

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

İLAÇ ENDÜSTRİSİNDE AYDINLATMA TASARIMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elektrik Müh. Ender YETİŞ

**Enstitü Anabilim Dalı : ELEKTRİK-ELEKTRONİK
MÜHENDİSLİĞİ**
Enstitü Bilim Dalı : ELEKTRİK
Tez Danışmanı : Prof. Dr. M. Ali YALÇIN

Nisan 2010

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İLAÇ ENDÜSTRİSİNDE AYDINLATMA TASARIMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elektrik Müh. Ender YETİŞ

Enstitü Anabilim Dalı : ELEKTRİK-ELEKTRONİK
MÜHENDİSLİĞİ
Enstitü Bilim Dalı : ELEKTRİK

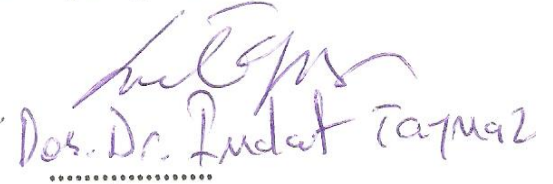
Bu tez 26 / 04 /2010 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.



Prof. Dr. Mehmet Ali YALGIN
Jüri Başkanı



Prof. Dr. Erhan YANIKOĞLU
Üye



Doç. Dr. İndir TAYMAZ
Üye

TEŞEKKÜR

Bu tez çalıŐmasının hayata geçmesinde bana desteklerini esirgemeyen ve yol gösterici tavrıyla bu noktaya, eğitim hayatıma vermiŐ olduğum uzun aradan sonra, ulaŐabilmemi sağlayan Sayın DanıŐmanım Prof. Dr. Mehmet Ali Yalçın Hocam'a sonsuz Őukranlarımı sunuyorum.

ÇalıŐmam süresince değerli zamanını ayırarak bana destek olan ve tezin hazırlanmasında emeklerini esirgemeyen Sevgili arkadaŐım ArŐ. Gör. Dr. Cenk Yavuz'a ayrıca teŐekkürlerimi sunarım.

Seneler sonra tekrar bu aŐamaya gelme çabalarım esnasında varlıklarıyla bana g veren ve her daim desteklerini arkamda hissettiğim kıymetli Annem ve Babama, sevgili kardeŐim nder Yetiş'e minnettarlığımın boyutu anlatılamaz.

Bu tezi sevgili kızım Zeynep Nur'a ithaf ediyorum.

Ender Yetiş
Nisan 2010

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
TABLolar LİSTESİ.....	viii
ÖZET.....	ix
SUMMARY.....	x
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ.....	1
1.1. Aydınlatma Tekniği ve İlaç Endüstrisinde Aydınlatma Kavramlar...	1
1.2. Aydınlatmanın Sağladığı Faydalar.....	3
1.3. Aydınlatma Şekilleri.....	5
BÖLÜM 2.	
İÇ AYDINLATMA TASARIMINDA TEMEL YAKLAŞIMLAR.....	6
2.1. İç Aydınlatma Tasarımında Temel Prensipler.....	6
2.2. İç Aydınlatmada Temel Tasarım Yaklaşımları.....	9
BÖLÜM 3.	
AYDINLATMAYLA İLGİLİ TEMEL KAVRAMLAR	10
3.1. Aydınlatma Tekniği Kavramları.....	10
3.1.1. Işık akısı enerjisi (Φ).....	10
3.1.2. Işık şiddeti (I)	11
3.1.3. Parıltı (Lüminans) (L)	11
3.1.4. Aydınlik düzeyi (E).....	11
3.1.5. Noktasal bir ışık üreticinin ışık şiddeti.....	12

