanlarının işaretlenmesi
- d) Çıkışlar ve son çıkışların işaretlenmesi
- e) Yangınla mücadele araçları ve yangın çağrı merkezlerinin yerlerinin işaretlenmesi
- f) Tehlikeli faaliyetlerin yapıldığı alanlar, düzey değişiklik yerleri, dönüş noktaları ve merdiven yerlerinin işaretlenmesi
- g) Tuvaletler, kontrol odaları, asansörler ve malzeme odalarının yerlerinin işaretlenmesi
- h) Faaliyet alanlarının not edilmesi ve kullanım şekli ve amacına göre sınıflandırılması
- i) Devrede kalma süresi, çalışma tipi, besleme sistemleri ve ışık kaynaklarının seçilmesi

4.3.2. Planın Düzenlenmesi

Bir acil durum aydınlatma sistemi için plan düzenlenirken aşağıdaki işlemlerin sıra ile yapılması gerekmektedir :

- a) Daha önce belirlenmiş sistem ihtiyaçlarına uygun armatürler ve kaçış işaretlerinin seçilmesi
- b) Armatürlerin ve kaçış işaretlerinin yerleştirilmesi
- c) Mevcut olduğu takdirde armatür montaj bilgileri veya hesaplanarak elde edilen bilgiler kullanılarak istenilen montaj yüksekliği için armatürler arasındaki uzaklıkların ayarlanması.

4.3.3. Plan Kontrolü

Yapılan bir acil durum aydınlatma planının kontrol süreci aşağıdaki işlemlerden oluşmaktadır :

- a) Aydınlık düzeyleri, kamaşma limitleri ve düzgünlük oranlarının kontrolü
- b) Kablo düzeninin kontrol edilmesi, merkezi besleme sistemleri için olası gerilim düşümlerinin tahmin edilmesi ve montaj talimatlarının hazırlanması
- c) Sistemin kurulmasında çalışacak olan kişilerin görevlendirme planının hazırlanması
- d) Çalıştırma ve bakım talimatlarının hazırlanması.

5.ACİL DURUM AYDINLATMASI İLE İLGİLİ YAPILMIŞ OLAN ÇALIŞMALARDAN ÖRNEKLER

Bu bölümde acil durum aydınlatması ile ilgili daha önceden yapılmış olan ve tez çalışmasında örnek alınan çalışma ve deneyler incelenmiştir. Bu çalışmalar tezin son bölümünü oluşturan acil durum aydınlatma deneyleri için temel bir referans niteliğini taşımaktadır.

Bu çalışmaların tümü için gerçeğe yakın ve benzer deney düzenleri hazırlanmış olup dolayısıyla elde edilen bilgi ve veriler gerçek bir acil durumun yaşanması halinde ortaya çıkabilecek tabloya benzerlik göstermekte ve alınacak tedbir ve önlemler için güvenilir bir dayanak oluşturmaktadır.

5.1. Acil Durum Aydınlatması İçin Gerekli Olan Maksimum, Minimum ve Ortalama Aydınlik Düzeylerinin Bulunması

Bu deneylerde yaşanan bir acil durum sırasında mekanlarda yapılan faaliyetler ve mekanda bulunan kişilerin fiziksel ve psikolojik durumlarına bağlı olarak uygulanan acil durum aydınlatmasının sağlaması gereken maksimum, minimum ve ortalama aydınlık düzeylerinin bulunması amaçlanmıştır.

5.1.1. Acil Durum Aydınlatması için Gerekli Olan Maksimum Aydınlik Düzeyinin Bulunması

Bu çalışmada bir acil durum sırasında bina içinde bulunan kişilerin binayı terk etmeden önce çok ince ve dikkat gerektiren bir işi yapmak zorunda kalmaları durumunda en kötü koşullarda gereksinim duyacakları maksimum aydınlık düzeyinin bulunması amaçlanmıştır.

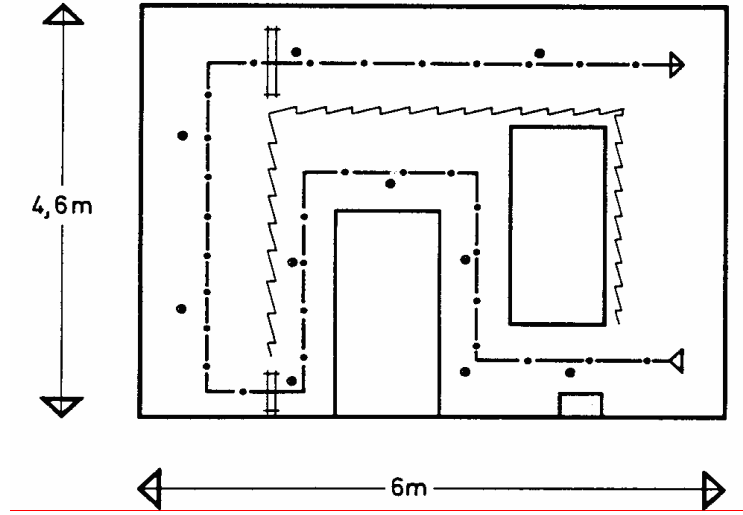
Deney süreci şu şekildedir : Deneye 30 yaş altı, 30-50 yaş arası ve 50 yaş üstü olmak üzere 3 yaş grubundan denekler katılmaktadır. Deneye katılan kişiler öncelikle normal aydınlatma şartlarını temsil eden 500 lx , 1000 lx veya 2000 lx gibi yüksek aydınlık düzeylerine alıştırmışlardır. Alıştırma süresinin dolmasından

hemen sonra 0.016 lx – 18 lx arasında 5 farklı seviyede acil durum aydınlatma aydınlık düzeyleri uygulanmış olup deneklerin bu aydınlık düzeylerine alışmaları için tekrar bir alıştırma süresi tanınmıştır. Bu sürenin sonunda deneklerden bir parça ipi bir iğne deliğinden geçirmeleri istenmiştir. Bu deneyden elde edilen sonuçlar, yaşları 50 yaş ve üstü grubunda olan kişilerin aynı işi yapmak için daha genç deneklere göre daha yüksek aydınlık düzeylerine ihtiyaç duyduklarını, en kötü koşullarda (50 yaş ve üstü grubu için) 1.5 lx aydınlık düzeyinin yeterli olacağını ve daha sonraki çalışmalar için ön alıştırma aydınlık düzeyi olarak 1000 lx aydınlık düzeyinin yeterli ve uygun olacağını göstermektedir [9].

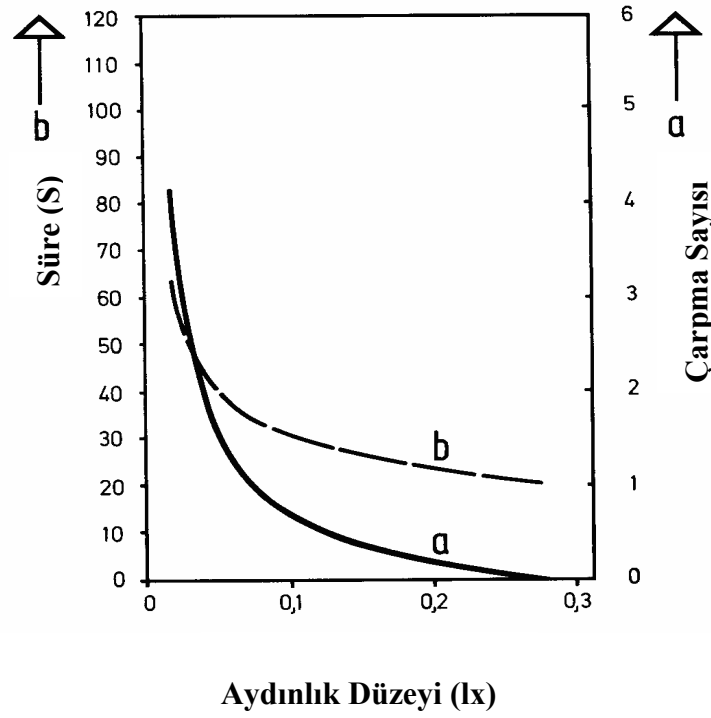
5.1.2. Acil Durum Aydınlatması için Gerekli Olan Minimum Aydınlık Düzeyinin Bulunması

Bu çalışmada bir acil durum sırasında insanların mekanı terk ederken kendileri için tehlike oluşturabilecek herhangi bir engel veya nesneye çarpmamaları için sağlanması gerekli olan minimum aydınlık düzeyinin bulunması amaçlanmıştır.

Bu amaç için yapılan deneyde bir test odası seçilmiş olup yerde, gerçek bir acil durum sırasında mekanda bulunabilecek engel veya nesneleri temsil eden bazı küçük engeller yerleştirilmiştir. Bu engeller insanlar için herhangi bir tehlike oluşturmayacak şekilde 6 adet 12-45 cm yüksekliğindeki hafif küpler şeklinde seçilmiştir. Deneye katılan denekler engellerin tam konumundan habersizdir. Şekil 5.1 deney için kullanılan test odasını göstermektedir. Deneyde ön alıştırma için bir önceki deneyde uygun olduğu sonucuna varılan ve normal aydınlatma şartlarını temsil eden 1000 lx aydınlık düzeyi uygulanmış olup deneklerin bu aydınlık düzeyine alışmaları için 2 dakikalık bir alıştırma süresi tanınmıştır. Bu süre geçtikten sonra acil durum aydınlatmasını temsil eden 0.016 lx – 0.28 lx arasında 6 farklı aydınlık düzeyi uygulanmış olup deneklerden test odasının içerisinde belirlenen kaçış yolu boyunca herhangi bir engel veya duvara çarpmamaya çalışarak mümkün olduğunca hızlı bir şekilde yürümeleri istenmiştir. Bu deneyde meydana gelen çarpmaların sayısı ve deneklerin kaçış yolunu bitirmek için ihtiyaç duydukları süreler tespit edilmiştir [9]. (Şekil 5.2)



Şekil 5.1: Test Odası [9]



Şekil 5.2: Test Sonuçları [9]

Şekil 5.2'den de görüldüğü gibi hem çarpma sayısı hem de zamanın minimum olduğu nokta 0.28 lx noktasıdır. Bu deneyin sonuçları acil durumlar sırasında ihtiyaç duyulan minimum aydınlık düzeyinin 0.28 lx olduğunu göstermektedir.

5.1.3. Acil Durum Aydınlatması için Gerekli Olan Ortalama Aydınlik Düzeyinin Bulunması

Bir önceki çalışmadan farklı olarak bu çalışmada acil durum aydınlatması için gerekli ortalama aydınlık düzeyinin bulunması amaçlanmıştır. Ortalama aydınlık düzeyinin bulunmasının önemi hassas ve önemli işlerin yapıldığı alanlarda veya insanların mekanı boşaltırken daha dikkatli olmaları gereken veya binayı boşaltmaları sırasında fikirlerinin meşgul olduğu mekanlarda hissedilmektedir. Bu gibi mekanlarda bir önceki çalışmada bahsedilen minimum aydınlık düzeyleri insanların mekanı güvenli bir şekilde terk etmeleri için yeterli olmayabilmektedir. Bu nedenle gerekli ortalama aydınlık düzeylerinin bulunması ihtiyacı doğmuştur.

Bu deney için 9×8 m boyutlarına sahip bir test odası seçilmiş olup normal aydınlatma şartlarının sağlanması için bir adet floresan lamba kullanılarak 300 lx'lük bir aydınlık düzeyi uygulanmıştır. Bu deneyde deneklerin normal aydınlatma şartlarına alışmaları için 20 dakikalık bir alıştırma süresi tanınmıştır. Acil durumlar sırasında binalarda mevcut olabilecek engel veya tehlikeleri temsilen yerde alanın %35'ini kaplayacak şekilde engeller yerleştirilmiştir. Bu deneyde deneklerden yerdeki engellere 0.3 metreden daha fazla yaklaşımadan mümkün olduğunca hızlı ve dikkatli bir şekilde yürümeleri istenmiştir. Yerdeki engellere 0.3 metreden fazla yaklaşımlar sensörler tarafından tespit edilmiştir [9].

Bu deneyden alınan sonuçlar çok sayıda çalışan veya personelin bulunduğu işyerleri için acil durumlar sırasında ihtiyaç duyulan ortalama aydınlık düzeyinin 0.5 lx olduğunu göstermektedir.

Acil durum aydınlatması için gerekli ortalama aydınlık düzeylerinin bulunması amacıyla yukarıda bahsedilen çalışmaya benzer ancak daha zor şartlar altında gerçekleştirilen bir başka çalışma ise Almanya Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanı tarafından ortaya atılan bir fikir üzerinde yapılan bir çalışmadır. Çalışmanın konusu işyerlerinin boşaltılması için kullanılan acil durum aydınlatması için gerekli ortalama aydınlık düzeylerinin bulunmasıdır. Şekil 5.3'de bu deney için kullanılan alanın yatay bir kesiti gösterilmektedir. Bu deney için normal aydınlatma şartlarının sağlanması için renksel geri verimi 1 olan 65 W'lık bir floresan lamba kullanılmıştır. Deneyde kullanılan acil durum aydınlatması aydınlık düzeyleri 0.24 lx, 0.48 lx, 0.96 lx, 1.92 lx, 3.85 lx, 7.77 lx olmaktadır. Deney süreç bakımından

5.2. Parıltı Değişikliklerinin İnsanların Görsel Performansları Üzerindeki Etkileri

Bu çalışmanın temel amacı parıltı değişikliklerinin bir acil durum anında insanların bulundukları mekanları terk etmeleri sırasında görsel performansları üzerinde yarattığı etkilerin incelenmesidir.

Daha önce de belirtildiği gibi, parıltı, aydınlatılan veya kendisi ışık yayan bir yüzeyde meydana gelen parlaklık derecesi olup birim alan başına düşen ışık şiddeti cinsinden (cd/m^2) ölçülmektedir. Parıltının aydınlatma üzerindeki etkilerinin önemi insan gözünün aydınlık düzeyi yerine parıltıya duyarlılık göstermesinden kaynaklanmaktadır.

Acil durum aydınlatmasında olduğu gibi herhangi bir aydınlatma sisteminin tasarımı açısından parıltı ölçümlerinden elde edilecek bilgilerin değerlendirilmesi daha yararlı olmakla birlikte parıltı ölçümlerinin çok pahalıya mal olmasından dolayı genellikle aydınlık düzeyi ölçümlerinden elde edilen bilgiler ile yetinilmektedir.

Bu çalışmada parıltı değişikliklerinin insanların bir görsel işareti görsel performansları üzerindeki etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu deney için denekler öncelikle 20-30 dakika için düşük aydınlık düzeylerine alıştırmışlardır. Parıltı oranı 65 cd/m^2 iken görsel performansı %100 olan bir deneğin görsel performansı parıltı oranı 0.4 cd/m^2 'ye düşürüldüğünde öncelikle %50'ye düşmüş olup aradan 7 dakika zaman geçtikten sonra görsel performansı %80'e yükselmiş olup bundan sonra da değişmemiştir. Deneye katılan başka bir deneğin görsel performansı ise parıltı oranının düşürülmesinden sonraki ilk 6 dakika içerisinde %25'den %40'a yükselmiş olup aradan 2 dakika daha zaman geçtikten sonra %50'ye ulaşmış olup bundan sonra da değişmemiştir [9]. Bu sonuçlar parıltının azalması ile birlikte insanların görsel performansının da düştüğünü ve aradan belirli bir süre geçtikten sonra gözün yeni şartlara alışması ile birlikte görsel performansında bir iyileşmenin yaşandığını ancak hiçbir zaman yüksek parıltıdaki performansına ulaşmadığını göstermektedir.

Bu çalışmanın sonuçları yaklaşık $0.1 \text{ cd/m}^2 - 0.2 \text{ cd/m}^2$ parıltı değerlerinde minimum %13'lük bir görsel performansın elde edilebileceğini göstermektedir [9]. Bu $0.1 \text{ cd/m}^2 - 0.2 \text{ cd/m}^2$ parıltı değerleri ise yaklaşık $1 \text{ lx} - 2 \text{ lx}$ 'lük ortalama aydınlık düzeylerine tekabül etmektedir. Görüldüğü gibi bu çalışmanın sonuçları

daha önceki çalışmaların sonuçlarını doğrular nitelikte olup yaklaşık 1 lx – 2 lx’lük ortalama aydınlık düzeylerinin insanların acil durumlarda kaçışları sırasında yeterli bir görme performansına sahip olabilmeleri için gerekli olduğunu göstermektedir. Bu çalışmadan elde edilen 1 lx – 2 lx ortalama aydınlık düzeyi 5.1.3’de incelenen gerekli ortalama aydınlık düzeylerinin bulunması amacıyla yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar ile örtüşmektedir.

5.3. Düzgünlüğün Acil Durum Aydınlatmasındaki Etkilerinin İncelenmesi

Daha önce de bahsedildiği gibi düzgünlük bir alandaki maksimum aydınlık düzeyinin minimum aydınlık düzeyine oranı olarak tanımlanmaktadır. Genellikle tasarlanan acil durum aydınlatma sistemlerinde düzgünlük oranının 40:1 olması arzu edilmektedir.

Bu çalışmada düzgünlük faktörünün acil durum aydınlatmasındaki etkileri incelenmiştir. Deney için daha önceki deneylere benzer bir kaçış yolu hazırlanmış olup bu kaçış yolunun bir ucu aydınlık bölge olarak 50 lx aydınlık düzeyine kadar aydınlatılmıştır. Kaçış yolu ise maksimum 0.2 lx ile sınırlı tutulmuştur [9]. Deneyde daha önceki deneylere benzer şekilde deneklerden kaçış yolu boyunca hızlı ve dikkatli bir şekilde yürümeleri istenmiştir. Bu deneye katılan kişiler daha önceki deneylere de katılan kişilerdir. Deneyden elde edilen sonuçlar beklenenin aksine düzgünlüğün azalmasının elde edilen değerlerde çok belirgin bir değişikliğe yol açmadığını göstermektedir. Bu durumun deneklerin daha önceki deneylere de katılmış olmalarından dolayı deney sürecini ve kaçış yolunu bildiklerinden kaynaklandığı düşünülmekte ve deneye başka deneklerin katılmaları durumunda sonuçların daha farklı olabileceği tahmin edilmektedir.

5.4. Kamaşmanın Acil Durum Aydınlatmasındaki Etkilerinin İncelenmesi

Daha önceki konularda acil durum aydınlatmasında karşılaşılan önemli sorunlardan birinin yetersizlik kamaşması olduğundan bahsedilmişti.

Bu aşamada incelenen çalışmada kamaşmanın acil durumlarda insanların kaçışları sırasında yarattığı etkilerin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu deney için daha önceki deneylerde olduğu gibi bir kaçış yolu hazırlanmıştır. Deneye katılan denekler öncelikle 0.2 lx aydınlık düzeyine alıştırılmışlardır. Kaçış yolunun bir ucunda

kamaşma kaynağı olarak bir projektör yerleştirilmiş ve deneklerden yine daha önceki deneylerde olduğu gibi kaçış yolu boyunca mümkün olduğunca herhangi bir engelle çarpmadan hızlı ve dikkatli bir şekilde yürümleri istenmiştir [9].

Bu deneyden elde edilen sonuçlar amaçlananın aksine kamaşma kaynağının engellerin fark edilmelerini zorlaştırmadığını ve sonuçların daha önceki deneylere benzer olduğunu göstermektedir. Bu durumun nedeni kamaşma kaynağı ile yerdeki engeller arasındaki açının dar bir açı olmasından dolayı arzu edilen düzeyde bir kamaşmanın meydana gelmemesi olarak yorumlanmış olup bu açının daha geniş bir açı olması halinde kamaşmanın daha yüksek olup engellerin fark edilmesinin de bununla doğru orantılı olarak daha fazla zorlaşacağı tahmin edilmiştir.

5.5. Kaçış Yolu Aydınlatmasında Işık Kaynaklarının Spektral Etkileri

İncelenen bu çalışma, kullanılan ışık kaynaklarının spektral güç dağılımının insanların kaçış yolu boyunca hareket yetenekleri üzerindeki etkilerini inceleyen bir çalışmadır. Günümüzde acil durum aydınlatması ile ilgili mevcut olan standartlarda genellikle gerekli minimum ve ortalama aydınlık düzeyleri, düzgünlük oranları ve acil durum aydınlatmasının devreye girme ve devrede kalma süresine yer verilmiş olup neredeyse hiçbir standartta kullanılan ışık kaynaklarının spektrum özelliklerinden bahsedilmemiştir.

Işık kaynağı spektrumunun dikkate alınmaması bir şanssızlık olarak nitelendirilebilmektedir. Zira genellikle binalarda acil durum aydınlatması için gerekli aydınlık düzeyleri ve binalardaki yansıtma katsayılarının oluşturduğu koşullarda insanın görme sistemi mezopik bölgede çalışmaktadır. Ayrıca yapılan çalışmalar insan gözünün spektral duyarlılığının mezopik bölgede fotometrik ölçümlerin yapıldığı fotopik bölgeden farklı olduğunu göstermiştir.

Yapılan çalışmalar ayrıca mezopik bölgede çalışıldığında yerdeki engellerin fark edilebilme oranlarının kullanılan ışık kaynaklarının spektral güç dağılımından etkilendiğini göstermektedir. Ayrıca sabit parlaltı değerlerinde engellerin fark edilebilme oranları farklı ışık kaynakları için farklı değerler almaktadır. Fotopik bölge parlaltı değerinin 3 cd/m^2 ve üstü olduğu bölge, mezopik bölge parlaltı değerinin $3 - 0.001 \text{ cd/m}^2$ olduğu bölge ve skotopik bölge ise parlaltı değerinin 0.001 cd/m^2 'nin altında olduğu [10].

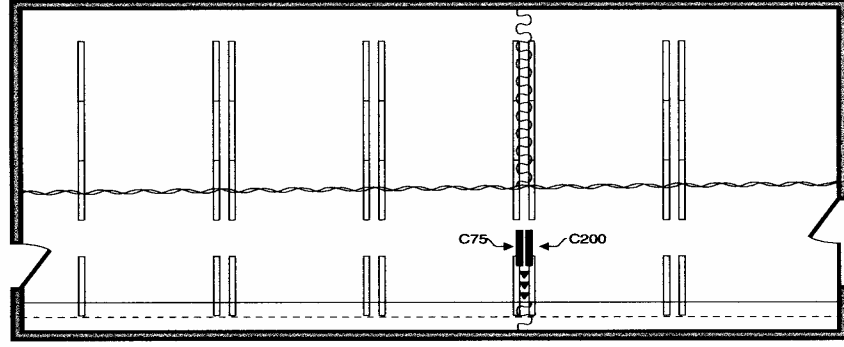
Bir acil durum sırasında kaçış yolu üzerinde bulunan engellerin fark edilebilmelerinin kaçış yolu boyunca hızlı ve güvenli bir hareketin sağlanabilmesi için önemli bir faktör olduğu varsayıldığı takdirde kaçış yolunun aydınlatılması için kullanılan ışık kaynaklarının spektral güç dağılımlarının kaçış yolu boyunca hızlı ve güvenli bir kaçış olanağının sağlanması için önemli bir rol oynadığı sonucuna varılabilmektedir.