3.1.6. Yüzeylerin parıltıları.....	12
3.2. Fotometrik Kanunlar.....	13
3.2.1. Ters kare kuralı.....	13
3.2.2. Kosinüs kanunu.....	14
3.2.3. Lambert yasası.....	16
3.3. Bir Binanın Penceresindeki Aydınlık.....	17
3.4. Aydınlatmanın Kalitesini Belirleyen Büyüklükler.....	19
3.4.1. Aydınlatmanın düzgünlüğü.....	20
3.4.1.1. Aydınlığın yer bakımından düzgünlüğü.....	20
3.4.1.2. Aydınlığın zaman bakımından düzgünlüğü.....	22
3.4.2. Gölge.....	22
3.4.3. Işık rengi.....	22
3.4.4. Kamaşma.....	25
BÖLÜM 4.	
İŞIK KAYNAKLARI VE ARMATÜRLER HAKKINDA BİLGİLER.....	28
4.1. Işık Kaynakları.....	28
4.1.1. Akkor telli (enkandesan) lambalar.....	28
4.1.2. Kompakt flüoresan lambalar.....	28
4.1.3. Tüp flüoresan lambalar.....	29
4.1.4. Yüksek basınçlı cıva buharlı lambalar.....	29
4.1.5. Metal halojen lambalar.....	29
4.1.6. Yüksek Basınçlı Sodyum Buharlı Lambalar.....	30
4.1.7. Aşak Basınçlı Sodyum Buharlı Lambalar.....	30
4.2. Yardımcı Elemanlar.....	31
4.2.1. Balastlar.....	31
4.2.2. Ateşleme Araçları.....	33
4.2.3. Starter.....	34
4.3. Aydınlatma Aygıtları : Armatürler.....	36
4.3.1. Armatürlerin özel karakteristikleri.....	36
4.3.1.1. Isıl karakteristikler.....	36
4.3.1.2. Mekanik ve aerodinamik karakteristikler.....	37
4.3.1.3. Titreşim ve darbelere dayanıklılık.....	37

4.3.1.4. Ağırlık boyut ve biçim.....	37
4.3.1.5. Elektriksel karakteristikler.....	38
4.3.1.6. Kir ve toza dayanıklılık.....	38
4.3.1.7. Estetik karakteristikler.....	38
BÖLÜM 5.	
İLAÇ ENDÜSTRİSİNDE AYDINLATMA	39
5.1. İlaç Sektörü Aydınlatmasında Öne Çıkan Tüzük ve Standartlar.....	39
5.2. İlaç Sektöründe Kullanılan Makineler ve Aydınlatma Gereksinimleri.....	43
5.3. İlaç Sektöründe Yapısal Anlamda Aydınlatma Uygulaması.....	44
5.4. İlaç Endüstrisi için Armatür ve Işık Kaynağı Tercihi.....	47
5.4.1. Yarı temiz oda armatürleri (C – D Sınıfı).....	49
5.4.2. Temiz oda armatürleri (A – B Sınıfı).....	50
5.5. Aydınlatma Aygıtları, Temizlik Sınıfları ve İlaç Makineleri İlişkisi.	51
5.6. İlaç Endüstrisinden Örnek Bir Aydınlatma Ölçme Uygulaması.....	59
5.6.1. Ölçüm sonuçları.....	60
BÖLÜM 6.	
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	63
KAYNAKLAR.....	67
ÖZGEÇMİŞ.....	69

SİMGELER VE KISALTMALAR

\emptyset	:	Işık Akısı Enerjisi
I	:	Işık Şiddeti
L	:	Lüminans
E	:	Aydınlık Düzeyi
S	:	Yüzey Alanı
f	:	Pencere Faktörü
η	:	Verim
δ	:	Düzensizlik Faktörü
h	:	Eleman (Lamba) Yüksekliği
R _a	:	Renk Ayırım İndeksi (CRI)
L _(Ort)	:	Ortalama Lüminans
U ₀	:	Genel Lüminans Düzensizliği
U _L	:	Boylamsal Lüminans Düzensizliği
E _{H(min)}	:	Minimum Yatay Aydınlik Düzeyi
E _{H(Ort)}	:	Ortalama Yatay Aydınlik Düzeyi
E _{SC(min)}	:	Yer Seviyesinin 1,5 m Üstünde Yerel Minimum Yarı Silindirik Aydınlik Düzeyi
E _{v(ort)}	:	Ortalama Düşey Aydınlik Düzeyi
e	:	Etkinlik Faktörü
ULOR	:	Üst Yarı Uzay Işık Akısı Oranı
DLOR	:	Alt Yarı Uzay Işık Akısı Oranı
IP	:	Koruma Derecesi
CIE	:	Uluslararası Aydınlatma Komitesi
AS	:	Avustralya Standartlar Enstitüsü