5.5.1. Deney ile İlgili Genel Bilgiler

Bu deneyde normal aydınlatmanın söndürülmesinin hemen ardından deneklerin farklı aydınlık düzeyi ve spektral güç dağılımları altında üzerinde engellerin bulunduğu bir kaçış yolu boyunca yürümeleri gerekmektedir. Her denemede meydana gelen çarpmaların sayısı ve deneğin kaçış yolu boyunca yürümek için ihtiyaç duyduğu süre ölçülmekte ve ayrıca deney sonrasında her denekten deneyin zorluk derecesini belirten 1'den 7'ye kadar puanlar vermesi istenmektedir. Bu puanlamada 1 en kolay koşulları ve 7 en zor koşulları temsil etmektedir [11].

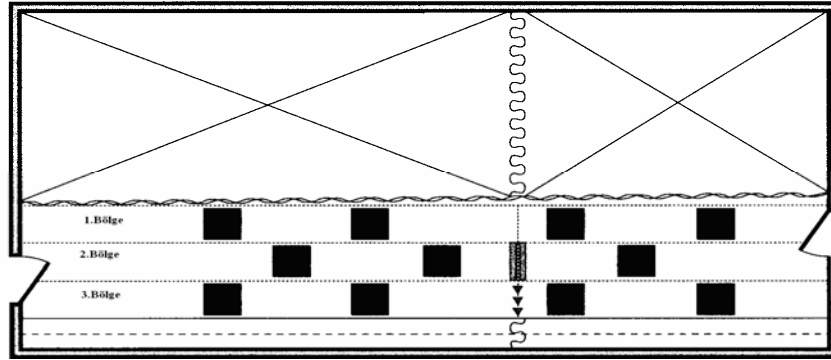
5.5.2. Deney Düzeni

Bu deney $13.4 \times 6.86 \times 3.35$ m boyutlarında bir alanda gerçekleştirilmiştir. Alanın tavan ve duvarları mat siyah renk ile boyanmış olup yerler yansıtma oranı 0.045 olan siyah seramikler ile kaplanmıştır. Deney alanı olarak kullanılan alanın bir tarafı deneyde kullanılmayacak malzemeler ile dolu olduğundan dolayı bu kısım siyah renkli bir perde ile diğer kısımlardan ayrılmış olup sonuç olarak 2.44 m genişliğinde bir kaçış yolu hazırlanmıştır. Deney için hazırlanan kaçış yolu Şekil 5.4'de gösterilmiştir. Kaçış yolunun her iki ucunda da kapılar bulunmakta ve bu kapılardan biri başlangıç noktası ve diğer uçtaki kapı ise deneyin bitiş noktası olarak kullanılmıştır.



Şekil 5.4: Deney Alanı [11]

Kaçış yolu toplam 6 eşit alana bölünmüş olup her alanda kutu şeklinde 2 adet engel yerleştirilmiştir. Engeller de mat siyah renk ile boyanmıştır. (Şekil 5.5) Şekil 5.6’da ise engellerin bulunduğu kaçış yolunun başlangıç noktasından çekilen bir fotoğrafı gösterilmektedir.



Şekil 5.5: Deney Alanında Yerleştirilen Engeller [11]



Şekil 5.6: Deney Alanının Fotoğrafı [11]

5.5.3. Deneyde Kullanılan Işık Kaynakları

Bu deneyde normal aydınlatmanın sağlanması için her biri iki adet 32 W, 3500 K floresan lamba içeren armatürler kullanılmıştır. Bu armatürlerin arasındaki bağlantılar hepsinin birlikte ve bir grup halinde devreye alınmalarını sağlayacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Floresan lambaların dışında deneyde 100 W, 75 W ve 67 W olmak üzere farklı güçlerdeki akkor telli lambalar ve ayrıca mavi, yeşil ve kırmızı ışık yayan diyotların bağlı bulunduğu iki adet ışıklı boru da farklı ışık kaynakları olarak kullanılmıştır. Işık yayan diyotlar bir bilgisayar yazılımı tarafından kontrol edilmektedir. Beyaz renkli ışığın elde edilmesi için ışık yayan her 3 diyot birlikte yanmakta ve renkli ışıkların elde edilebilmesi için ışık yayan diyotlar ayrı ayrı devreye alınmaktadır [11].

5.5.4. Kaçış Yolu Aydınlik Düzeyi

Deney için hazırlanan kaçış yolunda normal aydınlatmanın sağlandığı floresan lambalardan farklı renklerdeki ışık yayan diyot düzeylerine kadar toplam 15 farklı aydınlık düzeyi ve spektral güç dağılım kombinasyonu uygulanmıştır. Aydınlik düzeyi ölçümleri kaçış yolu boyunca toplam 91 ölçüm noktasında ve lüks metre yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Aydınlik düzeyi ölçümleri için lüks metrenin sensörü yerde yatırılmış olup kararlı hale geçmesi için 30 saniye süre tanınmıştır. Ayrıca floresan lambaların da kararlı hale geçmeleri için de 30 dakikalık bir süre tanınmıştır. Deneyde farklı ışık kaynakları olarak kullanılan akkor telli lambalar ve ışık yayan diyotların böyle bir süreye ihtiyaçları bulunmamaktadır.

Lüks metrenin akkor telli lambalar için kalibre edilmiş olmasından dolayı kullanılan diğer ışık kaynakları için düzeltme faktörleri hesaplanmış ve ölçüm sonuçlarında kullanılmıştır. Düzeltme faktörleri her kaynak için parıltı/aydınlık düzeyi oranının akkor telli ışık kaynaklarına benzetilmesi için gerekli katsayıdır. Bu deneyde mavi renkli ışık için düzeltme faktörü 1.184, kırmızı renkli ışık için 1.289, yeşil renkli ışık için 1.332 , ışık yayan beyaz renkli diyotlar için 1.289 ve floresan lambalar için ise 1.00'dir. Bu düzeltme faktörleri belirtilen ışık kaynakları için ölçülen aydınlık düzeylerine uygulanmaktadır [11].

5.5.5. Denekler

Bu deneye yaş ortalamaları 35 olan 27 – 64 yaş arası toplam 17 denek katılmıştır. Deneye katılan deneklerden 10'u erkek ve 7'si kadındır. Deneklerden 7'si lens veya gözlük kullanmaktadır [11].

5.5.6. Deney Süreci

Denekler öncelikle normal aydınlatma devrede iken deney alanına girmektedirler. Deneyden önce her deneğe görme ile ilgili herhangi bir probleminin olup olmadığı veya renk körü olup olmadığı sorulmakta ve yalnızca görmelerinde herhangi bir problem olmayan denekler deneye alınmaktadırlar. Deneklerden öncelikle normal aydınlatma devrede iken deney için hazırlanan kaçış yolu boyunca yürümeleri istenmektedir. Bunun iki temel nedeni vardır, ilk neden deneğin deney sürecini tam olarak öğrendiğinden emin olmak diğer neden ise her deneyden sonra bir karşılaştırmanın yapılabilmesi için her deneğin normal aydınlatma şartları altındaki performansı için bir referans değerini elde edilmesidir. Bu aşamadan sonra her denek toplam 15 farklı aydınlatma koşulu için aynı işlemi tekrarlamaktadır. Deneylerde denekler öncelikle yüzleri başlangıç kapısına bakacak şekilde beklemekte ve deneyde kullanılacak aydınlık düzeyinin uygulanması ile birlikte dönerek bitiş kapısına doğru yürümeye başlamaktadır. Her denek bitiş kapısına vardığında kapının kolunu çevirmekte ve böylece deney sona ermektedir. Her deneyden sonra deneklerden deneyin zorluk derecesini belirten 1'den 7'ye kadar puanlar vermeleri istenmektedir.

5.5.7. Ölçümler

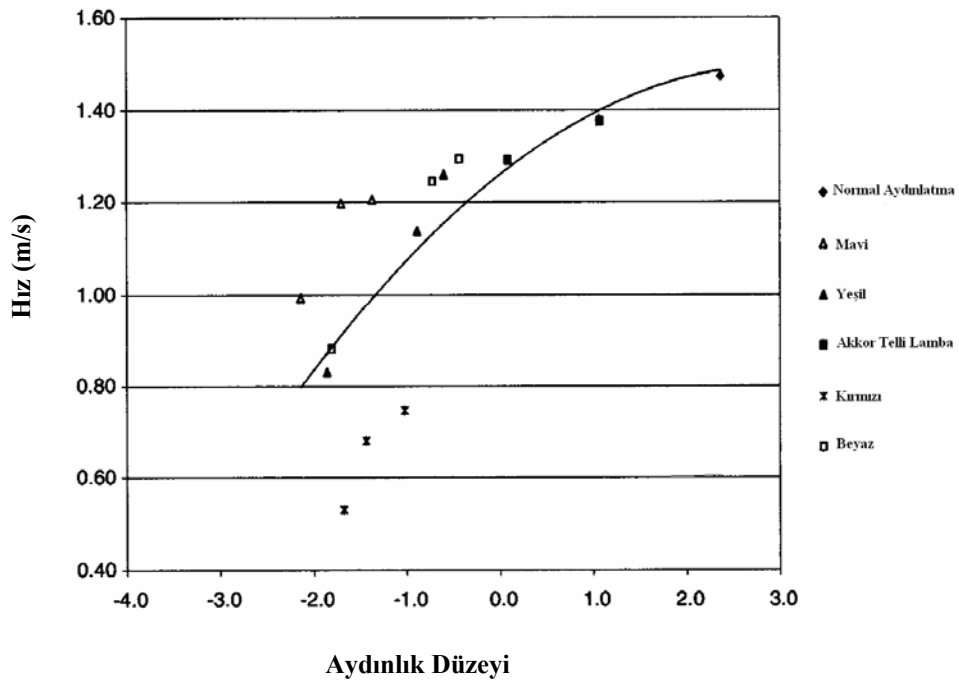
Bu deneyde bilgiler öznel ve nesnel olmak üzere iki şekilde kaydedilmiştir. Nesnel bilgiler her deney için kaydedilen süre ve engeller ile çarpışma sayısıdır. Deney süresi normal aydınlatmanın devreden çıkıp test aydınlatmasının devreye girmesi ile başlamakta ve deneklerin kaçış yolunun sonundaki kapının kolunu fiziksel olarak çevirmeleri ile sona ermiştir. Meydana gelen çarpmaların sayısı ise deneyi yapan kişiler tarafından kaydedilmiştir. Bir çarpma, bir deneğin engelleri hareket ettirmesi veya kaçış yolunun yanındaki perde ile temas ederek perdenin hareket etmesini sağlaması ile tespit edilmektedir. Deneklerin deneyin zorluk derecesini belirtmek üzere kullandıkları puanlar ise öznel bilgileri oluşturmaktadır.

5.5.8. Deneyin Sonuçları

Bu bölümde yapılan deneylerden elde edilen sonuçlar, hız, çarpma sayısı ve zorluk derecesi olarak 3 başlık altında incelenmektedir.

5.5.8.1. Hız

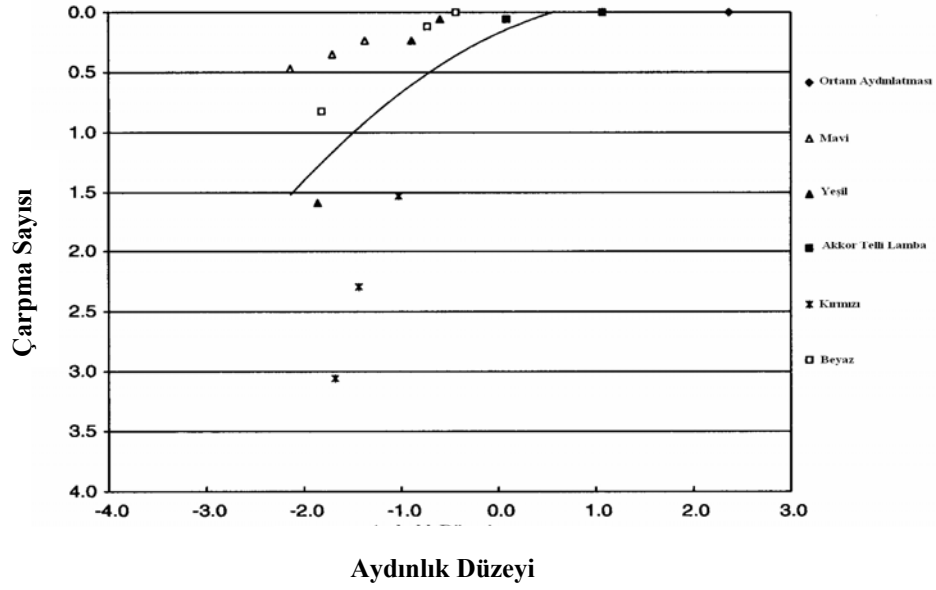
Şekil 5.7’de aydınlık düzeylerindeki değişikliklere bağlı olarak hızın değişimleri gösterilmiştir. Şekilden görüldüğü gibi aydınlık düzeyinin artması ile birlikte hızda da artış yaşanmıştır. Ayrıca kırmızı renkli ışık kaynaklarına nazaran mavi renkli ışıklarda daha yüksek hız değerleri elde edilmiştir.



Şekil 5.7: Aydınlık Düzeyi – Hız İlişkisi [11]

5.5.8.2. Çarpma Sayısı

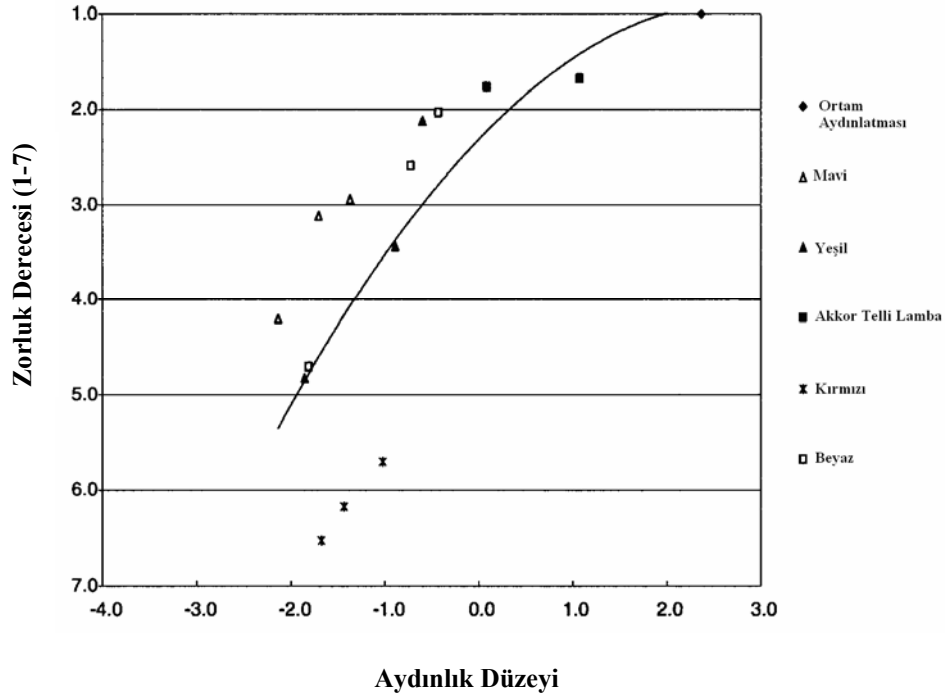
Deney sonuçları aydınlık düzeyinin artması ile birlikte meydana gelen çarpma sayılarının azaldığını göstermektedir. Şekil 5.8’de aydınlık düzeyleri ile çarpma sayıları arasındaki ilişki bir grafik olarak gösterilmiştir. Bu deneyde herhangi bir çarpmanın meydana gelmemesi veya en az bir çarpmanın meydana gelmesi için ortalama olarak 0.63 lx aydınlık düzeyine ihtiyaç duyulmaktadır.



Şekil 5.8: Aydınlık Düzeyi – Çarpma Sayısı İlişkisi [11]

5.5.8.3. Zorluk Derecesi

Daha önce bahsedildiği gibi her deneyin sonunda deneklerden deneyin zorluk derecesini belirten puanlar vermeleri istenmiştir. Şekil 5.9 denekler tarafından verilen puanlar ile aydınlık düzeyinin değişiklikleri arasındaki ilişkileri göstermektedir. Şekilden de görüldüğü gibi aydınlık düzeyinin artması ile birlikte deneyin zorluk derecesi düşmekte veya başka bir deyiş ile denekler aydınlık düzeyinin artması ile birlikte kaçış yolu boyunca kendilerinden istenenleri daha kolay bir şekilde yerine getirebilmektedirler. Bu çalışmada denekler tarafından verilen puanlar doğrultusunda deneylerin zorluk derecelerinin 3 veya altı (3,2 veya 1) olması için gerekli ortalama aydınlık düzeyi 0.65 lx'tür.



Şekil 5.9: Aydınlik Düzeyi – Zorluk Derecesi İlişkisi [11]

Son olarak bu çalışmadan çıkarılabilecek genel bir sonuç acil durum aydınlatma sistemleri için seçilen ışık kaynakları ile ilgilidir. Kaçış yollarında genellikle mezopik ve skotopik görme koşullarının hakim olduğu gerçeği göz önünde bulundurulursa, kaçış yollarının aydınlatılmasında tek bir ışık yayan diyot gibi spektral güç dağılım aralıkları dar olan ışık kaynaklarının kullanılması tercih edilmemelidir. Zira bu ışık kaynakları öncelikle mezopik ve skotopik görme bölgelerinde bazı renklerin doğru bir şekilde fark edilememesine ve ayrıca renk körlüğü bulunan insanlar için tüm detayların fark edilebilmesinin zorlaşmasına neden olmaktadır. Bu nedenle bu tip problemlerin bir acil durum anında insanların kaçışları sırasında oluşmaması açısından ya spektral güç dağılım aralığı geniş olan ışık kaynakları veya spektral güç dağılım aralıkları dar olan birkaç kaynağın birleşmesinden elde edilen ışık kaynakları kullanılmalıdır.

5.6. Sonuçlar

Bu bölümde acil durum aydınlatması ile ilgili incelenen 7 çalışmadan çıkarılabilecek en genel sonuç uygulanan bir acil durum aydınlatma sisteminin sağladığı aydınlık düzeyleri, kullanılan armatürlerin kamaşma açısından seçilmesi, düzgünlük ve parıltı faktörleri ve ışık kaynaklarının spektral güç dağılımlarının

tümünün insanların acil durumlarda mekanları terk ederken güvenliklerinin sağlanması ve kaçış yolları üzerinde bulunan nesne ve engelleri fark edebilmelerini mümkün kılmak için yeterli ve uygun olması gerektiğidir. Yapılan çalışmalar insanların üzerindeki psikolojik baskının artması ile birlikte gereksinim duydukları aydınlık düzeylerinin de arttığını ayrıca yaşlı insanların aynı işleri yapmak için gençlere nazaran daha yüksek aydınlık düzeylerine ihtiyaç duyduklarını göstermektedir. Bu nedenle bir acil durum aydınlatma sisteminin tasarlanması sırasında bu sistemin mekanda bulunan kişiler ve yaş grupları ve yine mekanlarda yapılan faaliyetler dikkate alınarak olabilecek en kötü koşullara yanıt verebilecek şekilde tasarlanması gerekmektedir. Ayrıca yapılan çalışmalardan parıltı oranındaki değişikliklerin insanların görsel performansları üzerinde etkili olduğu ve parıltının düşmesi ile birlikte insanların görsel performanslarının da düştüğü sonucu elde edilmiştir. Her ne kadar incelenen çalışmalarda deneklerin deney süreci ve deney alanı ile aşina olması veya oranlarda amaçlanan değişikliklerin gerçekleştirilememesi gibi nedenlerden dolayı kamaşma ve düzgünlük oranlarının değişmesi deney sonuçlarında tahmin edilen etkileri göstermemiş olsa da kamaşma ve düzgünlük faktörlerinin yalnızca acil durum aydınlatması değil tüm aydınlatma sistemleri için büyük öneme sahip iki faktör olduğu bilinmektedir. Bu nedenle bir acil durum aydınlatma sisteminin tasarımı sırasında düzgünlük ve kamaşma faktörlerine gerekli dikkatin gösterilmesi ve standartlarda belirtilen düzgünlük oranlarının sağlanması ve kamaşma limitlerine göre uygun armatürlerin seçilmesine çalışılmalıdır.

Son olarak ışık kaynaklarının spektral güç dağılımlarının engellerin fark edilmesindeki etkilerini inceleyen çalışmanın sonuçları, acil durumlar sırasında genellikle hakim olan mezopik ve skotopik görme koşullarında engellerin fark edilme olanağının ışık kaynağının spektral güç dağılımından etkilendiğini ve bu nedenle bir acil durum aydınlatma sistemi için ışık kaynağı seçilirken bu ışık kaynaklarının kamaşma ve yeterli aydınlık düzeyi açısından uygunluklarının yanısıra spektral güç dağılımlarının da dikkate alınması gerektiğini göstermiştir.

Yukarıda bahsedilen tüm bu konular dikkate alındığı takdirde bir acil durum sırasında insanlar için tam anlamıyla güvenli bir kaçış imkanının sağlanması açısından bir acil durum aydınlatma sisteminin tasarımı sırasında bu sistemin uygulandığı mekana göre en kötü koşullarda yeterli ve uygun aydınlık düzeyini sağlamasına, kamaşmaya yol açmamasına, düzgünlük oranının standartlarda tavsiye

edilen değerlerde (genellikle 40:1) olmasına, parıltı değerlerinin insanların görme olanakları açısından yeterli olmasına ve ayrıca kullanılan ışık kaynaklarının spektral güç dağılım aralıklarının kaçış yolu boyunca bulunan tüm engellerin fark edilmesi için yeterince geniş olmasına dikkat edilmelidir.

6. RENK KÖRLÜĞÜ VE GÖRME KESKİNLİĞİ

Bu bölümde iki önemli görme sorununu oluşturan renk körlüğü ve görme keskinliği incelenmiş olup bu faktörlerin acil durumlarda insanların kaçışları sırasında onlar için oluşturabileceği problemlere değinilmiştir.

6.1. Renk Körlüğü

İnsanlar kendi vücutları ile ilgili veya çevrelerine ait haberleri duyu organları vasıtasıyla algılayabilmektedir. Duyu organlarına ulaşan çeşitli enerjiler (basınç gibi mekanik enerjiler, ısı, ışık gibi elektromekanik enerjiler ve koku ve tat gibi kimyasal enerjiler) öncelikle duyu organlarında alıcı hücreler tarafından özel elektrik sinyallerine çevrilmekte ve daha sonra sinirler yolu ile beyine iletilmektedir. Beyine ulaşan bu sinayaller de uyarıcı enerji şekline göre farklı duyular olarak algılanmaktadır. Bir alıcı hücrenin duyarlı olduğu enerji şekline o hücrenin uyarıcısı denmektedir. Örnek olarak gözde bulunan ve ışık enerjisine duyarlı olan alıcı hücrelerin uyarıcısı ışıktır. Göze giren ve uygun dalga boylarına sahip olan ışıklar öncelikle gözün mercek sistemi tarafından ışığa duyarlı alıcı hücrelerin yoğun olduğu retinaya odaklanmakta ve buradaki alıcı hücrelerin ürettiği elektrik sinyalleri de göz sinirleri yolu ile beyindeki görme merkezine iletilmektedir. Beyindeki görme merkezi tarafından yorumlanan bu sinyaller de görme olayını gerçekleştirmektedir.

Görme alıcıları ışığın belirli dalga boylarına duyarlı olup bu da belirli dalga boylarına sahip ışıkların o dalga boyuna duyarlı olan alıcıları uyararak algılamayı sağladığı anlamına gelmektedir. Gözdeki görme keskinliği ve renk görmeden sorumlu olan alıcı hücreler koni şeklinde olup “koni” alıcıları olarak adlandırılmaktadırlar.

Koni alıcılarının algıladıkları dalga boylarının incelenmesinden her alıcının yalnızca bir rengi algılayabildiği sonucu elde edilmiştir. Bu alıcılar tarafından algılanan renkler kırmızı, yeşil ve mavi olan üç temel renktir. Görülebilir dalga

boyları birden fazla alıcı hücreyi uyarabilmekte ve aynı dalga boyu tarafından uyarılan farklı alıcıların beyine gönderdikleri sinyallerin beyin tarafından değerlendirilmesi sonucunda çeşitli renklerin algılanması mümkün olmaktadır. Aynı zamanda beyaz rengine uyan bir dalga boyu bulunmamakta ve beyaz renginin algılanması yeşil, kırmızı ve mavi renk ışık alıcılarının birlikte uyarılması sonucunda mümkün olmaktadır. Siyah rengin algılanması ise ışığın bulunmaması durumunda oluşan bir algıdır.

Normal bir gözün farklı renkleri görebilmesi üç ayrı koni alıcısının birbirleriyle uyum içinde çalışmasına bağlıdır. Bir insanın sadece iki koni alıcıya sahip olması ve bu iki alıcı ile algılanabilen renkler ve bu renklerin karışımından elde edilen renkleri fark edebilmesi o insanın renk körü olduğu anlamına gelmektedir.

Renk körlüğü genler vasıtasıyla nesilden nesile geçmektedir. Genelde erkeklerde renk körlüğü oranı kadınlara nazaran daha fazladır. Erkeklerin yaklaşık %8'inde ve kadınların ise yaklaşık %0.4'ünde renk körlüğü görülmektedir [12].

Acil durumlarda kaçış yolları veya binaların diğer alanlarının normal aydınlatmaya göre daha düşük aydınlık düzeylerine sahip olduğu, insanların binadan çıkmak için kullandıkları kaçış yollarının üzerinde birçok engel veya nesnenin bulunabileceği ve ayrıca insanların psikolojik baskı altında oldukları dikkate alındığı takdirde renk körlüğü bulunan kişilerin kaçışları sırasında kaçış yollarının üzerinde bulunan nesneleri fark etmek ve onlara çarpmamak için diğer kişilere oranla daha çok zorlanacakları ve renk körlüğünün bu yönde negatif bir etken olduğu sonucuna varılabilmektedir. Renk körlüğü ayrıca insanların kaçışları sırasında kaçış yollarında bulunan ve genellikle yeşil renkli olan kaçış işaretlerini ve bu nedenle de çıkış yolları ve kaçış yolunun yönünü fark edememelerine neden olabilmektedir.

Ek 2'de renk körlüğünün teşhisi için www.cihannet.com web sitesinden alınan bir test ve bu test ile ilgili açıklamalar bulunmaktadır.

6.2. Görme Keskinliği

Görme keskinliği, detayların net bir şekilde görülebilme yeteneği olarak tanımlanabilir. Trafik levhalarının rahatlıkla okunabilmesi, gece gökyüzündeki yıldızların ayrı ayrı olarak görülebilmesi örnek olarak verilebilmektedir.

Görme keskinliği genellikle rakamlar ile açıklanmaktadır. Görme keskinliğinin ölçülmesi için genellikle her biri farklı karakter boyutlarına sahip satırlardaki karakterlerin okunması talep edilmektedir. Kişinin görebildiği en küçük karakter satırına ait rakamlar kişinin görme keskinliği derecesini açıklamaktadır. Örneğin 20/20 numaralı satırın kişi tarafından okunabilmesi o kişinin görme keskinliğinin normal olduğu anlamına gelmektedir.

6.2.1. Görme Keskinliğini Belirleyen Faktörler

Bir kişinin görme keskinliğini belirleyen faktörler aşağıdaki gibidir :

- Koni alıcılar
- Göz bebeğinin boyutu (retinaya ulaşan ışık miktarını belirler)
- Gözün optik kalitesi
- Retinaya düşen ışık miktarı
- Test nesnesi ile arka planı arasındaki kontrast derecesi

Yukarıdaki konular dikkate alındığında tahmin edilebileceği gibi görme keskinliğinin düşük olması da renk körlüğü gibi insanların görmelerini negatif yönde etkileyen bir faktördür. Görme keskinliğinin düşük olması acil durumlarda insanların kaçışları sırasında kaçış yolu detaylarını fark edememelerine ve kaçışlarının zorlaşmasına neden olabilmektedir.

Ek 3’de görme keskinlik derecesinin belirlenmesi için uygulanan bir test açıklamaları ile birlikte sunulmuştur. Bu test www.capiioeye.co.uk web sitesinden alınmıştır.

7.ACİL DURUM AYDINLATMASI İLE İLGİLİ YAPILAN DENEY ÇALIŞMASI

Tez çalışmasının son bölümünde 5.bölümde bahsedilen örnek deneylere benzer Acil Durum Aydınlatma deneyleri yapılmıştır. Farklı acil durum aydınlatma aydınlık düzeyleri uygulanarak gerçekleştirilen bu deneylerde gerçek bir acil durum sırasında farklı aydınlık düzeylerinin insanlar üzerindeki etkilerinin incelenmesi ve acil durumlar için en uygun aydınlık düzeylerinin bulunması amaçlanmıştır.

7.1. Deneyler İle İlgili Bazı Ön Bilgiler

Deneylerin gerçekleştirilmesi için İstanbul Teknik Üniversitesi, Elektrik - Elektronik Fakültesi'nde Aydınlatma Laboratuvarı'nın bulunduğu koridor kaçış yolu olarak seçilmiştir. Deney koridorunun her iki ucunda kapılar bulunmakta ve böylece diğer bölümlerden ayrılmaktadır. Deneyler havanın kararmasından sonra yapılmış olup buna rağmen dışarıdan deney alanına herhangi bir ışığın girmemesi amacıyla kaçış yolu boyunca bulunan tüm kapı üstü ve kapıların içindeki camlar siyah renkli kartonlar ile kaplanmıştır.

7.2. Denekler

Deneye katılan denekler 45 yaş üstü ve 45 yaş altı olmak üzere iki gruba ayrılmaktadırlar. Deneylere 11'i 45 yaş altı ve 9'u 45 yaş üstü yaş gruplarından olmak üzere toplam 20 denek katılmıştır.

7.3. Deney Düzeninde Kullanılan Araç ve Sistemler

7.3.1. Armatürler

Deneyde uygulanacak aydınlık düzeylerinin sağlanması için yerden montaj yüksekliği 2 m olan ve birbirlerine paralel olarak tavana asılan iki sırada bulunan acil durum aydınlatma armatürlerinden yararlanılmıştır. Bu armatürler floresan lamba

kullanan bağımsız tip armatürlerdir. Armatür pillerinin tam şarj süresi yaklaşık 2 saat olup tam şarj olan bir pil ile armatürler yaklaşık 50 dakika süre ile devrede kalabilmektedirler. Deney süresinin 50 dakikayı aşabileceği göz önünde bulundurularak her bir armatür yerine birbirlerine yapışmış durumda bulunan iki armatür yerleştirilmiş ve böyle her bir armatür birimi iki armatürden oluşmuştur. Şekil 7.1’de deneylerde kullanılan armatürler gösterilmiştir.



Şekil 7.1: Deneyde Kullanılan Armatürler

7.3.1.1. Deneyde Kullanılan Armatürlerin Işık Dağılım Eğrileri

Deneyde kullanılan armatürlerde bulunan lambaların nominal güçleri 8 W, nominal gerilimleri 56 V ve ışık akıları 340 lm’dir. Bu armatürlere ait ışık dağılım eğrilerinin çıkartılması için armatürler bir karanlık odada teste tabi tutulmuşlardır. Bu testlerde armatürlerin $0^0 - 180^0$ ve $90^0 - 270^0$ düzlemleri için ışık dağılım eğrilerinin elde edilmesi amacıyla farklı açılar için öncelikle armatürlerin 5 m uzaklıkta yarattıkları aydınlık düzeyleri lüks metre yardımıyla ölçülmüştür. Kullanılan test düzeneğinde armatürlerin fotometrik merkezleri ile aydınlık düzeyinin ölçüldüğü nokta arasındaki θ açısı 0^0 ’dir. Dolayısıyla $E = \frac{I \cos \theta}{d^2}$ bağıntısına göre ışık şiddetlerinin elde edilmesi için ölçülen aydınlık düzeyinin uzaklığın karesi ile çarpılması gerekmektedir. Bu işlem yapıldıktan sonra ışık şiddetlerinin 1000 lm’e göre düzenlenmesi için elde edilen ışık şiddetlerinin $\frac{1000}{340}$ ile çarpımı dikkate alınmıştır. Bu işlemler $0^0 - 180^0$ ve $90^0 - 270^0$ düzlemleri için sırasıyla Tablo 7.1 ve Tablo 7.2’de gösterilmiştir.

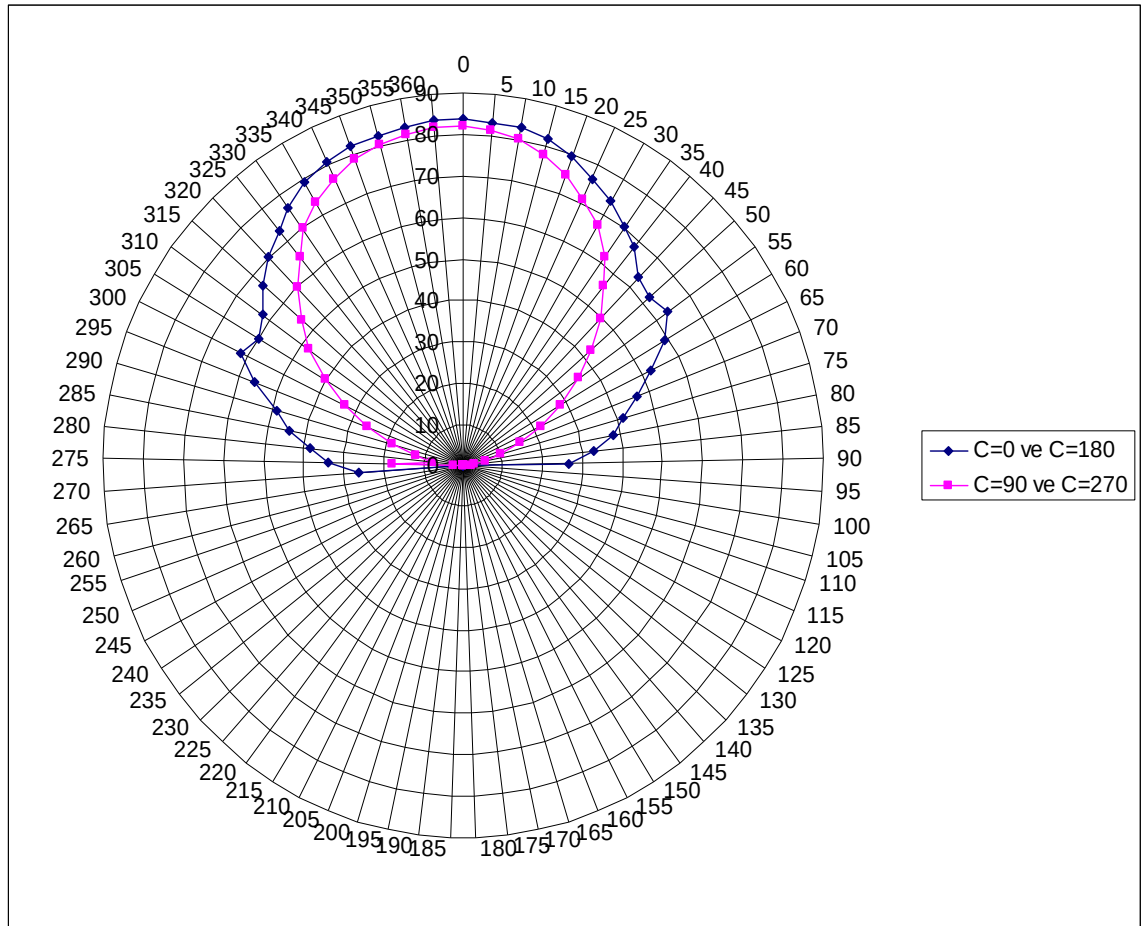
Tablo 7.1 : 0⁰ – 180⁰ Düzlemi İçin Aydınlık Düzeyi ve Işık Şiddetleri

C = 0⁰				C = 180⁰			
Açı (Derece)	E_{ort} (lx)	I (cd)	I/1000 (cd)	Açı (Derece)	E_{ort} (lx)	I (cd)	I/1000 (cd)
0	1.137	28.425	83.60294	360	1.132	28.3	83.23529
5	1.131667	28.2916	83.21078	355	1.131333	28.28333	83.18627
10	1.129667	28.2416	83.06373	350	1.120667	28.01667	82.40196
15	1.109333	27.7333	81.56863	345	1.114	27.85	81.91176
20	1.081333	27.0333	79.5098	340	1.099667	27.49167	80.85784
25	1.042	26.05	76.61765	335	1.073667	26.84167	78.94608
30	1.000333	25.0083	73.55392	330	1.034	25.85	76.02941
35	0.96	24	70.58824	325	0.992667	24.81667	72.9902
40	0.924667	23.1166	67.9902	320	0.954333	23.85833	70.17157
45	0.861667	21.5416	63.35784	315	0.902333	22.55833	66.34804
50	0.839333	20.9833	61.71569	310	0.839667	20.99167	61.7402
55	0.858	21.45	63.08824	305	0.809	20.225	59.48529
60	0.796667	19.9166	58.57843	300	0.839667	20.99167	61.7402
65	0.708	17.7	52.05882	295	0.762667	19.06667	56.07843
70	0.632	15.8	46.47059	290	0.659	16.475	48.45588
75	0.568333	14.2083	41.78922	285	0.598333	14.95833	43.9951
80	0.52	13	38.23529	280	0.522667	13.06667	38.43137
85	0.449	11.225	33.01471	275	0.460667	11.51667	33.87255
90	0.357333	8.93333	26.27451	270	0.354	8.85	26.02941

Tablo 7.2 : $90^0 - 270^0$ Düzlemi İçin Aydınlık Düzeyi ve Işık Şiddetleri

C = 90^0				C = 270^0			
Açı (Derece)	E_{ort} (lx)	Açı (Derece)	E_{ort} (lx)	Açı (Derece)	E_{ort} (lx)	Açı (Derece)	E_{ort} (lx)
0	1.114	27.85	81.91176	360	1.11	27.75	81.61765
5	1.104333	27.60833	81.20098	355	1.106333	27.65833	81.34804
10	1.085	27.125	79.77941	350	1.093667	27.34167	80.41667
15	1.057333	26.43333	77.7451	345	1.074667	26.86667	79.01961
20	1.014	25.35	74.55882	340	1.039667	25.99167	76.44608
25	0.965333	24.13333	70.98039	335	0.997667	24.94167	73.35784
30	0.912	22.8	67.05882	330	0.947667	23.69167	69.68137
35	0.835	20.875	61.39706	325	0.881	22.025	64.77941
40	0.759	18.975	55.80882	320	0.813333	20.33333	59.80392
45	0.671333	16.78333	49.36275	315	0.728667	18.21667	53.57843
50	0.577	14.425	42.42647	310	0.649	16.225	47.72059
55	0.484667	12.11667	35.63725	305	0.547	13.675	40.22059
60	0.388	9.7	28.52941	300	0.447333	11.18333	32.89216
65	0.292	7.3	21.47059	295	0.348333	8.708333	25.61275
70	0.206667	5.166667	15.19608	290	0.25	6.25	18.38235
75	0.131333	3.283333	9.656863	285	0.163333	4.083333	12.0098
80	0.075333	1.883333	5.539216	280	0.102667	2.566667	7.54902
85	0.039667	0.991667	2.916667	275	0.241333	6.033333	17.7451
90	0.028	0.7	2.058824	270	0.035333	0.883333	2.598039

$0^0 - 180^0$ ve $90^0 - 270^0$ düzlemleri için elde edilen bu bilgilerden sonra armatürlerin ışık dağılım eğrileri kolaylıkla çizilebilmektedir. Tablo 7.1 ve Tablo 7.2'deki bilgilerden yararlanılarak deneyde kullanılan armatürler için çizilen ışık dağılım eğrisi Şekil 7.2'de gösterilmektedir.



Şekil 7.2 : Deneyde Kullanılan Armatürlerin Işık Dağılım Eğrileri

7.3.2. Besleme Sistemi

Deneyde kullanılan besleme sistemi kombine sistemdir. Sistemde iki ayrı besleme hattı mevcut olup her hat ayrı bir sigortaya bağlıdır. İki armatürden oluşan bir armatür birimindeki armatürler ayrı besleme hatlarına bağlı olup böylece ilk hat devreye alındığında ilk armatürler ve ikinci hat devreye alındığında ise ikinci armatürler yanmaya başlamaktadır.

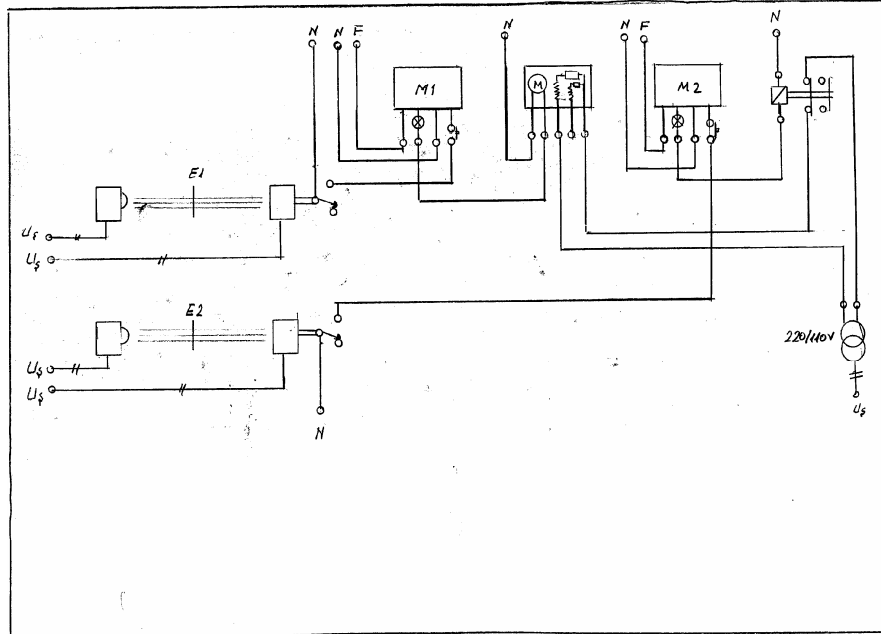
7.3.3. Süre Tespit Düzenegi

Deneylerde sürenin ölçülmesi için merdiven otomatiği, zaman rölesi, kronometre ve fotosellerden oluşturulan bir süre tespit düzeneği kurulmuştur. Bu sistemde toplam 4 adet fotosel bulunmakta ve bu fotoseller deneyin başlangıç ve bitiş noktasında her noktada 2 adet olmak üzere karşı karşıya ve birbirlerini görececek şekilde yerleştirilmişlerdir. Bu sistem sayesinde her deneğin başlangıç noktasından geçerken fotosel ışığını kesmesi ile birlikte kronometre çalışmaya başlamakta ve

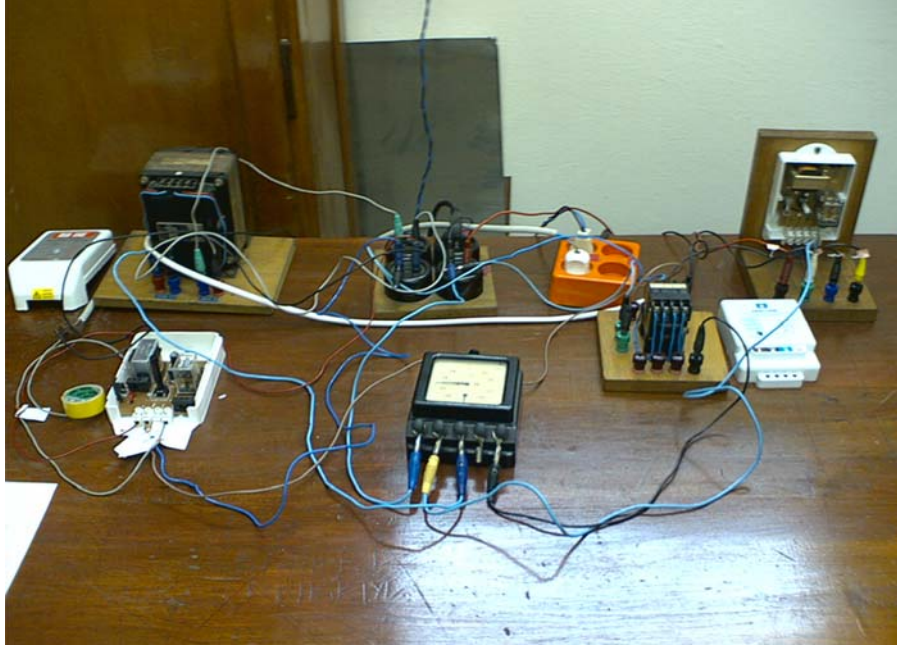
deneğin bitiş noktasından geçerken yine fotosel ışığını kesmesi ile birlikte kronometre durmakta ve böylece süreler tespit edilmektedir. Şekil 7.3’de süre tespitinde kullanılan araçlar ve Şekil 7.4’de süre tespit sisteminin bağlantı şeması ve Şekil 7.5’de ise süre tespit düzeneğinin bağlantı fotoğrafı gösterilmiştir.



Şekil 7.3: Süre Tespiti İçin Kullanılan Cihazlar



Şekil 7.4 : Süre Tespit Sisteminin Bağlantı Şeması



Şekil 7.5: Süre Tespit Sisteminin Bağlantı Fotoğrafi

7.3.4. Çarpma Sayılarının Tespiti

Deneyde deneklerin kaçış yolu boyunca yürümeleri sırasında herhangi bir engel veya nesneye çarpıp çarpmadıkları deney alanının belirli noktalarında ve tüm alanı kapsayacak şekilde yerleştirilen 3 adet kamera ile tespit edilmektedir. Kameralar tüm deney boyunca kayıt yapmakta ve her denek alıştırma odasından çıktığından itibaren son kapıya ulaşıncaya kadar takip edilmektedir. Şekil 7.6’da çarpmaların tespiti için kullanılan kameraların deney koridorundanki yerleştirme şekilleri gösterilmektedir.