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1.	Ters Kare Kuralının Bir Piramit Üzerinde Açıklanması.....	14
Şekil 3.2.	Kosinüs Kanununa İlişkin Gösterim.....	15
Şekil 3.3.	Örnek Bir Işık Dağılım Eğrisi.....	16
Şekil 3.4.	Lambert Yasasına İlişkin Gösterim.....	17
Şekil 3.5.	Pencereden Giren Işık.....	19
Şekil 3.6.	Işık Akısına ilişkin Örnek Çalışma Üçgeni.....	19
Şekil 4.1.	Starter.....	35
Şekil 5.1.	Projelendirme kesit görünümü.....	49
Şekil 5.2.	Opal lensli yarı temiz oda armatürü.....	51
Şekil 5.3.	Ortası kumlu sıfır camlı yarı temiz oda armatürü.....	52
Şekil 5.4.	Kumlu camlı temiz oda armatürü.....	52
Şekil 5.5.	Çift parabolik reflektörlü temiz oda armatürü.....	53
Şekil 5.6.	Paletli 1 tonluk paslanmaz konteynır.....	53
Şekil 5.7.	Tablet Baskı Makinesi.....	54
Şekil 5.8.	Film Kaplama Makinesi.....	54
Şekil 5.9.	Pellet Granülasyon Makinesi.....	55
Şekil 5.10.	Blisterleme Makinesi.....	56
Şekil 5.11.	Şişe Kutulama Makinesi.....	56
Şekil 5.12.	Ambalaj hattının görünüşü.....	57
Şekil 5.13.	Likit imalat hattının başında bulunan imalat kazanlar.....	57
Şekil 5.14.	Likit dolum hattı.....	58
Şekil 5.15.	Pomat dolum makinesi.....	58
Şekil 5.16.	Suppozituar dolum ve primer ambalaj makinesi.....	59
Şekil 5.17.	Flakonların çatlaklığını kontrol eden test makinesi.....	59
Şekil 5.18.	Kutulama makinesi.....	60
Şekil 5.19.	Sefalosporin ürünleri için Sterilizasyon Tüneli giriş kısmı.....	60

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1.1. Farklı Aydınlatma Şekillerinin Işık Yayılma Oranları.....	5
Tablo 3.1. Bazı Işık Kaynaklarının Yayımış Olduğu Işık Akısı Miktarları.....	11
Tablo 3.2. Aydınlık Düzeylerine İlişkin Örnek Değerler.....	13
Tablo 3.3. Aydınlığa Olan İsteğe Göre δ_1 'in Değeri.....	22
Tablo 3.4. Renk Sıcaklığı ile Işık Rengi Arasındaki Bağntı.....	24
Tablo 3.5. Aydınlık Düzeyine Bağlı Olarak Lambanın Renginin Aydınlatmaya Etkisi.....	25
Tablo 3.6. Işık Kaynaklarının Renk Ayırt Ettirebilme Grubu ve Işık Rengine Göre Kullanıldıkları Yerler.....	26
Tablo 4.1. Alçak Basıncılı Sodyum Buharlı Lambaların Karakteristik Değerleri.....	32
Tablo 5.1. AS1680 Standardına göre tavsiye edilen aydınlık düzeyleri	44
Tablo 5.2. İlaç sektöründe kullanılabilir ışık kaynakları ve özellikleri (AS 1680)	50
Tablo 5.3. İlaç Fabrikası Aydınlatma ölçüm sonuçları	62
Tablo 6.1. Tavsiye Edilen Aydınlık Düzeyi Gereksinimleri	67

ÖZET

Anahtar kelimeler: İlaç Endüstrisi, Aydınlatma Tasarımı, İlaç Endüstrisi Aydınlatma Standartları