Şekil 7.6: Çarpmaların Tespiti İçin Kullanılan Kameralar

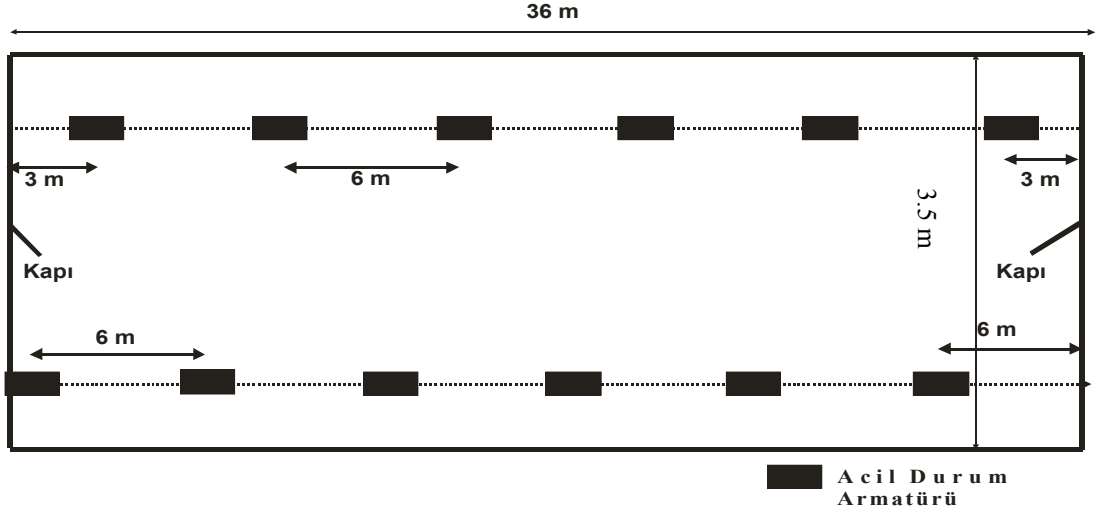
7.3.5. Engeller

Deneylerde kaçış yolu boyunca yerde 18 adet büyük ve 20 adet küçük olmak üzere toplam 38 adet hafif köpük malzemesinden yapılmış engel yerleştirilmiştir.

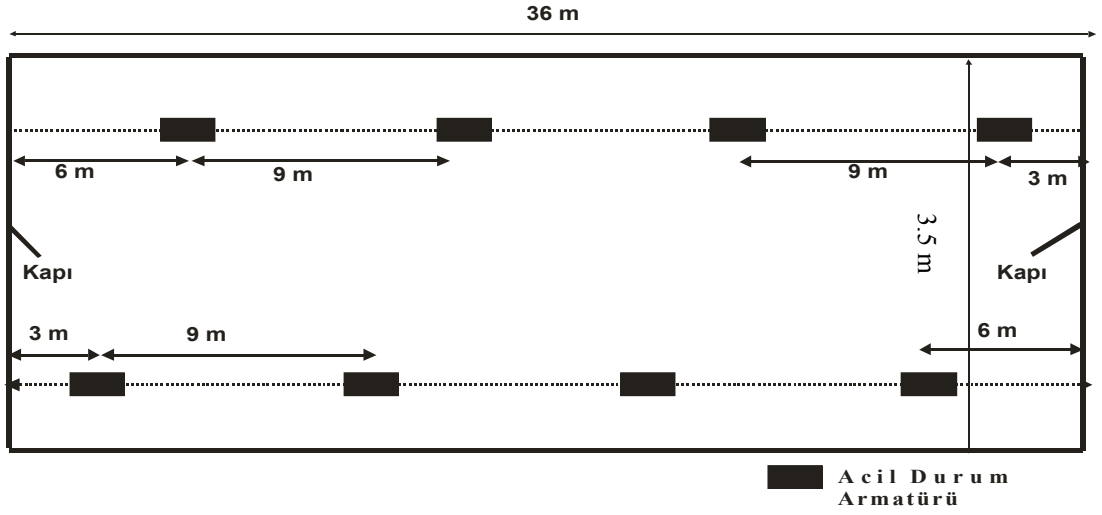
7.4. Aydınlık Düzeyi

Daha önce işaret edildiği gibi deneyde uygulanacak olan aydınlık düzeyleri deney koridoru boyunca birbirlerine paralel şekilde yerleştirilmiş iki sıra üzerinde ve aralarında 3 m mesafe bulunan armatürler tarafından sağlanmaktadır. Bu sıraların her birinde 12 adet olmak üzere toplam 24 adet 2 armatürden oluşan armatür birimi mevcuttur. Her deney için arzu edilen aydınlık düzeylerinin elde edilmesi için bu sıralarda bulunan armatürlerin hangilerinin yakılıp hangilerinin söndürüleceklerine karar vermek için her armatürün farklı yön ve uzaklıklarda yarattığı aydınlık düzeyi tabloları kullanılmıştır. Armatürlerin farklı yön ve uzaklıklarda yarattıkları aydınlık düzeyi tablosu Ek 6'da verilmiştir. Sağlanması amaçlanan her aydınlık düzeyi için armatür yerleştirme planı üzerinde, birbirine paralel iki sıra üzerinde bulunan armatürlerin fotometrik merkezlerinden geçen ve armatürlerin sağ ve sol taraflarında bulunan deney koridorunun yan duvarlarında son bulan hayali çizgiler düşünülmüştür. Bu hayali çizgiler yardımıyla deney koridoru dikdörtgen şeklindeki küçük alanlara bölünmüştür. Bir sonraki aşamada Ek 6'da verilen aydınlık düzeyleri tablosundaki armatürlerin fotometrik merkezi yani $x,y (0,0)$ noktası iki sırada bulunan toplam 24 adet armatürün her birinin fotometrik merkezi üzerinde yerleştirilmiş olup böylece her armatürün deney alanındaki tüm bölgeler üzerinde yarattığı aydınlık düzeyleri tespit edilmiştir. Her bölge için elde edilen bu aydınlık düzeyi dağılımları matrisler şeklinde kaydedilerek tüm armatürlerin o bölge üzerinde yarattıkları aydınlık düzeyi matrisleri birbirine eklenmiş ve her bölgedeki toplam aydınlık düzeyi tespit edilmiştir. Daha sonra deney alanındaki tüm bölgeler için elde edilen aydınlık düzeylerinin ortalaması alınarak bu ortalama aydınlık düzeyi, sağlanması arzu edilen aydınlık düzeyi değeri ile karşılaştırılmış ve bu karşılaştırmadan çıkan sonuca göre istenilen ortalama aydınlık düzeyine kabul edilebilir yakınlıktaki bir aydınlık düzeyi değerine ulaşıncaya kadar bazı armatürler devreden çıkarılarak yukarıdaki işlemler tekrarlanmıştır. Deneyde acil durum aydınlık düzeyleri olarak 5 lx, 3 lx ve 1 lx ortalama aydınlık düzeyleri uygulanmaktadır. Şekil 7.7, Şekil 7.8 ve Şekil 7.9'da bu aydınlık düzeylerinin her

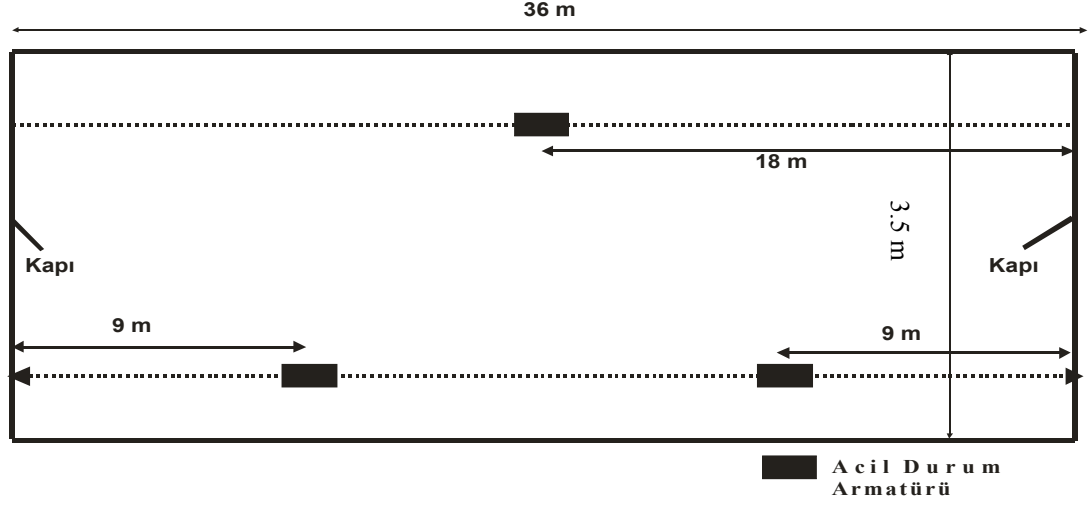
birinin sağlanması için yukarıda bahsedilen yöntem ile elde edilen armatür yerleştirme planları gösterilmiştir.



Şekil 7.7: 5 lx İçin Armatür Yerleştirme Planı



Şekil 7.8: 3 lx İçin Armatür Yerleştirme Planı



Şekil 7.9: 1 lx İçin Armatür Yerleştirme Planı

7.4.1. Ölçümler

Asıl deneyden önce istenilen aydınlık düzeyinin pratikte de sağlanıp sağlanmadığının kontrol edilmesi için her aydınlık düzeyi seviyesi için armatürler, teorik hesplardan elde edilen uzaklık değerlerine göre ayarlanarak deney koridoru boyunca işaretlenen ölçüm noktalarında aydınlık düzeyi ölçümleri yapılmıştır.

Aydınlık düzeyi ölçümleri lüksmetre yardımı ile, koridor genişliğinde birbirinden eşit uzaklıklarda (0.6 m) bulunan toplam 5 nokta ve koridor boyunca yine eşit uzaklıklarda (0.6 m) bulunan 57 nokta olmak üzere toplam 199 noktada yapılmış olup bu noktalarda ölçülen aydınlık düzeylerinin ortalaması alınmıştır. Bu ortalama değerler her aydınlık düzeyi seviyesi için teorik olarak elde edilen bilgileri doğrular nitelikte olup böylece asıl deneyde hedeflenen aydınlık düzeylerinin sağlanmış olduğu anlaşılmaktadır. 5 lx, 3 lx ve 1 lx aydınlık düzeyleri için yapılan ölçümlerden elde edilen sonuçlar Ek 4'de verilmiştir.

7.5. Deney Süreci

Daha önce de belirtildiği gibi deneye 45 yaş üstü ve 45 yaş altı grubundan toplam 20 kişi katılmıştır. Deneyde 45 yaş üstü denek grubundan yararlanılmasının sebebi bu yaş grubundaki deneklerin aydınlık düzeyi gereksinimleri açısından en kötü koşulları temsil edip daha genç deneklere göre aynı işleri yapmak için daha yüksek aydınlık düzeylerine ihtiyaç duymaları ve dolayısıyla gerçek bir acil durum aydınlatma sisteminin tasarlanması sırasında sistemin bu yaş grubunda yer alan

kişilerin ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde tasarlanması gerektiğinden kaynaklanmaktadır.

Daha önce de bahsedildiği gibi renk körlüğü ve görme keskinliği en çok karşılaşılan görme sorunlarını oluşturmaktadır. Deneye katılan deneklerin görme ile ilgili herhangi bir problemlerinin olup olmadığının belirlenmesi amacıyla deneyden önce deneye katılan tüm deneklere renk körlüğü ve görme keskinliği testleri uygulanmış olup böylece görmelerinde herhangi bir problemin olup olmadığı tespit edilmiştir. Yapılan bu testlerin sonucunda 1 denekte renk körlüğü tespit edilmiş olup görme keskinliği testinin sonuçları ise Tablo 7.3’de gösterilmiştir. Ayrıca deney sonuçları ile bir karşılaştırmanın yapılabilmesi amacıyla her denneğin normal koşullarda aynı kaçış yolunu katetmek için ihtiyaç duyduğu sürelerin belirlenmesi için aynı alanda ve normal aydınlatma şartları altında bir gündüz yürüme testi yapılmış olup deneklerden aynı kaçış yolunu içinde engeller bulunmadan ve normal aydınlatma şartları altında yürümeleri istenmiştir. Bu testin sonuçları ise Tablo 7.4’de gösterilmiştir. Deneklere uygulanan renk körlüğü ve görme keskinliği testlerinin örnekleri sırasıyla Ek 2 ve Ek 3’de verilmiştir.

Tablo 7.3: Deneklere Uygulanan Görme Keskinlik Testinin Sonuçları

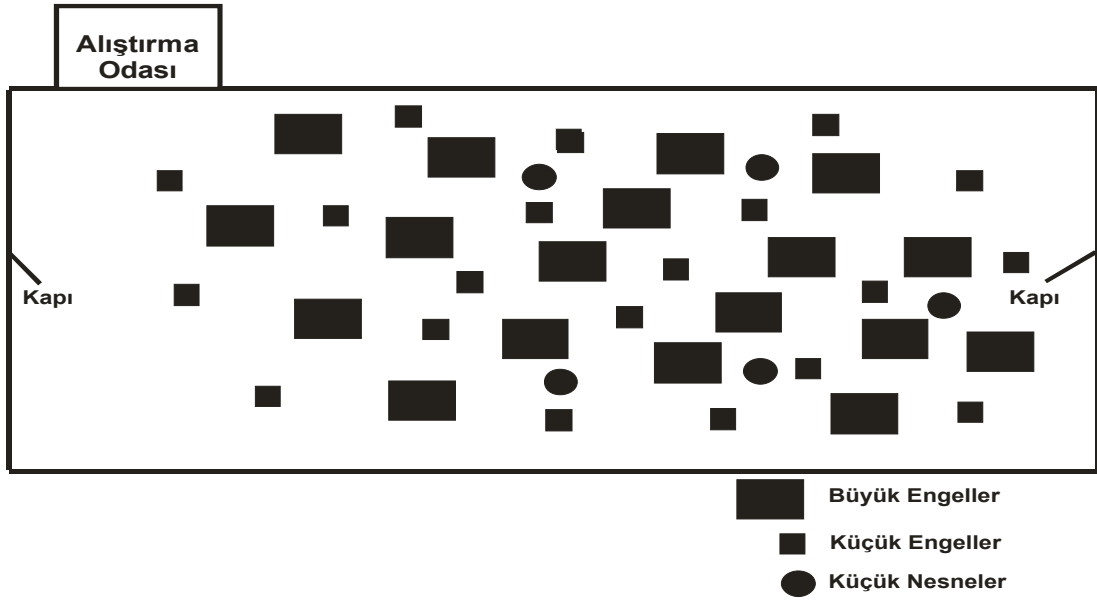
Denek No.	Görme Keskinlik Oranı (%)		
	Sağ Göz	Sol Göz	İki Göz Birlikte
1	79	100	100
2	100	100	100
3	79	63	100
4	100	100	100
5	126	126	126
6	100	100	100
7	63	63	79
8	100	100	100
9	50	100	100
10	126	126	126
11	100	100	100
12	159	159	159
13	126	100	126
14	200	200	200
15	63	100	100
16	126	126	126
17	100	100	126
18	100	100	126
19	100	100	100
20	100	100	100

Tablo 7.4: Normal Aydınlatma Koşullarında Yürüme Süreleri

Denek No.	Normal Aydınlatma Yürüme Süresi (s)
1	19.5
2	19
3	19
4	19
5	23.5
6	24
7	17
8	25
9	18.5
10	20.5
11	20.5
12	22
13	19
14	20
15	22
16	16
17	19
18	20
19	17
20	21

Deney süreci şu şekilde gerçekleşmiştir : Deneyden önce denekler öncelikli olarak 2-3 dakika süre ile 600 lx ile aydınlatılan bir alıştırmaya odasında bekletilmişlerdir. Deneyde 5 lx, 3 lx ve 1 lx acil durum aydınlatma aydınlık düzeyleri uygulanmış olup her aşamada deneklerden yangın gibi gerçek bir acil durumun oluştuğunu düşünmeleri ve buna göre gerçek bir yangından kaçır gibi alıştırmaya odasından çıkarak kaçış yolu boyunca mümkün olduğunca dikkatli ve hızlı bir şekilde ve yerde bulunan herhangi bir engel veya nesneye çarpmamaya çalışarak

kaçış yolunun sonuna kadar yürümeleri istenmiştir. Deneylerde süre ve çarpmaların sayısı tespit edilmiştir. Ayrıca deney şartlarının gerçek acil durum koşullarına benzetilmesi amacıyla deneklerin üzerindeki psikolojik baskının artırılması ve fikirlerinin meşgul edilmesi amacıyla deney alanının belirli yerlerinde CD, gazete ve dergi gibi bazı küçük nesneler yerleştirilmiş olup deneklerden kaçışları sırasında etraflarına dikkat etmeleri ve kaçış yolunda gördükleri nesneleri akıllarında tutmaları istenmiştir. Şekil 7.10’da engeller ve küçük nesnelerin bulunduğu deney alanının bir planı gösterilmektedir.



Şekil 7.10: Deney Alanındaki Engel ve Nesnelerin Yerleştirme Planı

Yukarıda zikredilen alışma sürelerinin dolmasından sonra denekler alıştırma odasından çıkarak kaçış yolunun diğer ucuna doğru yürümeye başlamışlardır. Her deneğin kaçış yolunun sonunda bulunan kapıdan çıkması ile zaman tespit sistemi süreyi kaydetmiştir. Her deneyden sonra deneklere katıldıkları deney ile ilgili bir anket yapılmış olup deney ile ilgili fikirleri alınmıştır. Yapılan anketlerin bir örneği Ek 5’de verilmiştir. Deney alanının bir fotoğrafı Şekil 7.11’de gösterilmiştir.



Şekil 7.11: Deney Alanının Fotoğrafi

7.6. Sonuçlar

Deneylerden elde edilen sonuçlar, süre, çarpma sayısı ve yapılan anketlere göre deneylerin denekler üzerindeki etkileri olmak üzere 3 başlık altında incelenebilmektedir.

7.6.1. Süre

Yapılan deneylerde deneklerin farklı acil durum aydınlatma aydınlık düzeylerinde kaçış yolunu katetmek için ihtiyaç duydukları süreler Tablo 7.5’de gösterilmektedir.

Tablo 7.5: Süreler

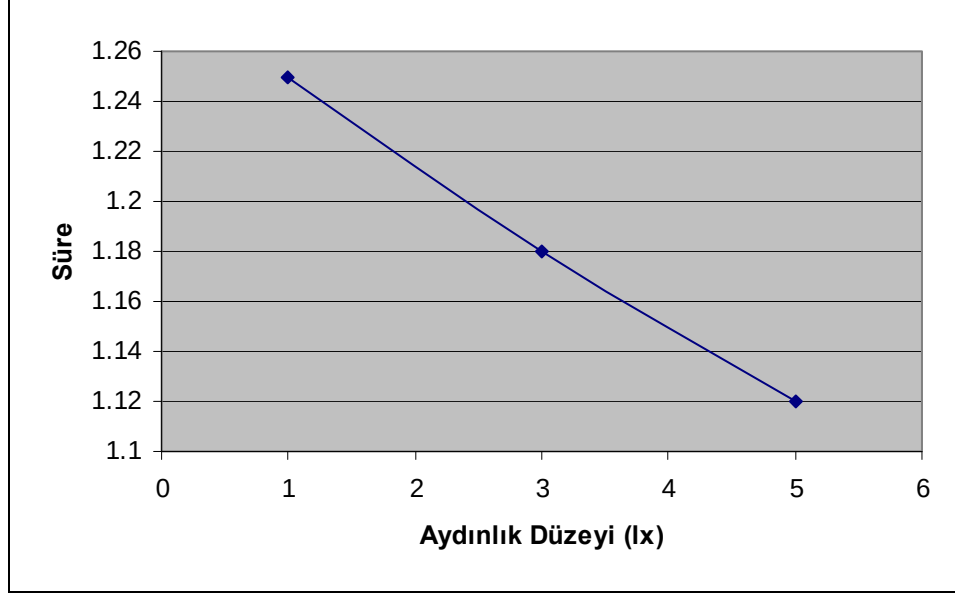
Denek No.	Acil Durum Aydınlatma Aydınlık Düzeyi (lx)		
	5	3	1
1	22	25.5	27
2	14	25.5	23
3	26	29	28
4	25	23	27
5	25.5	30.5	31
6	21	24	25
7	21.5	22	25
8	24.5	26	27.5
9	24	24	26
10	23	24	26
11	22	25	26
12	23	22.5	24
13	20.5	20	22
14	25	22	24
15	19	23	20.5
16	20.5	20.5	22
17	23.5	20	22.5
18	25	19	24
19	21	23	25
20	21	23	22.5

Tablo 7.5’de verilen değerler yapılan deneylerden elde edilen değer olup farklı aydınlık düzeylerinin her deneğin yürüme süresi üzerinde yaratmış olduğu etkilerin incelenebilmesi ve her deneğin farklı aydınlık düzeylerindeki yürüme süresinin kendisinin normal koşullarda aynı yolu yürümek için ihtiyaç duyduğu süre ile karşılaştırılabilmesi için deneklerin farklı acil durum aydınlatma aydınlık düzeylerindeki yürüme sürelerinin gündüz yürüme test sonuçlarına bölünmesi gerekmektedir. Tablo 7.6’da her denek için farklı aydınlık düzeylerindeki yürüme süresinin aynı deneğe ait gündüz yürüme süresine bölünmesinden elde edilen sonuçlar gösterilmektedir.

Tablo 7.6: Sürelerin Karşılaştırma Sonuçları

Denek No.	Farklı Aydınlık Düzeylerindeki Sürelerin Gündüz Yürüme Sürelerine Bölünme Sonuçları		
	5	3	1
1	1.13	1.30	1.38
2	0.73	1.34	1.21
3	1.37	1.52	1.47
4	1.31	1.21	1.42
5	1.1	1.30	1.32
6	0.87	1	1.04
7	1.26	1.30	1.47
8	0.98	1.04	1.1
9	1.30	1.30	1.40
10	1.12	1.17	1.27
11	1.07	1.22	1.27
12	1.04	1.02	1.09
13	1.08	1.05	1.15
14	1.25	1.1	1.2
15	0.86	1.04	0.93
16	1.28	1.28	1.37
17	1.23	1.05	1.18
18	1.25	0.95	1.2
19	1.23	1.35	1.47
20	1	1.09	1.07

Tablo 7.6'daki değerler dikkate alındığı takdirde deneklerin 5 lx acil durum aydınlatma aydınlık düzeyinde aynı mesafeyi katetmek için normal aydınlatma şartlarına nazaran ortalama olarak 1.12 kat daha fazla zamana ihtiyaç duydukları görülmektedir. Bu oran 3 lx acil durum aydınlatma aydınlık düzeyi için ortalama 1.18 kat ve 1 lx acil durum aydınlatma aydınlık düzeyi için ortalama olarak 1.25 kat olmaktadır. Şekil 7.12'de ihtiyaç duyulan süreler ile aydınlık düzeyindeki değişiklikler arasındaki ilişki gösterilmiştir.



Şekil 7.12: Aydınlik Düzeyi – Süre İlişkisi

Yukarıdaki bilgiler göz önünde bulundurulduğunda aydınlık düzeyinin azalması ile birlikte deneklerin aynı mesafeyi yürümek için normal aydınlatma şartlarına göre daha çok zamana ihtiyaç duydukları sonucu elde edilmektedir. Ayrıca aydınlık düzeylerinin azalması ile birlikte bu süreler giderek artmaktadır.

7.6.2. Çarpma Sayısı

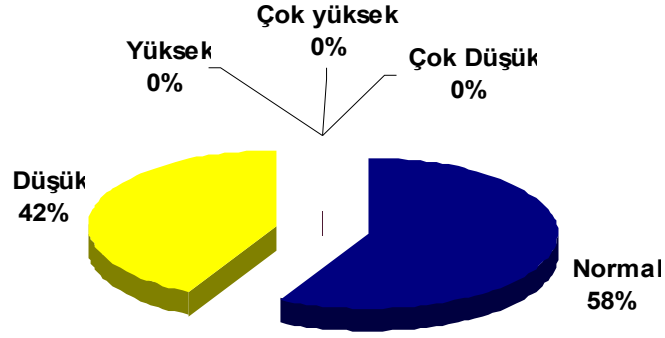
Yapılan deneylerde uygulanan aydınlık düzeylerinin hiç birinde deneklerin yerdeki engel veya nesnelere çarpmadıkları tespit edilmiştir. Dolayısıyla herhangi bir engel veya nesneye çarpma açısından 1 lx ortalama aydınlık düzeyinin acil durum aydınlatması için yeterli olduğu sonucu elde edilebilmektedir.

7.6.3. Deneylerin Denekler Üzerindeki Etkileri

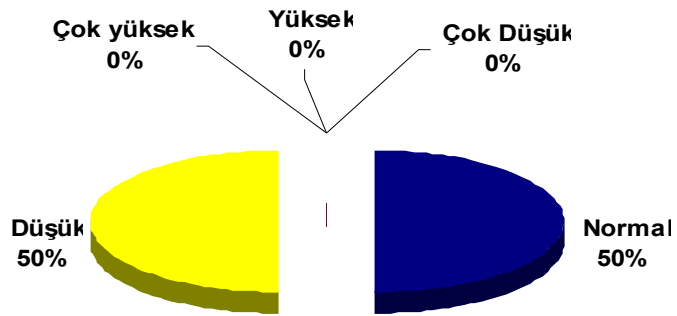
Bu bölümde deneklerin deneylerin sonunda yapılan anketlere vermiş oldukları yanıtlar dikkate alınarak deneylerin denekler üzerindeki etkileri incelenmektedir. Yapılan anketlerin bir örneği Ek 5’de verilmiştir.

7.6.3.1. Kaçış Yolunun Aydınlik Düzeyi

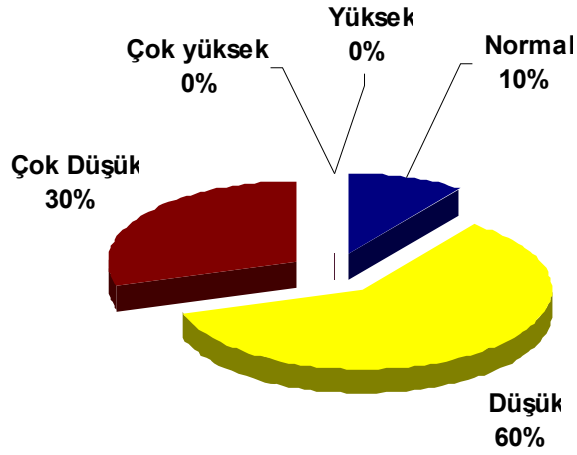
Yapılan anketlerde ortalama 5 lx, 3 lx ve 1 lx acil durum aydınlatma aydınlık düzeylerinde deneklerin “Ağıştırma odasından çıktığınızda koridorun aydınlık düzeyini nasıl buldunuz?” sorusuna verdikleri yanıtların dağılımı sırasıyla Şekil 7.13, Şekil 7.14 ve Şekil 7.15’de gösterilmiştir.



Şekil 7.13: Deneklerin 5 lx Aydınlik Düzeyini Değerlendirme Sonuçları



Şekil 7.14: Deneklerin 3 lx Aydınlik Düzeyini Değerlendirme Sonuçları



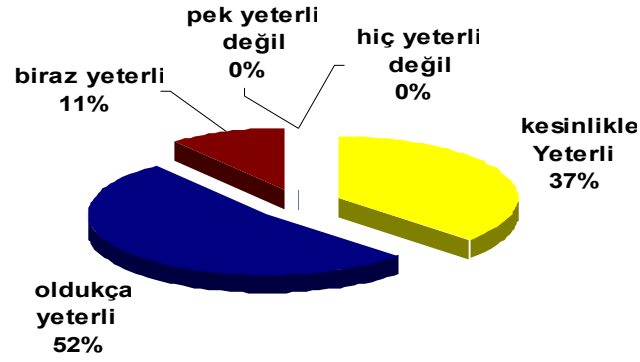
Şekil 7.15: Deneklerin 1 lx Aydınlik Düzeyini Değerlendirme Sonuçları

Yukarıdaki veriler deneklerin vermiş oldukları yanıtların aydınlık düzeyinin azalması ile doğru orantılı olarak değiştiğini göstermektedir. Örnek olarak 5 lx aydınlık düzeyinde deneklerin %58'i bu aydınlık düzeyini normal olarak değerlendirirken 1 lx aydınlık düzeyinde bu aydınlık düzeyini normal olarak

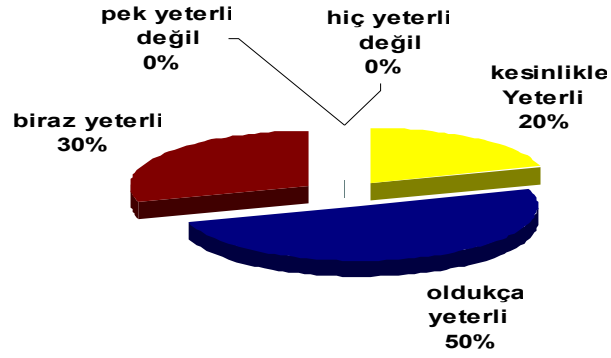
değerlendirenlerin oranı %10'a düşmüş olup deneklerin %60'ı 1 lx aydınlık düzeyini düşük olarak değerlendirmişlerdir.

7.6.3.2. Aydınlık Düzeylerinin Engellerin Fark Edilmesi İçin Yeterliliği

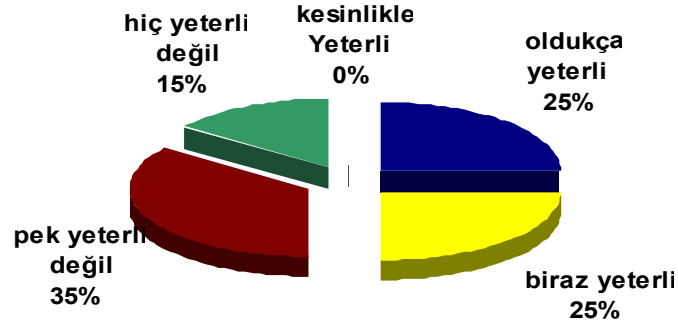
5 lx, 3 lx ve 1 lx aydınlık düzeylerinde deneklerin “Koridor boyunca sağlanan aydınlık düzeyi yerdeki engelleri kolayca fark edebilmeniz için yeterli miydi?” sorusuna verdikleri yanıtların dağılımı Şekil 7.16, Şekil 7.17 ve Şekil 7.18’de gösterilmiştir.



Şekil 7.16: Deneklerin 5 lx Aydınlık Düzeyinin Engellerin Fark Edilmesi İçin Yeterliliği Konusundaki Değerlendirmeleri



Şekil 7.17: Deneklerin 3 lx Aydınlık Düzeyinin Engellerin Fark Edilmesi İçin Yeterliliği Konusundaki Değerlendirmeleri

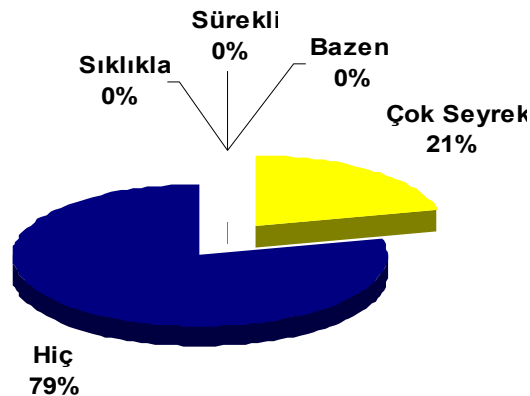


Şekil 7.18: Deneklerin 1 lx Aydınlık Düzeyinin Engellerin Fark Edilmesi İçin Yeterliliği Konusundaki Değerlendirmeleri

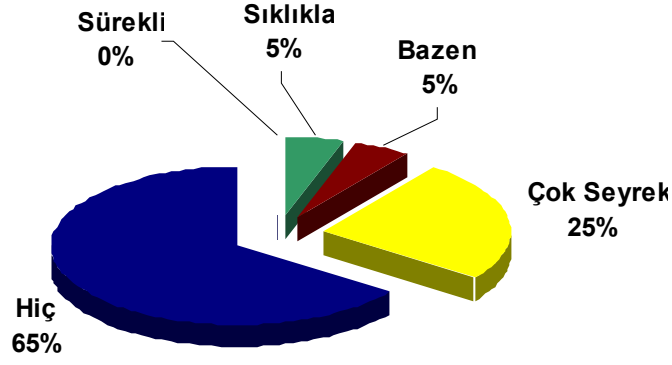
Bu sonuçlar dikkate alındığında aydınlık düzeyinin azalması ile birlikte engellerin fark edilmesinin zorlaştığı sonucu elde edilebilmektedir. Örnek olarak 5 lx aydınlık düzeyini engellerin fark edilmesi açısından kesinlikle veya oldukça yeterli bulan deneklerin oranı %89 iken bu oran 1 lx aydınlık düzeyinde %25'e düşmüş olup öte yandan 5 lx aydınlık düzeyinin hiç yeterli olmadığını veya pek yeterli olmadığını savunanların oranı %0 iken bu oran 1 lx aydınlık düzeyinde %50'ye yükselmiştir.

7.6.3.3. Acil Durum Armatürlerinden Kaynaklanan Kamaşma

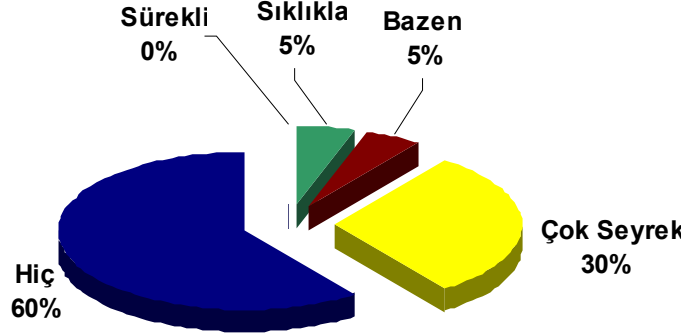
Deneylerden sonra yapılan anketlerde “Deney sırasında koridordan geçerken acil durum armatürlerinden kaynaklanan bir kamaşma yaşadınız mı?” şeklinde sorulan soruya deneklerin vermiş oldukları yanıtların dağılımı Şekil 7.19, Şekil 7.20 ve Şekil 7.21'deki gibidir.



Şekil 7.19: Deneklerin 5 lx Aydınlık Düzeyindeki Armatür Kamaşması Yorumları



Şekil 7.20: Deneklerin 3 lx Aydınlık Düzeyindeki Armatür Kamaşması Yorumları



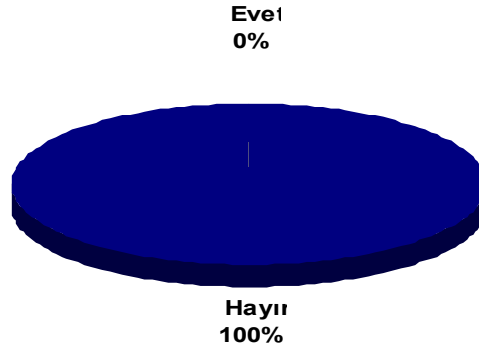
Şekil 7.21: Deneklerin 1 lx Aydınlık Düzeyindeki Armatür Kamaşması Yorumları

Şekil 7.19, Şekil 7.20 ve Şekil 7.21’den de görüldüğü gibi her 3 aydınlık düzeyinde deneklerin %90’ı yaşamış oldukları kamaşmayı “Hiç” veya “Çok Seyrek” olarak değerlendirmişlerdir. Deneklerin yapmış oldukları değerlendirmeler dikkate alındığında deneylerde uygulanan her 3 farklı acil durum aydınlatma aydınlık düzeyi seviyesinde deneklerin en fazla %10’unun acil durum armatürlerinden kaynaklanan bir kamaşma yaşamış olduğu sonucu elde edilmektedir. Dolayısıyla deneylerde istenilen aydınlık düzeylerinin sağlanması amacıyla kullanılan armatürlerin kamaşma açısından uygun olduğu ve neredeyse kamaşmaya yol açmadığı sonucu elde edilmektedir.

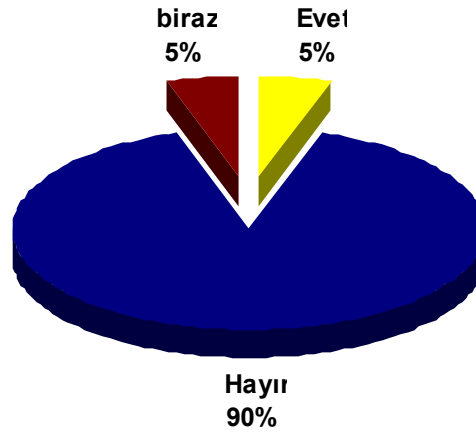
7.6.3.4. Kaçış Yolu Boyunca Yerden Kaynaklanan Yansımalar

Deneylerin sonunda deneklere ayrıca deney sırasında yerden kaynaklanan herhangi bir yansıma ve buna bağlı olarak bir kamaşma yaşayıp yaşamadıkları sorulmuştur. Deneklerin “Deney sırasında koridordan geçerken yerden kaynaklanan

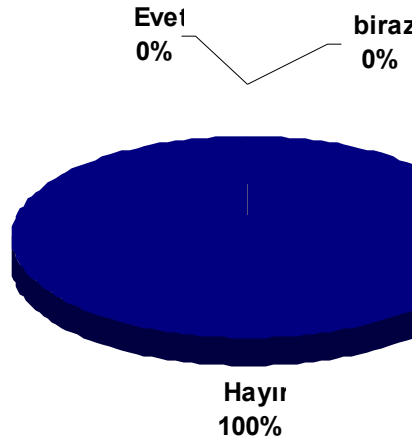
yansımadan dolayı kamaşma yaşadınız mı?” sorusuna verdikleri yanıtların dağılımı Şekil 7.22, Şekil 7.23 ve Şekil 7.24’de gösterilmektedir.



Şekil 7.22: Deneklerin 5 lx Aydınlık Düzeyindeki Yer Yansıma Yorumları



Şekil 7.23: Deneklerin 3 lx Aydınlık Düzeyindeki Yer Yansıma Yorumları



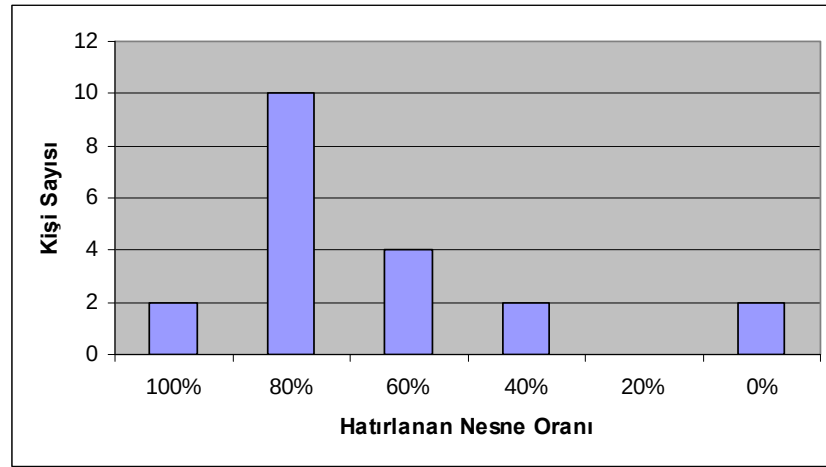
Şekil 7.24: Deneklerin 1 lx Aydınlık Düzeyindeki Yer Yansıma Yorumları

Deneklerin bu soruya vermiş oldukları yanıtlar dikkate alındığı takdirde deneylerde denekleri rahatsız eden yerden kaynaklanan herhangi bir yansımanın

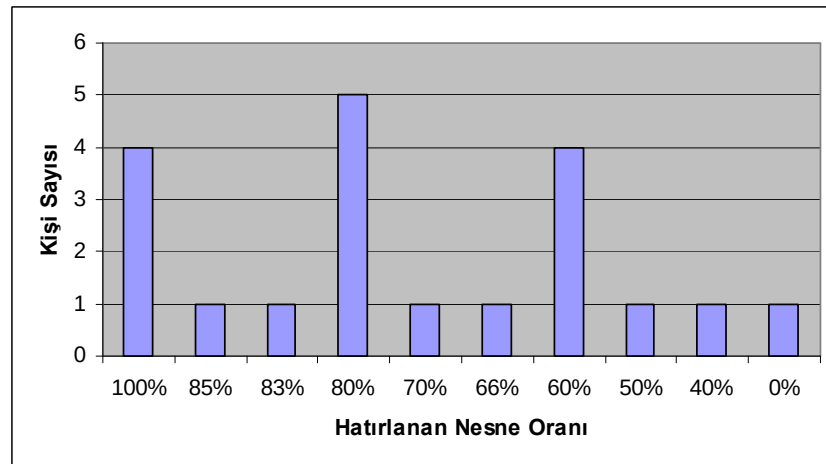
meydana gelmediği veya bu yansımanın çok düşük ölçülerde olup dolayısıyla yer kaplama malzemesinin yansıtma açısından uygun bir malzeme olduğu sonucu elde edilmektedir.

7.6.3.5. Küçük Nesneler

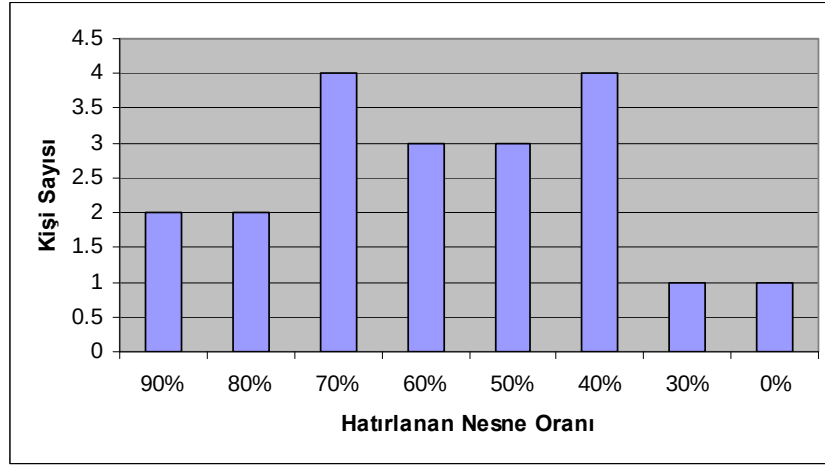
Daha önce de bahsedildiği gibi deney koridoru boyunca bazı küçük nesneler yerleştirilmiş olup deneylerden sonra deneklerden hatırladıkları nesneleri yazmaları istenmiştir. Şekil 7.25, Şekil 7.26 ve Şekil 7.27 deneklerin her deneyde yerdeki nesneleri hatırlama oranlarını göstermektedir.



Şekil 7.25: Deneklerin 5 lx Aydınlik Düzeyinde Hatırladıkları Nesneler



Şekil 7.26: Deneklerin 3 lx Aydınlik Düzeyinde Hatırladıkları Nesneler

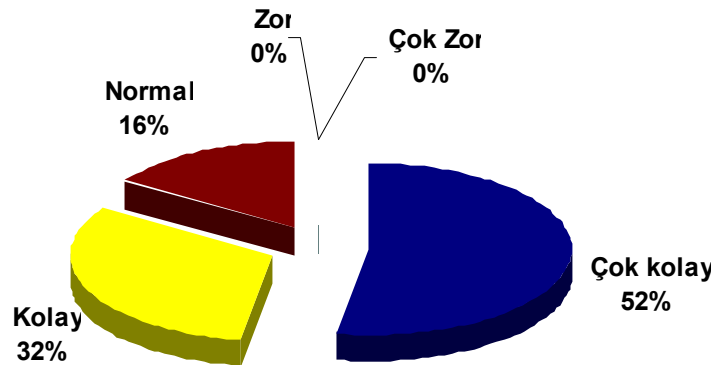


Şekil 7.27: Deneklerin 1 lx Aydınlik Düzeyinde Hatırladıkları Nesneler

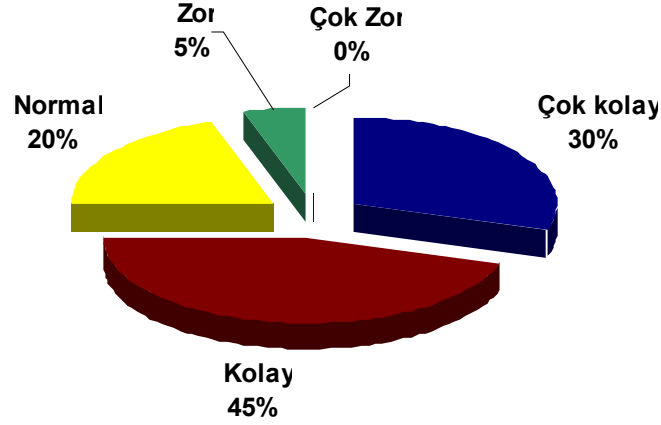
Deneklerin her deneyden sonra hatırladıkları nesnelerin sayısı o deneyde uygulanan aydınlık düzeyi ile ilgili bir yorumda bulunmak için güvenilir bir faktör olmayıp biraz da deneklerin o anki psikolojik durumları ve etraflarına ne derece dikkatli baktıklarına bağlı olmakla birlikte yine de 1 lx acil durum aydınlatma aydınlık düzeyinde diğer aydınlık düzeylerine nazaran nesnelerin hatırlanma oranlarının azalmış olduğu sonucu elde edilmektedir.

7.6.3.6. Deneylerin Zorluk Derecesi

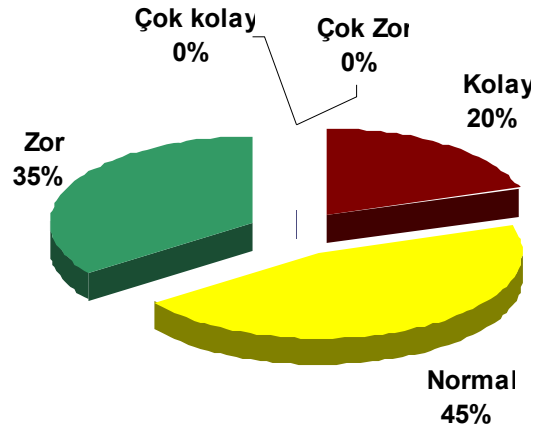
Her deneyden sonra yapılan anketlerde deneklere “Mevcut aydınlatma koşulları altında tamamlamış olduğunuz deneyin zorluk derecesini lütfen belirtiniz” şeklinde bir soru yöneltilmiştir. Deneklerin bu soruya vermiş oldukları yanıtların dağılımı Şekil 7.28, Şekil 7.29 ve Şekil 7.30’da gösterilmektedir.



Şekil 7.28: Deneklerin 5 lx Aydınlik Düzeyi İçin Zorluk Derecesi Yorumları



Şekil 7.29: Deneklerin 3 lx Aydınlik Düzeyi İçin Zorluk Derecesi Yorumları



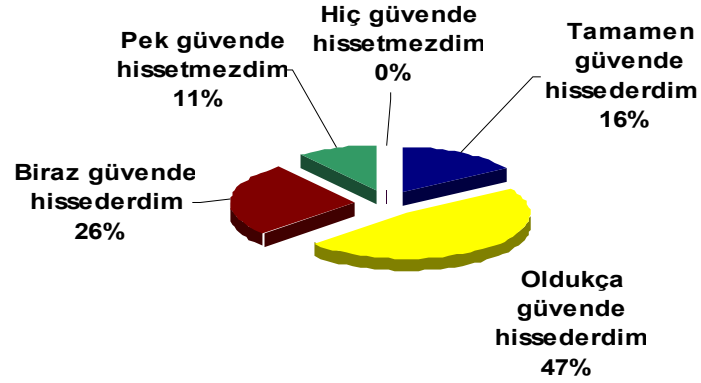
Şekil 7.30: Deneklerin 1 lx Aydınlik Düzeyi İçin Zorluk Derecesi Yorumları

Yukarıdaki veriler doğrultusunda 5 lx acil durum aydınlık düzeyinin uygulandığı deneyin deneklere göre en kolay deney olduğu sonucu elde edilmektedir. Denekler aydınlık düzeyinin azalması ile birlikte deneylerin zorlaştığını belirtmişlerdir. Örnek olarak 5 lx aydınlık düzeyinde yapılan deneyi “Çok kolay” veya “Kolay” olarak nitelendiren deneklerin oranı %84 iken bu oran 1 lx aydınlık düzeyinin uygulandığı deneyde %20’ye inmiştir. Öte yandan 5 lx aydınlık düzeyinin uygulandığı deneyi deneklerin hiçbiri “Çok Zor” veya “Zor” olarak yorumlamamış iken bu oran 1 lx aydınlık düzeyinin uygulandığı deneyde %35’e çıkmıştır.

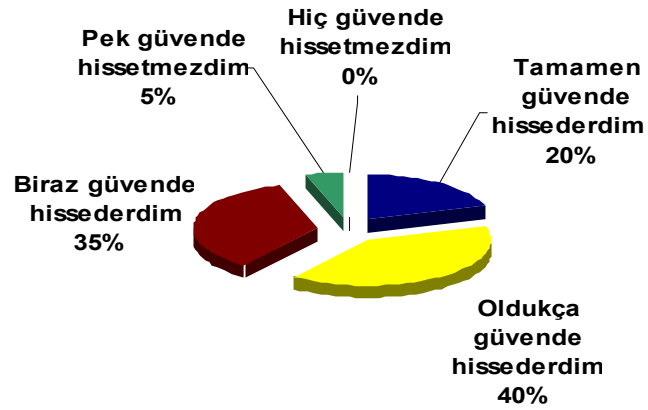
7.6.3.7. Deneylerin Denekler Üzerindeki Psikolojik Etkileri

Deneylerden sonra gerçekleştirilen anketlerde deneklere “Gerçek bir acil durumda (yangın, deprem, patlama, vs.) bu koridoru kaçış yolu olarak kullanmanız gerekseydi, mevcut aydınlık düzeylerinde kendinizi güvende hisseder

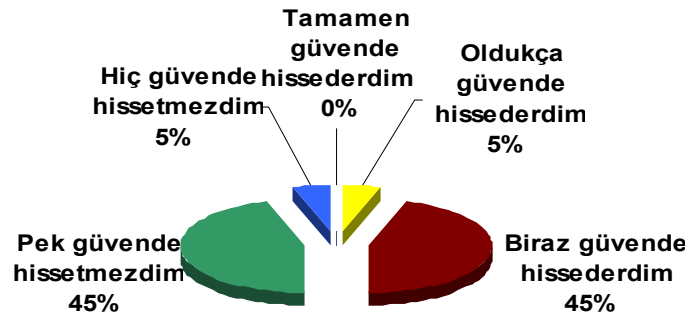
miydiniz?” şeklinde bir soru sorulmuştur. Şekil 7.31, Şekil 7.32 ve Şekil 7.33 deneklerin bu soruya vermiş oldukları yanıtların dağılımını göstermektedir.



Şekil 7.31: Deneklerin 5 lx Aydınlık Düzeyindeki Deney Hakkındaki Psikolojik Baskı Yorumları



Şekil 7.32: Deneklerin 3 lx Aydınlık Düzeyindeki Deney Hakkındaki Psikolojik Baskı Yorumları



Şekil 7.33: Deneklerin 1 lx Aydınlık Düzeyindeki Deney Hakkındaki Psikolojik Baskı Yorumları

Bu soruya verilen yanıtlar aydınlık düzeyinin azalması ile birlikte deneklerdeki güven hissinin de azaldığını ve deneklerin kendilerini en fazla 5 lx aydınlık düzeyinin uygulandığı deneyde güvende hissettiklerini göstermektedir. Örnek olarak 5 lx aydınlık düzeyinde “Tamamen güvende hissederdim” veya “Oldukça güvende hissederdim” yanıtını verenlerin oranı %63 iken bu oran 1 lx aydınlık düzeyinde %5’e inmiş olup diğer yandan “Hiç güvende hissetmezdim” veya “Pek güvende hissetmezdim” yanıtını verenlerin oranı 5 lx aydınlık düzeyinde %11 iken bu oran 1 lx aydınlık düzeyinde %50’ye yükselmiştir. Buna göre genel bir sonuç olarak aydınlık düzeyinin azalması ile birlikte denekler üzerindeki psikolojik baskının arttığı ve insanların kendilerini güvende hissetme oranlarının azaldığı sonucu elde edilebilmektedir.

8.Sonuç ve Tartışma

Bu tez çalışmasının temel amacı Acil Durum Aydınlatması konusunu ele alarak bu konuyu farklı yönleri ile incelemek ve gerçekleştirilen deneylerden elde edilen bilgiler sayesinde teorik bilgilerin pratik olarak incelenmesi ve sonuç olarak bir acil durum sırasında devreye girerek insanların güvenliğini ve önemli faaliyetlerin zarara uğramadan devam etmesini veya sonlandırılmasını sağlayan Acil Durum Aydınlatması için en uygun aydınlık düzeylerinin bulunması ve uygulanan farklı aydınlık düzeylerinin acil durumlar sırasında insanlar üzerindeki etkilerinin incelenmesi olarak belirlenmişti.

Sıklıkla yaşanan elektrik kesintileri ve ayrıca tanık olduğumuz çok sayıdaki depremler, seller ve diğer doğal olaylar göz önünde bulundurulduğu takdirde günümüzde gün geçtikçe daha da karmaşık yapılara sahip olmaya başlayan endüstriyel tesisler, işyerleri ve genel olarak küçük ev ve konutların dışında insanların bulundukları neredeyse her yerde gerek insanların güvenliğini sağlanması ve gerekse önemli işlem ve faaliyetlerin geniş çaplı zararlar veya tehlikelere neden olmasının engellenmesi açısından Acil Durum Aydınlatması gözardı edilemeyecek bir önem kazanmıştır. Acil Durum Aydınlatması konusunda dikkate alınması gereken en önemli konular olarak bu sistemlerin mekanlarda yapılan faaliyetler ve mekanda bulunan insanların fiziksel ve psikolojik durumlarına göre devreye girme sürelerinin doğru bir şekilde ayarlanması ve her alan için uygun görülen aydınlık düzeylerinin sağlanması için kullanılan armatürlerin kamaşmaya yol açmayacak türden seçilmesi gerektiğine işaret edilebilmektedir.

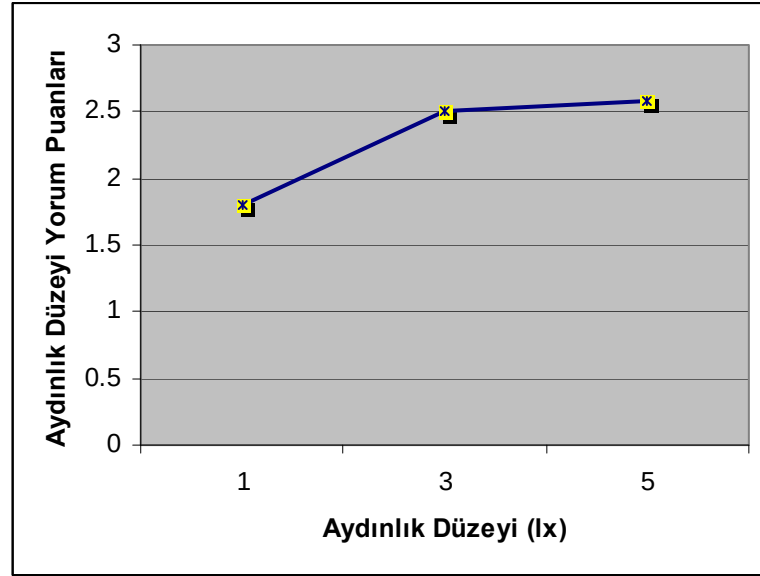
Bir Acil Durum Aydınlatma sisteminin temel bileşenleri kaçış işaretleri ve acil durum armatürleridir. Kurulan bir Acil Durum Aydınlatma sisteminde kullanılan kaçış işaretleri ve armatürlerin sistemin kurulduğu alanın özelliklerine uygun olması gerekmektedir. Ayrıca sistemin kurulduğu alanın genişliği, kullanım amacı ve fiziksel koşullarına bağlı olarak farklı besleme sistemleri arasından en uygun besleme sisteminin seçilmesi gerekmektedir. Besleme sistemleri seçilirken

jeneratörlerin güç kaynağı olarak kullanılması halinde bu jeneratörlerin kurulan sistemin devreye girme sürelerini karşılayabilecek tipten seçilmesi gerekmektedir.

Daha önce Acil Durum Aydınlatması ile ilgili yapılmış olan çalışmalar Acil Durum Aydınlatması için gerekli olan maksimum aydınlık düzeyinin 1.5 lx, gerekli minimum aydınlık düzeyinin yaklaşık olarak 0.30 lx ve gerekli ortalama aydınlık düzeyinin insanlar üzerindeki baskı ve psikolojik durumlarına bağlı olarak farklı değerler alabildiğini, insanlar üzerindeki baskının artması ile birlikte gerekli ortalama aydınlık düzeyinin de arttığını ve yapılan örnek çalışmalar için bu değişim oranının 0.5 lx – 2 lx arasında olabildiğini göstermektedir. Ayrıca bu çalışmalardan elde edilen bilgiler parıltı değişikliklerinin insanın görme sistemini etkilediğini ve parıltının azalması ile birlikte insan gözünün görme oranında bir azalmanın meydana geldiğini göstermiştir. Yine yapılan çalışmalar spektral güç dağılım aralıkları dar olan tek bir ışık yayan diyot gibi ışık kaynaklarının mezopik ve skotopik görme bölgelerinde insanların yerde bulunan engelleri kolayca fark edememelerine neden olduğunu göstermektedir. Bu nedenle gerçekleştirilen Acil Durum Aydınlatma sistemlerinde bu sistemlerin genellikle mezopik ve skotopik görme şartlarının hakim olduğu alanlarda kullanılacağı dikkate alınarak ya spektral güç dağılım aralıkları geniş ışık kaynakları veya spektral güç dağılım aralıkları dar olan birkaç kaynağın birleştirilmesinden elde edilen ışık kaynaklarının kullanılmasının daha uygun olacağı sonucu elde edilmektedir.

Tez çalışmasının son bölümünde mevcut teorik bilgilerin pratik olarak denenmesi ve acil durumlar sırasında insanların davranışları ve Acil Durum Aydınlatma sisteminin insanlar üzerindeki etkilerinin incelenmesi amacıyla gerçekleştirilen deneylerde ortalama 5 lx, 3 lx ve 1 lx Acil Durum Aydınlatma aydınlık düzeyleri uygulanmıştır. Aydınlık düzeylerinin sağlanması için spektral güç dağılım aralıkları geniş olan floresan lambalar kullanılmıştır. Uygulanan aydınlık düzeylerinin hiç birinde deneye katılan deneklerin hiç biri yerde bulunan engellere çarpmamıştır. Bu nedenle ortalama 1 lx aydınlık düzeyinin insanların yerde mevcut olan engelleri fark etmeleri için yeterli bir aydınlık düzeyi olduğu sonucuna varmak mümkündür. Ayrıca 1 lx aydınlık düzeyinde insanlar aynı mesafeyi katetmek için normal şartlara nazaran %25 daha fazla zamana ihtiyaç duymuşlardır. Deneye katılan deneklerin çoğu 5 lx ve 3 lx aydınlık düzeylerinin yerdeki engellerin fark edilmesi için yeterli olduğunu beyan etmiş olup 1 lx aydınlık düzeyini engellerin fark edilmesi

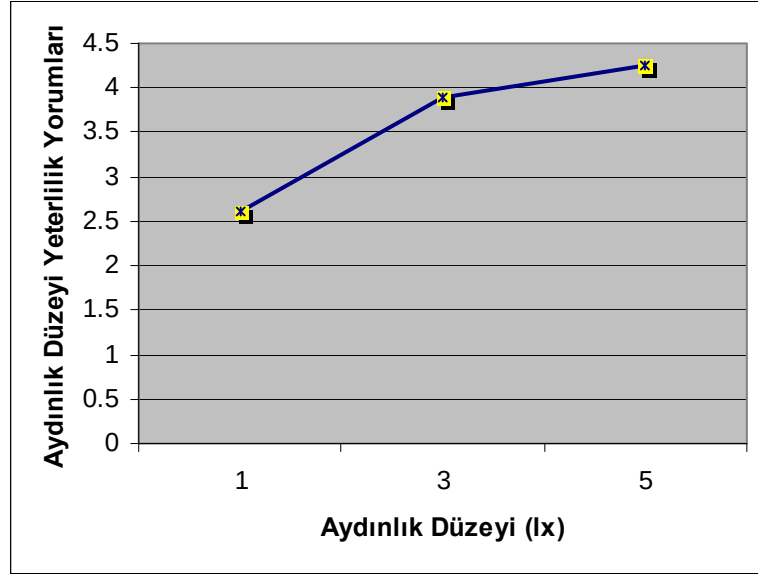
için düşük bir aydınlık düzeyi olarak yorumlamışlardır. 5 lx, 3 lx ve 1 lx aydınlık düzeylerinde deneye katılan deneklere uygulanan aydınlık düzeylerini nasıl buldukları sorulmuş ve deneklere “Çok Yüksek”, “Yüksek”, “Normal”, “Düşük” ve “Çok Düşük” cevap seçenekleri sunulmuştur. Burada deneklerin uygulanan aydınlık düzeyleri ile ilgili yorumlarının sayısal olarak karşılaştırılması amacıyla cevap seçeneklerine 1’den 5’e kadar puanlar verilmiştir. 1 puan “Çok Düşük” ve 5 puan “Çok Yüksek” seçeneklerine tekabül etmektedir. Her cevap seçeneğine verilen cevap sayısı o cevap seçeneğinin puanı ile çarpılmış ve çarpımların toplamından her sorunun toplam puanı elde edilmiştir. Bu toplam puanın toplam denek sayısına bölünmesiyle sorunun ortalama puanı elde edilmiştir. Buna göre 5 lx, 3 lx ve 1 lx aydınlık düzeyinde deneklerin aydınlık düzeyi ile ilgili yorumlarının ortalama değeri sırasıyla 2.58, 2.5 ve 1.8 olmuştur. Görüldüğü gibi aydınlık düzeyinin artması ile birlikte denekler de uygulanan aydınlık düzeylerinin artmış olduğu yönünde yorum yapmışlardır. Aydınlık düzeyindeki değişiklikler ile deneklerin aydınlık düzeyi ile ilgili yorumları arasındaki ilişki Şekil 8.1’de gösterilmiştir.



Şekil 8.1: Deneklerin Aydınlık Düzeyi Yorumları

Ayrıca deneylerden sonra yapılan anketlerde deneklere uygulanan aydınlık düzeyinin yerdeki engelleri kolayca fark edebilmeleri için yeterli olup olmadığı sorulmuştur. Deneklerin bu konu ile ilgili görüşlerinin sayısal olarak karşılaştırılması için yine “Kesinlikle Yeterli”, “Oldukça Yeterli”, “Biraz Yeterli”, “Pek Yeterli Değil” ve “Hiç Yeterli Değil” cevap seçeneklerine 1’den 5’e kadar puanlar verilmiş

olup her aydınlık düzeyi seviyesi için toplam puanlar hesaplanarak denek sayısına bölünmüş ve ortalama değerler elde edilmiştir. 1 puan “Hiç Yeterli Değil” ve 5 puan “Kesinlikle Yeterli” cevap seçeneklerine tekabül etmektedir. Bu şekilde hesaplanan ortalama puanlar 5 lx, 3 lx ve 1 lx aydınlık düzeyleri için sırasıyla 4.26, 3.9 ve 2.6 olmuştur. Aydınlık düzeyi değişimi ile deneklerin bu aydınlık düzeylerinin yerdeki engellerin fark edilmesi için yeterliliği konusundaki yorumları arasındaki ilişki Şekil 8.2’de gösterilmiştir.

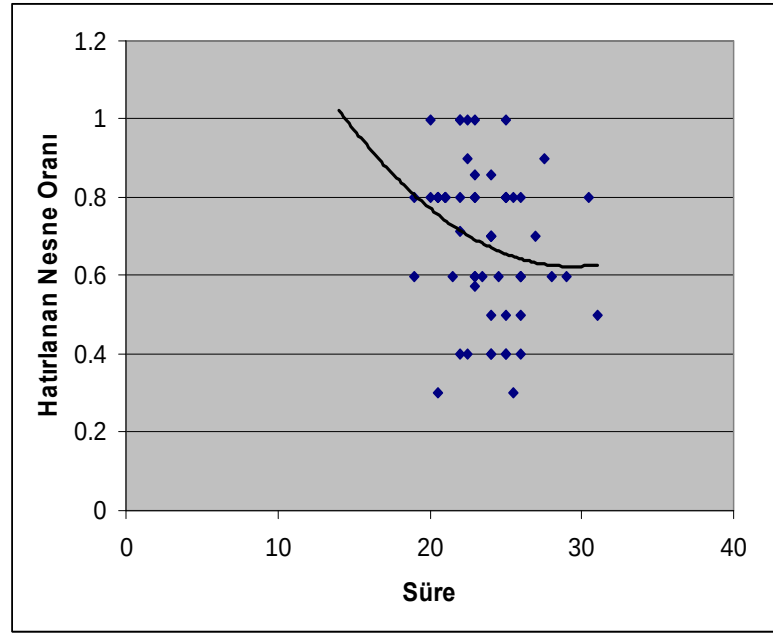


Şekil 8.2: Deneklerin Aydınlık Düzeylerinin Engellerin Fark Edilmesi İçin Yeterliliği Konusundaki Yorumları

Şekil 8.2’den de görüldüğü gibi denekler aydınlık düzeyinin artması ile birlikte bu aydınlık düzeylerini yerdeki engellerin fark edilmesi için daha uygun ve yeterli bulmuşlardır.

Deneklerin çoğu her 3 farklı aydınlık düzeyinde bir kamaşma yaşamadıklarını veya yaşadıkları kamaşma oranının çok düşük olduğunu beyan etmişlerdir. Bu hususlar gerçekleştirilen Acil Durum Aydınlatma sisteminde kullanılan armatürlerin kamaşmaya yol açmadığını ve kamaşma açısından başarılı bir sistemin kurulduğunu göstermektedir. Ayrıca yine her 3 farklı aydınlık düzeyinde deneylere katılan deneklerin çoğu yer yansımasından kaynaklanan bir kamaşma ile karşılaşmadıklarını beyan etmiş olup bu durum ise deney için seçilen yer kaplamasının uygunluğunu göstermektedir.

Deneklerin her deneyin sonunda hatırladıkları nesnelerin oranı deneklerin o anki yorgunluk ve psikolojik durumlarına da bağlı olmak ile birlikte elde edilen değerler 5 lx ve 3 lx aydınlık düzeylerinde 1 lx aydınlık düzeyine göre deneklerin daha çok nesneyi hatırladıklarını göstermekte ve buna bağlı olarak deneklerin 5 lx ve 3 lx aydınlık düzeyinde nesneleri 1 lx aydınlık düzeyine göre daha net gördükleri için daha çok sayıdaki nesneyi hatırlayabildikleri yorumu yapılabilmektedir. Şekil 8.3’de deneklerin deney koridorunu tamamlamak için ihtiyaç duydukları süreler ile deneylerden sonra hatırladıkları nesnelerin oranı arasındaki ilişki gösterilmektedir.

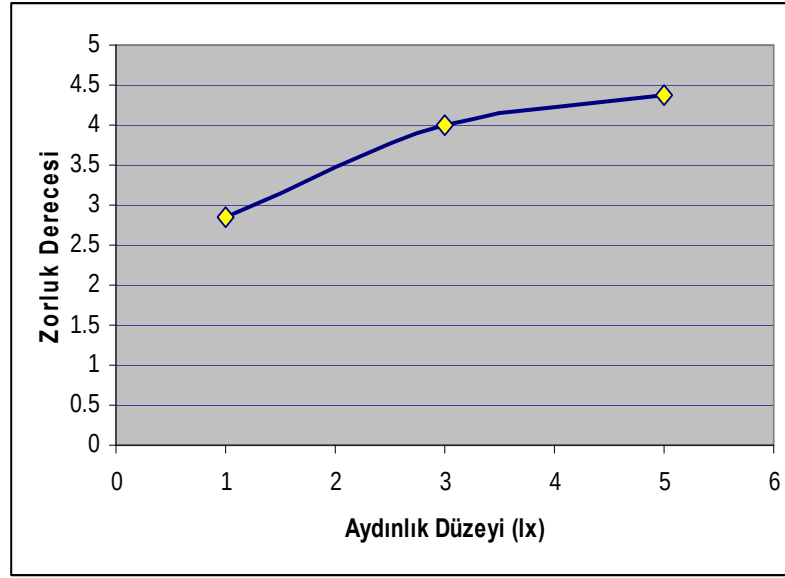


Şekil 8.3 : Süre – Hatırlanan Nesne Oranı Arasındaki İlişki

Şekil 8.3’den de görüldüğü gibi sürenin artması ile birlikte denekler tarafından hatırlanan nesnelerin oranı azalmaktadır. Bu durum aydınlık düzeyindeki değişikliklerden kaynaklanmaktadır. Süre ile hatırlanan nesne oranı ayrı ayrı dikkate alındığı takdirde daha önce de açıklanmış olduğu gibi aydınlık düzeyinin azalması ile birlikte süre artmakta ve aynı zamanda hatırlanan nesne oranı azalmaktadır. Dolayısıyla bu iki faktörün birbirleriyle ters orantılı olduklarını söylemek mümkündür. Bu ters orantı Şekil 8.3’de kolaylıkla görülmektedir.

Deneklerin katıldıkları deneylerin zorluk derecesi ile ilgili yapmış oldukları yorumlar aydınlık düzeyinin azalması ile birlikte deneklerin deney sırasında daha çok zorlandıklarını göstermektedir. Deneklerin zorluk derecesi değerlendirmeleri dikkate alındığında 5 lx aydınlık düzeyinde yapılan deneyin denekler açısından en

kolay ve 1 lx aydınlık düzeyi altında yapılan deneyin denekler için en zor deney olduğu sonucu elde edilebilmektedir. Deneklerin katıldıkları deneylerin zorluk derecesi ile ilgili yapmış oldukları yorumların sayısal olarak karşılaştırılması için yukarıda açıklanan yöntem ile “Çok kolay”, “Kolay”, “Normal”, “Zor” ve “Çok Zor” cevap seçeneklerine 1’den 5’e kadar puanlar verilerek her aydınlık düzeyi için ortalama puanlar hesaplanmıştır. 1 puan “Çok Zor” ve 5 puan “Çok Kolay” cevap seçeneklerine karşılık gelmektedir. Bu şekilde hesaplanan ortalama puanlar 5 lx, 3 lx ve 1 lx aydınlık düzeyleri için sırayla 4.368, 4 ve 2.85 olmuştur. Aydınlık düzeyindeki değişiklikler ile deneklerin deneylerin zorluk dereceleri ile ilgili yorumları arasındaki ilişki Şekil 8.4’de gösterilmektedir.

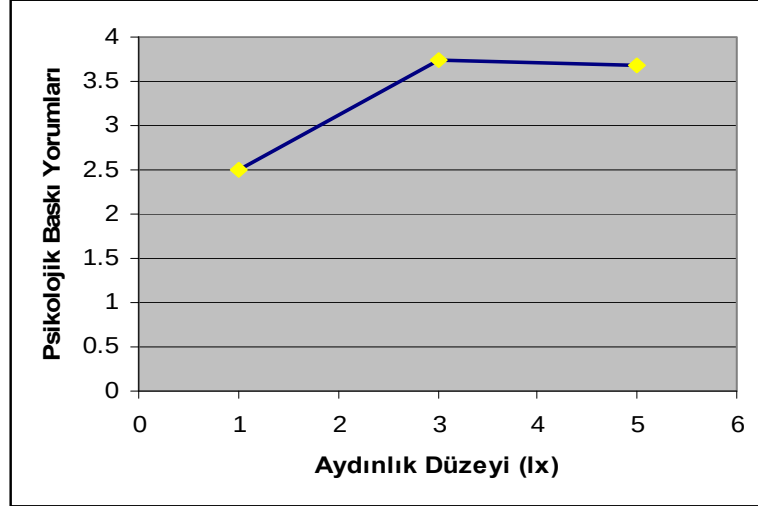


Şekil 8.4 : Deneklerin Deneylerin Zorluk Dereceleri İle İlgili Yorumları

Şekil 8.4’de görüldüğü gibi aydınlık düzeylerinin artması ile birlikte denekler deneylerin giderek kolaylaştığını ifade etmişlerdir.

Deneylerin sonunda deneklerin katıldıkları anketlerde deneklere gerçek bir acil durum sırasında deneyde uygulanan aydınlık düzeyinde aynı koridoru kaçış yolu olarak kullanmaları gerektiği takdirde kendilerini güvende hissedip hissetmedikleri sorulmuştur. Deneklerin bu konudaki görüş ve yorumlarının sayısal olarak karşılaştırılması için yukarıda açıklandığı şekilde “Tamamen Güvende Hissederdim”, “Oldukça Güvende Hissederdim”, “Biraz Güvende Hissederdim”, “Pek Güvende Hissetmezdim” ve “Hiç Güvende Hissetmezdim” cevap seçeneklerine 1’den 5’e kadar puanlar verilmiş ve uygulanan her aydınlık düzeyi için ortalama puanlar

hesaplanmıştır. 1 puan “Hiç Güvende Hissetmezdim” ve 5 puan “Tamamen Güvende Hissederdim” cevap seçeneklerine karşılık gelmektedir. Bu şekilde hesaplanan ortalama puanlar 5 lx, 3 lx ve 1 lx aydınlık düzeyleri için sırasıyla 3.68, 3.75 ve 2.5 olmuştur. Aydınlık düzeyindeki değişiklikler ile denekler üzerindeki psikolojik baskı arasındaki ilişki Şekil 8.5’de gösterilmektedir.



Şekil 8.5: Aydınlık Düzeyi – Denekler Üzerindeki Psikolojik Baskı İlişkisi

Şekil 8.5’den de görüldüğü gibi deneklerin yorumlarından elde edilen sonuçlar aydınlık düzeyinin azalmasının deneklerin üzerinde psikolojik olarak negatif bir etki yarattığını göstermektedir. Deneklerin 5 lx ve 3 lx aydınlık düzeylerinde yapmış oldukları yorumlar birbirlerine yakınlık göstermekte ancak aydınlık düzeyinin 1 lx değerine düşmesi ile birlikte denekler deney sırasında kendilerini daha az güvende hissetmeye başlamışlardır.

Büyük çaplı endüstriyel tesisler veya işyerleri için Acil Durum Aydınlatma sisteminin tasarımı söz konusu olduğunda tasarım sırasında mekanlarda bulunan kişilerin güvenlikleri ve tehlikeli faaliyetlerin kontrol altına alınması gibi faktörlerin yanı sıra sistemin maliyeti de büyük önem taşıyan faktörlerden biridir. Özellikle merkezi besleme sistemleri tercih edildiğinde sağlanması gereken aydınlık düzeyinin artması ile birlikte güç tüketimi ve kullanılması gereken armatür sayıları da artmakta ve bu faktörler maliyeti doğru orantılı olarak etkilemektedir. Minimum aydınlık düzeylerinin bulunmasına duyulan gereksinim de bundan kaynaklanmaktadır. Zira minimum aydınlık düzeyi hem insanların güvenliklerinin sağlanması ve faaliyetlerin zarara uğramaması hem de maliyet açısından en uygun aydınlık düzeyidir.

Yapılan Acil Durum Aydınlatma deneylerinden elde edilen sonuçlar daha önceki çalışmaların sonuçları ve teorik bilgiler ile örtüşmekte ve onları doğrular niteliktedir. Yapılan deneylerde deneye katılan deneklerin deney alanını önceden bildikleri de göz önünde bulundurularak, 1 lx ortalama Acil Durum Aydınlatma aydınlık düzeyinin psikolojik olarak denekler üzerinde olumsuz etki yaratmasına rağmen diğer olumlu yanları ve maliyet açısından uygunluğu nedeniyle özellikle mekanda bulunan kişilerin bulundukları alan ile aşına oldukları yerlerde Kaçış Yolu Aydınlatması için uygun bir aydınlık düzeyi olduğunu söylemek mümkündür.

KAYNAKLAR

- [1] **EN 1838**, 1999, Lighting Applications – Emergency Lighting, European Committee For Standardization,
- [2] **TÜYAK**, 2005, Acil Aydınlatma Sistem Tasarımı ve Uygulama Kılavuzu, İstanbul
- [3] **CIBSE**, 1987, Technical Memoranda TM 12 Emergency Lighting, The Yale Press Limited, London
- [4] **Prof.Dr.ÖZKAYA, M.**, 2004, Aydınlatma Tekniği, Birsen Yayınevi, İstanbul
- [5] **İbrahim, D.**, 2001, Işık Yayan Diyotların Işık Kaynağı olarak Kullanımı, İzmir Aydınlatma Sempozyumu, İzmir, 28 – 30 Kasım, s 145 – 149
- [6] **İbrahim, D., Haktanır, D.**, 2001, International Lighting Congress Proceedings Volume II, İstanbul, 12 – 14 September, s 619 – 624
- [7] **Honey, G.**, 2001, Emergency And Security Lighting, Newnes, Oxford
- [8] <http://en.wikipedia.org> (Son olarak 13.12.2006 tarihinde görüntülenmiştir.)
- [9] **Weis, B.**, 1985, Not-Beleuchtung, Pflaum Verlag, München
- [10] **International Comission on Illumination**, 1978, Light As A True Visual Quantity : Principles Of Measurement, Publication CIE No.41 (TC – 1.4), Paris, France
- [11] **Mulder, M. and Boyce, P.R.**, 2004, Spectral Effects in Escape Route Lighting, Lighting Res.Technol. **37**,3 (2005), s 199 – 218, New York, USA
- [12] <http://tr.wikipedia.org> (Son olarak 13.12.2006 tarihinde görüntülenmiştir.)
- [13] <http://www.cihannet.com> (Son olarak 13.12.2006 tarihinde görüntülenmiştir.)
- [14] <http://www.capiocyte.co.uk> (Son olarak 13.12.2006 tarihinde görüntülenmiştir.)
- [15] **GEMİCİ, B. ve ENARUN, D.**, 1996, Işık Yayan Diyotlarla Trafik Sinyalizasyonu, 1.Ulusal Aydınlatma Kongresi '96 Bildiriler, İTÜ TAŞKIŞLA, 28-29 Kasım, s 128 – 134
- [16] **Industry Committee for Emergency Lighting Limited**, 1999, ICEL 1006 : Emergency Lighting Design Guide, London
- [17] <http://www.buyerzone.com> (Son olarak 13.12.2006 tarihinde görüntülenmiştir.)
- [18] <http://www.generac.com> (Son olarak 13.12.2006 tarihinde görüntülenmiştir.)
- [19] <http://www.colemans.com> (Son olarak 13.12.2006 tarihinde görüntülenmiştir.)
- [20] <http://www.e-advisor.us> (Son olarak 13.12.2006 tarihinde görüntülenmiştir.)
- [21] <http://www.visionrx.com> (Son olarak 13.12.2006 tarihinde görüntülenmiştir.)
- [22] <http://www.alibaba.com> (Son olarak 13.12.2006 tarihinde görüntülenmiştir.)

EKLER

Ek 1. Farklı Alanlar İçin Tavsiye Edilen Acil Durum Aydınlatma Sistemleri

Farklı alanlar için kurulması tavsiye edilen acil durum aydınlatma sistemleri, bu sistemlerde kullanılan armatürlerin montaj bilgileri ve diğer önemli açıklamalar aşağıda bir tablo halinde verilmiştir. Acil durum aydınlatmasının gerekli olduğu alanların çoğu tabloda genel bina alanları başlığı altında gösterilen alanlardan ibarettir. Bu tabloda kullanılan “K” sembolü armatürün kesinti sırasında yanan türden olduğunu ve “S” sembolü ise armatürün sürekli yanan armatür olduğunu göstermektedir. Bu sembollerin yanındaki ramaklar ise sistemin çalışma süresini göstermektedir.

Tablo E1.1: Farklı Alanlar İçin Tavsiye Edilen Acil Durum Aydınlatma Sistemleri [3]

Uygulama (Alan)	Önerilen Sistem	Armatür Yerleri	Açıklamalar
<u>Genel Bina Alanları</u>			
Giriş Lobisi/ Resepsiyon Alanı	K/1	Tavan veya Duvar Montajlı	Güvenlik yönleri dikkate alınmalı
Koridorlar	K/1	Düzyay veya yön değışikliğı yerlerinde, yangın alarm noktalarında ve yangınla mücadele araçlarında duvar montajlı, (yönlü işaretlerin kullanımı)	Çıkışların fark edilmesine dikkate edilmeli
Merdivenler	K/1	Gölge oluşmayacak şekilde duvar veya tavan montajlı	Çıkışların fark edilmesine dikkat edilmeli
Personel restoranları ve aпаратыf odaları	K/1	Tavan veya duvar montajlı	Eğer normal çalışma saatleri dışında eğlence amaçlı kullanılıyor ise, ek gereksinimlerin dikkate alınması gerekir.
Telekomünikasyon/Kontrol odaları	K/3	Telefon santrali ve kontrol panelinin aydınlatılması için tavan veya duvar montajlı	Normal acil durum aydınlatmasından daha yüksek aydınlık düzeyi sağlanmalı (örnek olarak 5 lux)
Malzeme odası/kazan dairesi ve asansör motor odası	K/3	Paneller ve malzeme kontrol panellerinin aydınlatılması için duvar veya tavan montajlı	Normal acil durum aydınlatmasından daha yüksek aydınlık düzeyi sağlanmalı (örnek olarak 5 lux)
Asansör	K/1	Tavan montajlı	Referans : BS5655 Bölüm.1

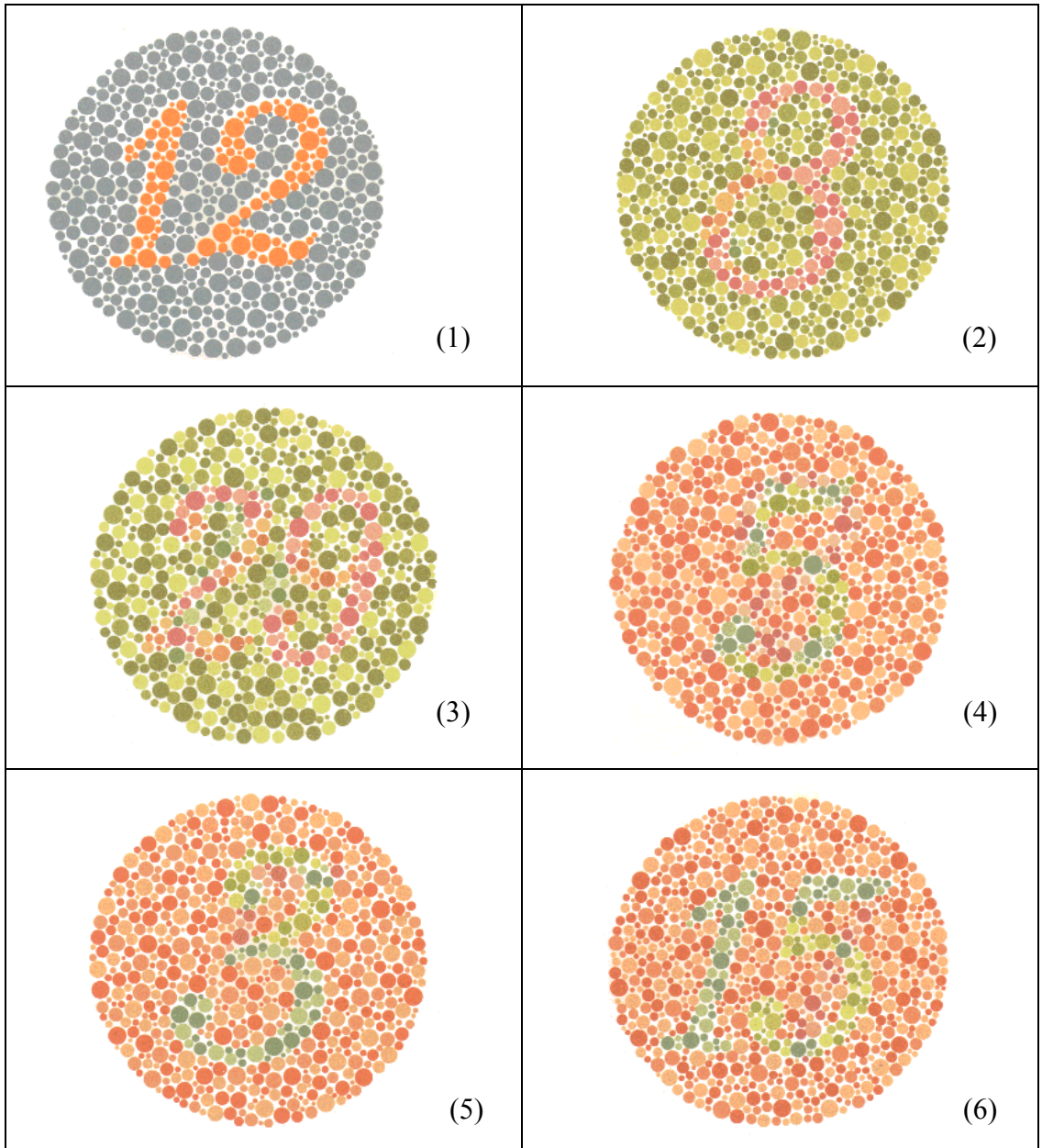
Tuvalet	K/1	Duvar veya tavan montajlı	Sadece 8 m ² 'den büyük tuvaletler için gereklidir. (Ref : BS5266)
<u>Ticari</u> Ofisler (Hücreli) Ofisler (Açık planlı)	Gerek Yok K/1	Duvar veya tavan üzerinde çıkış işaretleri	Acil durum aydınlatmasının bir ofisin diğer alanlara ulaşması gerektiği durumlarda veya açık planlı büyük alanlar söz konusu olduğunda dikkate alınması gerekir.
Departman depoları	K/1	Duvar veya tavan montajlı	İnsanlar alanının mimarısı ile aşına olmayabilirler
Kapalı alışveriş merkezi	K/1	Duvar veya tavan montajlı/parçalanma ve kırılmaya karşı dayanıklı	İnsanlar alanının mimarısı ile aşına olmayabilir
<u>Ev dışındaki yerleşim mekanları</u> Oteller, konaklama yerleri	K/3	Duvar veya tavan montajlı, (genel bina alanlarına bakınız) yönlü ve çıkış işaretleri ile kaçış elemanlarının belirtilmesi için özel ilgili gerekir	
Hastaneler	K/3	Tavan veya duvar montajlı	Acil durum aydınlatması hastaların ve hastane personelinin güvenli alanlara hareket etmeleri için gereklidir. Hastaların devam eden tedavileri ve diğer zorunlu işler için aydınlatma normal olarak yedek amaçlı bir sistem ile sağlanmıştır.
<u>Umumi Mekanlar</u> Sinemalar (sesli) Tiyatrolar (sesli) Toplantı salonları	S/3 S/3	Tavan veya duvar montajlı. Kaçış elemanlarının yönlü veya çıkış işaretleri ile belirtilmesi için özel ilgi gerekmektedir. Tavan veya duvar montajlı. Kaçış elemanlarının yönlü veya çıkış işaretleri ile belirtilmesi için özel ilgi gerekmektedir.	Umumi kullanımlar sırasında genellikle 0.02 lux gibi daha düşük aydınlık düzeyleri dikkate alınmaktadır. Yukarıdaki gibi ancak normal aydınlatma devreden çıktığında aydınlık düzeyi 0.2 lx'a kadar yükselir. Boyut ve mekana bağlı olarak başka sistemler de kabul edilebilir.

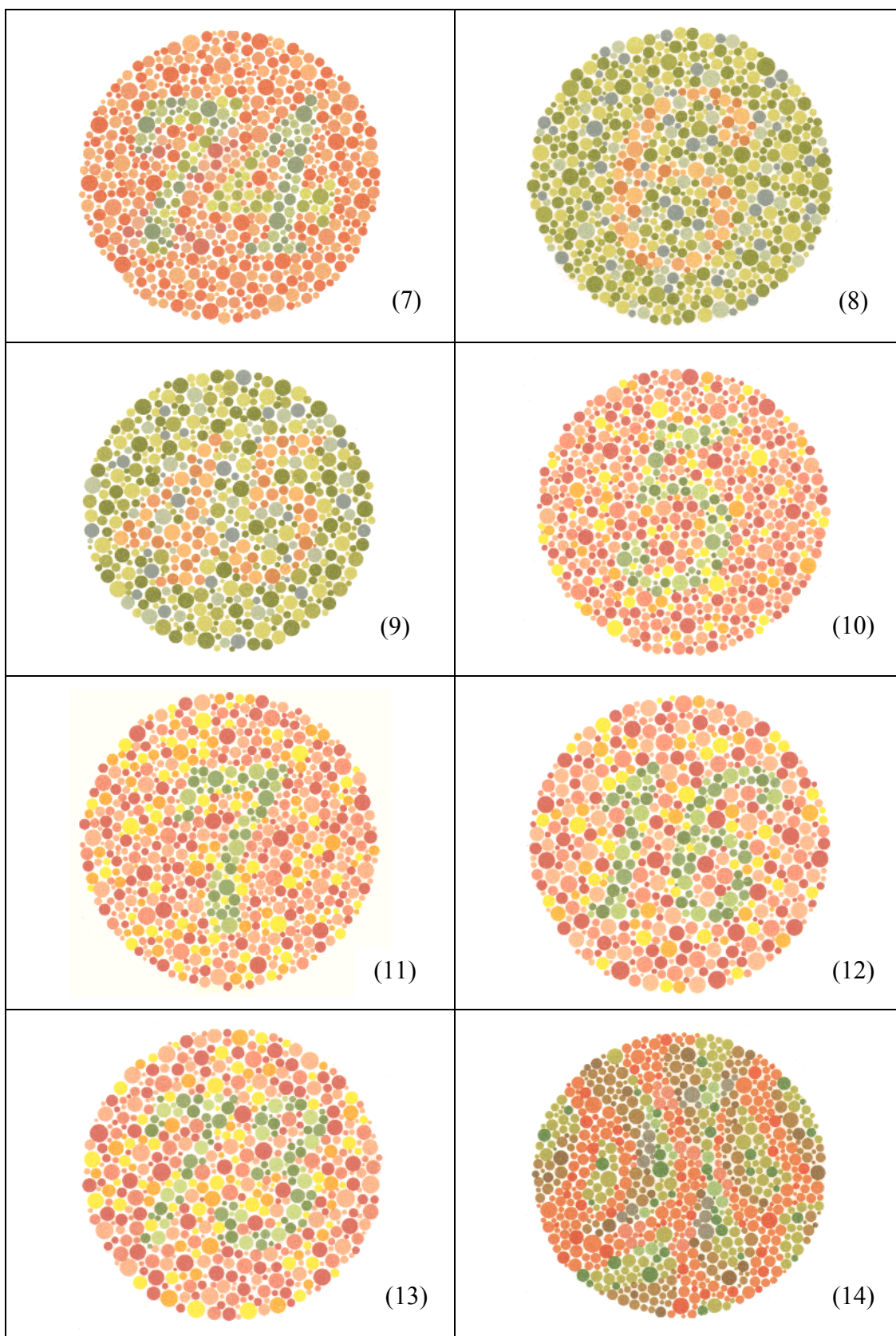
Kapalı otoparklar	K/1	Tavan montajlı, kırılma ve parçalanmaya karşı dayanıklı armatürler kullanılmalıdır. Kaçış elemanlarının yönlü veya çıkış işaretleri ile belirtilmesi için özel ilgi gerekmektedir.	Bazı durumlarda çıkış işaretleri yeterli olabilir.
Bilgisayar odaları	K/1	Çalışma ve yürüyüş alanlarının aydınlatılması için tavan veya duvar montajlı	Yedek amaçlı veya kesintisiz bir beslemenin mevcut olduğu yerlerde acil durum aydınlatması da bu kaynağa bağlanabilir.
Konferans tesisleri	K/1	Tavan veya duvar montajlı ve çıkış işaretleri	Bina ile aşına olmayan insanların tesisleri kullandıkları göz önüne alınmalıdır. Tesislerin alternatif uygulamaları da dikkate alınmalıdır.
<u>Endüstriyel</u>			
Fabrikalar	K/1	Merdivenler, koridorlar ve güvenli mekanların belirtilmesi için yerleştirilmelidir. Bazı mekanlar için dayanıklı armatürler gerekebilir.	Belirli tehlikelerin fark edilmesi için ek armatürler de düşünülmelidir.
<u>Eğitim ve Eğlence ile ilgili mekanlar</u>			
Okullar,kolejler,üniversiteler	K/1	Duvar veya tavan montajlı	Normal çalışma saatlerinin dışındaki eğlenece amaçlı aktiviteler için ek armatürler düşünülmelidir. Mekanın alternatif uygulamaları dikkate alınmalıdır.
Spor alanları	K/1	Duvar veya tavan montajlı, parçalanmaya ve kırılmaya karşı dayanıklı, mekana özel ilgi ve dikkat	Alanın alternatif uygulamaları ve fiziksel etkenlere karşı koruma dikkate alınmalıdır.
Kaçış yolunun bir parçası olduğu yerlerde, yaya geçiş noktaları	K/1	Duvar montajlı, parçalanmaya ve kırılmaya karşı dayanıklı armatürler seçilmelidir.	
Müzeler ve sanat galerileri	K/1 Büyük mekanlar için K/3	Duvar veya tavan montajlı, yönlü ve çıkış işaretleri ile kaçış elemanlarının belirtilmesi için özel ilgi gerekmektedir.	Güvenlik faktörleri dikkate alınmalıdır.

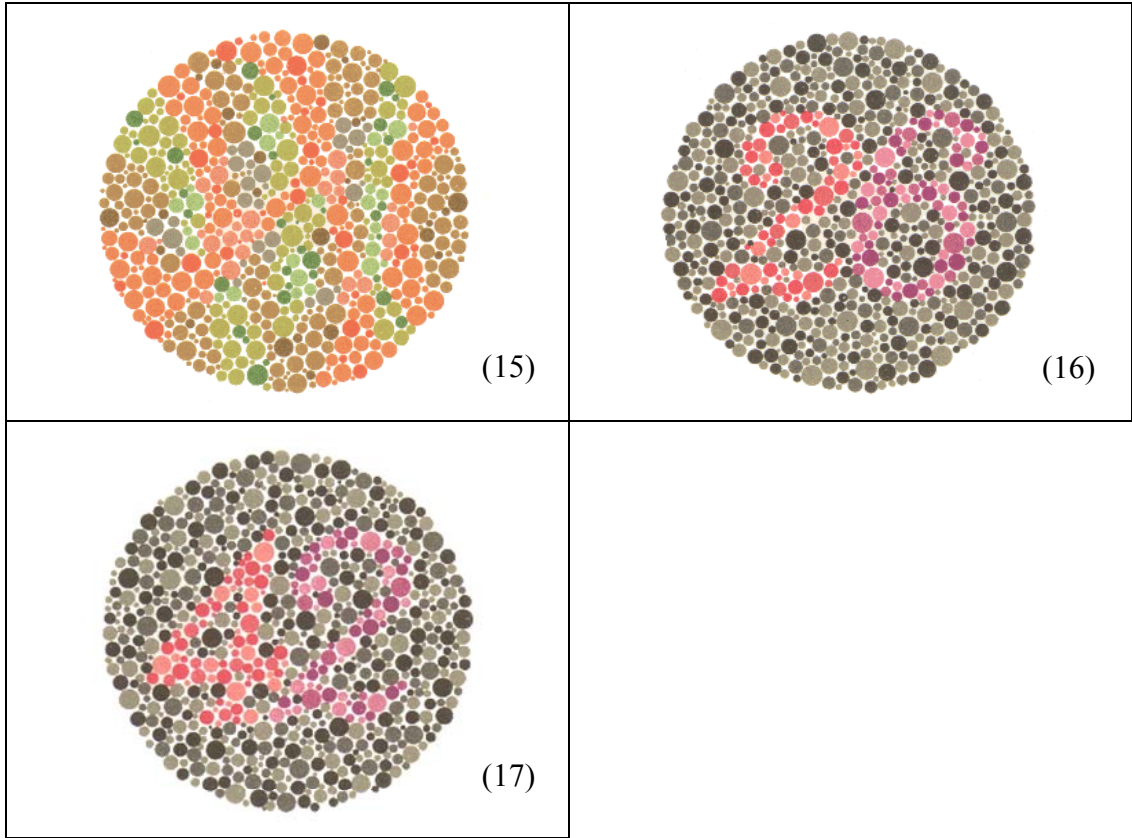
Ek 2. Renk Körlüğü Testi

Yapılan acil durum aydınlatma deneylerinden önce deneklere uygulanan ve tezin 6.bölümünde işaret edilen renk körlüğü testinin bir örneği aşağıda bir tablo halinde verilmiştir. Bu testte deneye katılan deneklerden şekillerde gördükleri sayıları okumaları istenmektedir. Deneklerin şekillerde gördükleri sayılar test anahtarı ile karşılaştırılarak her denneğin renk körü olup olmadığı tespit edilmektedir. Test anahtarı da ayrıca Tablo E2.2’de verilmiştir. Deneklere uygulanan bu test www.cihannet.com web sitesinden alınmıştır.

Tablo E2.1: Renk Körlüğü Testi [13]







Tablo E2.2: Renk Körlüğü Test Anahtarı

Şekil Numarası	Normal Gözler	Sorunlu Gözler
1	12	12
2	8	Kırmızı-Yeşil renk körleri : 3
3	29	Kırmızı-Yeşil renk körleri : 70
4	5	Kırmızı-Yeşil renk körleri : 2
5	3	Kırmızı-Yeşil renk körleri : 5
6	15	Kırmızı-Yeşil renk körleri : 17
7	74	Kırmızı-Yeşil renk körleri : 21
8	6	Hiçbir şey okuyamazlar
9	45	Hiçbir şey okuyamazlar
10	5	Hiçbir şey okuyamazlar
11	7	Hiçbir şey okuyamazlar
12	16	Hiçbir şey okuyamazlar
13	73	Hiçbir şey okuyamazlar
14	Hiçbir şey okuyamazlar	Kırmızı – Yeşil renk körleri : 5
15	Hiçbir şey okuyamazlar	Kırmızı – Yeşil renk körleri : 45
16	26	Renk körleri 2 veya 6
17	42	Renk körleri 2 veya 4

Ek 3. Görme Keskinliği Testi

Burada yapılan deneylerden önce deneklere uygulanan görme keskinliği testinin bir örneği verilmiştir. Bu test için deneklerden Şekil E3.1.'deki tabloya 2.4 m (ilk satırdaki harflerin yüksekliklerinin 68 katı) uzaklıklıkta durmaları ve bu tablodaki satırları okumaları istenmiştir. Satırlardaki harfler aşağıya doğru giderek küçülmekte her satırın sol tarafında bulunan sayılar o satırın okunabilmesi için gerekli görme keskinlik derecesini ifade etmektedir. Buna göre yeşil çizginin tam üzerindeki satır okuyabilen bir kişinin görme keskinlik derecesi %100 ve en altta bulunan satır okuyabilen bir kişinin görme keskinlik derecesi %200'dür. Tablodaki satırlarda bulunan harfler yukarıya doğru gittikçe büyümekte ve örnek olarak sadece en üst satır okuyabilen bir kişinin görme keskinlik derecesi %10'dur. Deneklere uygulanan bu görme keskinlik testi www.capiioeye.co.uk web sitesinden alınmıştır.

0,10	I H	0
0,25	D N I S	4
0,50	R E T Y A G	7
0,63	G J Q N U F	8
0,79	X G S B P Q	9
1,00	E U K A F W	10
1,26	J H L S C U	11
1,59	P T J G L S	12
2,00	H T D I K N	13

Şekil E3.1: Görme Keskinliği Testi [14]

Ek 4. Aydınlık Düzeyi Ölçüm Sonuçları

5 lx, 3 lx ve 1 lx aydınlık düzeyleri için yapılan ölçümlerden elde edilen sonuçlar sırayla Tablo E4.1, Tablo E4.2 ve Tablo E4.3’de gösterilmektedir.

Tablo E4.1: 5 lx İçin Aydınlık Düzeyi Ölçüm Sonuçları

Ölçüm Noktaları	1	2	3	4	5
1	4.52	4.21	3.61	2.78	2.24
2	4.57	4.57	4.08	3.25	2.68
3	4.11	4.21	4.01	3.71	3.41
4	3.68	3.88	3.98	4.25	4.05
5	3.51	4.15	4.72	5.11	5.11
6	3.48	4.25	5.16	5.67	5.85
7	3.58	4.41	5.21	5.73	5.83
8	4.05		5.11		5.05
9	4.53		5.01		4.28
10	5.35		5.43		4.22
11	6.18		5.85		4.16
12	5.93		5.74		4.33
13	5.68		5.63		4.51
14	5.08		5.62		5.12
15	4.49		5.61		5.73
16	4.47		5.76		6.17
17	4.45		5.91		6.61
18	4.57		5.64		5.72
19	4.69		5.38		4.83
20	5.66		5.74		4.50
21	6.63		6.11		4.18
22	6.38		5.96		4.27
23	6.13		5.82		4.37
24	5.18		5.54		4.84
25	4.23		5.26		5.31
26	4.22		5.54		5.82
27	4.21		5.82		6.34
28	4.44		5.62		5.83
29	4.67		5.43		5.32
30	5.49		5.29		4.83
31	6.31		5.15		4.35
32	6.42		5.66		4.36
33	6.54		6.17		4.37
34	5.75		5.87		4.81
35	4.97		5.57		5.25
36	4.77		5.85		5.90
37	4.58		6.13		6.56
38	4.63		5.82		6.00
39	4.68		5.52		5.45
40	5.43		5.82		5.05
41	6.18		6.12		4.65
42	6.51		6.26		4.48
43	6.85		6.41		4.32
44	6.1		6.06		4.51
45	5.35		5.71		4.71
46	4.96		5.89		5.56
47	4.58		6.07		6.41
48	4.51		6.02		6.33
49	4.45		5.97		6.25
50	4.95		5.71		5.44
51	5.45	5.71	5.45	5.11	4.63
52	6.15	6.35	5.75	4.95	4.18
53	6.51	6.51	5.75	4.83	4.15
54	5.72	5.91	5.5	4.81	4.38
55	4.65	4.95	4.95	4.75	4.35
56	3.72	4.35	4.75	5.05	4.78
57	3.37	3.95	4.71	5.55	5.35

E_{ort}
5.11
E_{max}
6.85
E_{min}
2.24
E_{min}/E_{max}
0.32
E_{min}/E_{ort}
0.44

Tablo E4.2: 3 lx İçin Aydınlık Düzeyi Ölçüm Sonuçları

Ölçüm Noktaları	1	2	3	4	5
1	1.1	1.11	1.05	0.99	0.94
2	1.49	1.57	1.42	1.23	1.13
3	2.25	2.33	1.99	1.86	1.57
4	3.4	3.43	3.06	2.56	1.97
5	4.81	4.68	4.08	3.16	2.71
6	5.68	5.66	4.91	3.55	3.14
7	5.67	5.75	5.14	4.27	3.58
8	4.98		4.78		3.98
9	4.12		4.79		4.61
10	3.66		5.08		5.58
11	3.45		5.34		6.23
12	3.17		4.91		5.87
13	2.83		4.11		4.67
14	2.39		3.25		3.3
15	2.13		2.59		2.49
16	1.97		2.22		2.11
17	2.05		2.18		1.87
18	2.45		2.43		1.89
19	3.19		2.98		2.3
20	4.06		3.98		2.73
21	5.35		4.6		3.03
22	5.9		5.2		3.51
23	5.32		5.08		3.76
24	4.18		4.6		4.17
25	3.79		4.69		4.72
26	3.43		4.83		5.57
27	3.15		4.85		5.73
28	2.66		4.23		4.94
29	2.49		3.35		3.88
30	2.2		2.72		2.64
31	2.05		2.29		2.21
32	2		2.15		2.05
33	2.34		2.34		1.96
34	2.93		2.83		2.31
35	3.89		3.71		2.58
36	5.29		4.51		3.24
37	6.67		5.33		3.53
38	5.56		5.45		3.83
39	5.35		5.19		4.09
40	4.53		4.95		4.53
41	4		4.92		5.17
42	3.65		5.18		5.76
43	2.95		4.92		5.65
44	2.7		4.2		4.6
45	2.41		3.25		3.43
46	2.11		2.61		2.55
47	1.87		2.25		2.23
48	1.91		2.25		2.13
49	2.35		2.47		2.21
50	2.9		3.02		2.49
51	4.02	4.25	3.84	3.24	2.86
52	5.36	5.38	4.63	3.83	3.21
53	5.78	5.83	5.05	4.15	3.44
54	5.25	5.4	5	4.27	3.71
55	4.25	4.57	4.62	4.42	4.11
56	3.51	4.11	4.63	4.81	4.65
57	2.91	3.92	4.77	5.68	5.57

E_{ort}
3.65
E_{max}
6.67
E_{min}
0.94
E_{min}/E_{max}
0.14
E_{min}/E_{ort}
0.25

Tablo E4.3: 1 lx İçin Aydınlık Düzeyi Ölçüm Sonuçları

Ölçüm Noktaları	1	2	3	4	5
1	0.097	0.106	0.094	0.097	0.105
2	0.106	0.108	0.01	0.104	0.103
3	0.102	0.13	0.121	0.122	0.118
4	0.14	0.145	0.153	0.151	0.153
5	0.163	0.18	0.193	0.205	0.192
6	0.206	0.229	0.231	0.241	0.247
7	0.267	0.295	0.303	0.305	0.314
8	0.356		0.375		0.317
9	0.481		0.524		0.46
10	0.68		0.71		0.59
11	0.97		1		0.82
12	1.507		1.415		1.102
13	2.28		2.14		1.432
14	3.37		2.93		1.851
15	4.86		3.97		2.35
16	5.56		4.545		2.43
17	5.07		4.225		2.27
18	3.8		3.26		1.96
19	2.53		2.371		1.545
20	1.73		1.71		1.293
21	1.135		1.25		1.045
22	0.9		1.012		0.85
23	0.765		0.88		0.82
24	0.77		0.853		0.782
25	0.795		0.9		0.87
26	0.941		1.045		0.475
27	1.07		1.27		1.33
28	1.425		1.79		1.81
29	1.78		2.523		2.54
30	2.108		3.345		3.653
31	2.503		4.163		5
32	2.518		4.18		5.161
33	2.18		3.571		4.116
34	1.855		2.812		3.18
35	1.57		2.005		2.125
36	1.16		1.475		1.49
37	0.97		1.14		1.13
38	0.85		0.95		0.94
39	0.78		0.88		0.84
40	0.78		0.87		0.85
41	0.83		0.925		0.88
42	1.03		1.13		1.02
43	1.53		1.5		1.23
44	2.1		2.23		1.57
45	3.3		2.9		2.06
46	4.65		3.97		2.38
47	5.35		4.4		2.63
48	4.9		4.13		2.5
49	3.66		3.3		2.17
50	2.47		2.25		1.63
51	1.57		1.57		1.235
52	1.07	1.085	1.055	1.047	0.97
53	0.75	0.8	0.795	0.79	0.735
54	0.506	0.545	0.545	0.565	0.54
55	0.37	0.36	0.425	0.435	0.39
56	0.27	0.3	0.33	0.334	0.3
57	0.209	0.219	0.235	0.245	0.26

E_{ort}
1.44
E_{max}
5.56
E_{min}
0.01
E_{min}/E_{max}
0.0018
E_{min}/E_{ort}
0.0069

Ek 5. Acil Durum Aydınlatma Anketleri

Tezin 7.bölümünde açıklanan acil durum aydınlatma deneylerinden sonra deneklere uygulanan anketlerin bir örneği aşağıdaki gibidir. Deneklerden uygulanan farklı aydınlık düzeylerinde katıldıkları deney ile ilgili bu anketteki soruları yanıtlamaları istenmiştir.

1. Aıştırma odasından ilk çıktığınızda koridorun aydınlık düzeyini nasıl buldunuz?

- ☐ Çok Yüksek
- ☐ Yüksek
- ☐ Normal
- ☐ Düşük
- ☐ Çok Düşük

2. Koridor boyunca sağlanan aydınlık düzeyi yerlerdeki engelleri kolayca fark edebilmeniz için yeterli miydi ?

- ☐ Kesinlikle Yeterli
- ☐ Oldukça Yeterli
- ☐ Biraz Yeterli
- ☐ Pek Yeterli Değil
- ☐ Hiç Yeterli Değil

3.Deney sırasında koridordan geçerken acil durum armatürlerinden kaynaklanan bir kamaşma yaşadınız mı?

- ☐ Sürekli
- ☐ Sıklıkla
- ☐ Bazen
- ☐ Çok Seyrek
- ☐ Hiç

4. Deney sırasında koridordan geçerken yerden kaynaklanan yansımadan dolayı kamaşma yaşadınız mı?

- ☐ Evet
- ☐ Hayır

5. Lütfen deney koridoru boyunca yerde gördüğünüz nesneleri yazınız.

.....
.....

6. Mevcut aydınlatma koşulları altında tamamlamış olduğunuz deneyin zorluk derecesini lütfen belirtiniz.

- ☐ Çok Kolay
- ☐ Kolay
- ☐ Normal
- ☐ Zor
- ☐ Çok Zor

7. Gerçek bir acil durumda (yangın, deprem, patlama, vs.) bu koridoru kaçış yolu olarak kullanmanız gerekseydi, mevcut aydınlık düzeyinde kendinizi güvende hisseder miydiniz ?

- ☐ Tamamen Güvende Hissederdim
- ☐ Oldukça Güvende Hissederdim
- ☐ Biraz Güvende Hissederdim
- ☐ Pek Güvende Hissetmezdim
- ☐ Hiç Güvende Hissetmezdim

8. Deney koridoru boyunca yürürken herhangi bir engele çarptınız mı?

- ☐ Evet
- ☐ Hayır
- ☐ Farkında değilim

Ek 6. Armatürlerin Farklı Yön ve Uzaklıklarda Yarattıkları Aydınlık Düzeyleri

Deneylerde kullanılan armatürlerin farklı yön ve uzaklıklarda yarattıkları aydınlık düzeyleri Tablo E6.1’de gösterilmektedir.

Tablo E6.1: Armatürlerin Farklı Yön ve Uzaklıklarda Yarattıkları Aydınlık Düzeyleri

Uzaklık	-3.3	-3	-2.7	-2.4	-2.1	-1.8	-1.5	-1.2	-0.9	-0.6	-0.3	0	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3	3.3
-3.3	0.46	0.50	0.53	0.57	0.61	0.65	0.68	0.71	0.74	0.76	0.77	0.78	0.77	0.76	0.74	0.71	0.68	0.65	0.61	0.57	0.53	0.50	0.46
-3	0.50	0.55	0.59	0.64	0.69	0.74	0.78	0.82	0.86	0.89	0.91	0.91	0.91	0.89	0.86	0.82	0.78	0.74	0.69	0.64	0.59	0.55	0.50
-2.7	0.55	0.60	0.66	0.72	0.78	0.84	0.90	0.96	1.01	1.05	1.07	1.08	1.07	1.05	1.01	0.96	0.90	0.84	0.78	0.72	0.66	0.60	0.55
-2.4	0.60	0.67	0.73	0.81	0.89	0.97	1.05	1.13	1.19	1.25	1.28	1.30	1.28	1.25	1.19	1.13	1.05	0.97	0.89	0.81	0.73	0.67	0.60
-2.1	0.66	0.73	0.82	0.91	1.01	1.11	1.22	1.33	1.43	1.50	1.56	1.57	1.56	1.50	1.43	1.33	1.22	1.11	1.01	0.91	0.82	0.73	0.66
-1.8	0.71	0.80	0.90	1.02	1.14	1.28	1.43	1.58	1.71	1.83	1.90	1.93	1.90	1.83	1.71	1.58	1.43	1.28	1.14	1.02	0.90	0.80	0.71
-1.5	0.77	0.87	0.99	1.13	1.29	1.47	1.66	1.87	2.07	2.23	2.35	2.39	2.35	2.23	2.07	1.87	1.66	1.47	1.29	1.13	0.99	0.87	0.77
-1.2	0.82	0.94	1.08	1.24	1.44	1.67	1.92	2.20	2.48	2.73	2.90	2.97	2.90	2.73	2.48	2.20	1.92	1.67	1.44	1.24	1.08	0.94	0.82
-0.9	0.86	1.00	1.16	1.35	1.58	1.86	2.19	2.56	2.95	3.30	3.56	3.65	3.56	3.30	2.95	2.56	2.19	1.86	1.58	1.35	1.16	1.00	0.86
-0.6	0.90	1.04	1.22	1.44	1.71	2.04	2.43	2.90	3.40	3.88	4.24	4.38	4.24	3.88	3.40	2.90	2.43	2.04	1.71	1.44	1.22	1.04	0.90
-0.3	0.92	1.07	1.26	1.50	1.79	2.16	2.61	3.14	3.75	4.34	4.79	4.97	4.79	4.34	3.75	3.14	2.61	2.16	1.79	1.50	1.26	1.07	0.92
0	0.93	1.08	1.28	1.52	1.82	2.20	2.67	3.24	3.88	4.52	5.01	5.20	5.01	4.52	3.88	3.24	2.67	2.20	1.82	1.52	1.28	1.08	0.93
0.3	0.92	1.07	1.26	1.50	1.79	2.16	2.61	3.14	3.75	4.34	4.79	4.97	4.79	4.34	3.75	3.14	2.61	2.16	1.79	1.50	1.26	1.07	0.92
0.6	0.90	1.04	1.22	1.44	1.71	2.04	2.43	2.90	3.40	3.88	4.24	4.38	4.24	3.88	3.40	2.90	2.43	2.04	1.71	1.44	1.22	1.04	0.90
0.9	0.86	1.00	1.16	1.35	1.58	1.86	2.19	2.56	2.95	3.30	3.56	3.65	3.56	3.30	2.95	2.56	2.19	1.86	1.58	1.35	1.16	1.00	0.86
1.2	0.82	0.94	1.08	1.24	1.44	1.67	1.92	2.20	2.48	2.73	2.90	2.97	2.90	2.73	2.48	2.20	1.92	1.67	1.44	1.24	1.08	0.94	0.82
1.5	0.77	0.87	0.99	1.13	1.29	1.47	1.66	1.87	2.07	2.23	2.35	2.39	2.35	2.23	2.07	1.87	1.66	1.47	1.29	1.13	0.99	0.87	0.77
1.8	0.71	0.80	0.90	1.02	1.14	1.28	1.43	1.58	1.71	1.83	1.90	1.93	1.90	1.83	1.71	1.58	1.43	1.28	1.14	1.02	0.90	0.80	0.71
2.1	0.66	0.73	0.82	0.91	1.01	1.11	1.22	1.33	1.43	1.50	1.56	1.57	1.56	1.50	1.43	1.33	1.22	1.11	1.01	0.91	0.82	0.73	0.66
2.4	0.60	0.67	0.73	0.81	0.89	0.97	1.05	1.13	1.19	1.25	1.28	1.30	1.28	1.25	1.19	1.13	1.05	0.97	0.89	0.81	0.73	0.67	0.60
2.7	0.55	0.60	0.66	0.72	0.78	0.84	0.90	0.96	1.01	1.05	1.07	1.08	1.07	1.05	1.01	0.96	0.90	0.84	0.78	0.72	0.66	0.60	0.55
3	0.50	0.55	0.59	0.64	0.69	0.74	0.78	0.82	0.86	0.89	0.91	0.91	0.91	0.89	0.86	0.82	0.78	0.74	0.69	0.64	0.59	0.55	0.50
3.3	0.46	0.50	0.53	0.57	0.61	0.65	0.68	0.71	0.74	0.76	0.77	0.78	0.77	0.76	0.74	0.71	0.68	0.65	0.61	0.57	0.53	0.50	0.46

ÖZGEÇMİŞ

Ad ve Soyad : Moein JAZAYERI

Doğum Tarihi : 05.04.1981

Doğum Yeri : Tahran/İran

Eğitim : Lise eğitimini İran/Tahran'da tamamladıktan sonra 1998 yılında Türkiye'ye yerleşmiş bulunmaktayım. 1999 yılında YÖS'e (Yabancı Uyruklu Öğrenci Seçme Sınavı) katılarak Yıldız Teknik Üniversitesi, Elektrik – Elektronik Fakültesi, Elektrik Mühendisliği bölümünü kazanıp 2002-2003 yılında bu üniversiteden Elektrik Mühendisi olarak mezun olmuş bulunmaktayım. 2004-2005 yılında LES'e (Lisans Üstü Eğitim Sınavı) katılarak İstanbul Teknik Üniversitesi, Elektrik – Elektronik Fakültesi, Elektrik Mühendisliği bölümünde Yüksek Lisans eğitimine başlamış bulunmaktayım.

Yabancı Diller : Farsça'yı ana dil olarak çok iyi düzeyde, Türkçe'yi ikinci ana dil olarak iyi düzeyde ve İngilizce'yi de iyi düzeyde bilmekteyim.

İlgi Alanları : Eğitim konuları dışında çeviri, farklı spor dalları, müzik ve sinema ile ilgilenmekteyim.