Bu tez çalışmasında ilaç endüstrisinde ve üretim tesislerinde aydınlatma tasarım ilkeleri araştırılmıştır. Bu amaçla, ilaç endüstrisinde uygulanması zorunlu olan yönetmeliklere göre aydınlatma tasarımı, aydınlatma teknikleri, gerekli aydınlık düzeyleri, kullanılması tercih edilebilecek ışık kaynakları gibi bileşenler üzerinde durulmuştur. Ulusal ve uluslararası standartlar arasındaki ilişkiler incelenmiş yerel anlamda ilaç endüstrisi aydınlatmasının ihtiyaç duyduğu yasal düzenlemelerin neler olması gerektiği ile ilgili değerlendirmeler yapılmıştır. Örnek uygulama olarak bir ilaç fabrikasının belirli noktalarında aydınlatma ölçümleri alınmış ve bunlar üzerinden hem yerel hem global anlamda karşılaştırmalar yapılmıştır. İlaç endüstrisinde kullanılacak temel aydınlatma tasarımları irdelenmiş, en verimli sonucu verecek aydınlatma aygıtları ve yeni aydınlık düzeyi tavsiyeleri ölçüm, araştırma ve bulgulardan elde edilen fikirlere göre yeni bir standart önerisiyle birlikte sunulmuştur.

LIGHTING DESIGN IN PHARMACEUTICAL INDUSTRY

Ender YETİŞ

SUMMARY

Key Words: Pharmaceutical Industry, Lighting Design, Lighting Standards in Pharmaceutical Industry

In this thesis study the design criteria of the pharmaceutical industry and production sites are researched. For this reason making of the lighting design with district regulations of the pharmaceutical industry, lighting techniques, required - necessary lighting levels, lighting equipments are studied in detail. As a sample project medical lighting levels and current lighting situation of a Production Facility of a volunteer Pharmaceutical Enterprise in İzmit is measured. In this area measurement it was tried to assess the lighting conditions of the process rooms, corridors, packaging areas, offices, special production areas and as a result an assessment about the lighting conditions is made. Later a comparison due to local and global standards is made and a new standardization is offered according to measurement, research and findings.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

1.1. Aydınlatma Tekniği ve İlaç Endüstrisinde Aydınlatma Kavramları

Aydınlatma, kısa tanımı ile, “nesnelerin ve çevrenin gereği gibi görülebilmesini sağlamak amacı ile ışık uygulamak”tır [1]. Yani, Uluslararası Aydınlatma Komisyonunca da benimsenmiş olan bu tanıma göre, aydınlatma, nesnelere ve çevrelere ışık yollayarak görünmelerini sağlamaktır. İlaç Endüstrisinde ise aydınlatmadan sadece malzemelerin görünmelerini sağlamakta değil, kalite kontrolü sağlamak, kaliteyi güvence altında tutmak gibi hayati önem taşıyan işlerin uygulanmasında da istifade edilmektedir. Yani görülmesi istenen nesnelere yanında bunların doğru, zamanında, yerinde ve istenen kalitede görünmeleri için gereken bir yardımcı kaynaktır. Işık olmazsa bu parametrelerin biri veya birkaçının birden olmaması durumunda ilaç endüstrisinde üretimin olması, ya da doğru ilaç üretiminin gerçekleştirilmesi mümkün olamaz.

Aydınlatma tekniği konusuna gelinecek olursa, aydınlatma üretim alanlarına ve hizmet ünitelerinin üzerlerine veya gelişi güzel herhangi bir yere lamba asmak ve hiç bir özelliği belli olmayan armatürler kullanmak demek değildir.

Aydınlatma, nesnenin ve çevrenin en iyi biçimde algılanmasını sağlamak amacı ile yapılır. Görülmesi gereken şey, yani, belli bir mekânda, belli bir zamanda, belli koşullarda ve belli bir amaç için görsel algılama konusunu oluşturan şey, bir üretim makinesi ve çevresindeki insanlar, bir ürün prospektüsü, üretim tesisinin bütünü, laboratuvar, bir analiz sonucu, bir numune, bir süreç şekli ya da bir atık su arıtma havuzu, bir üretim tesisinin dış yüzü, bir teknik alan, güvenlik noktası vb. gibi çok değişik türden olabilir. Bunları oluşturan nesnelere, parlak ya da mat yüzeyli; renkleri, dokuları, ya da biçimleri bakımından, az ya da çok önemli; çok ufak ya da iri; hareketli ya da hareketsiz olabilirler. İnsanlar bu nesnelerin bulunduğu mekân içinde, ya da bunun dışında olabilirler. Tüm bu etkenler, bunların en iyi bir biçimde

görünmesi için oluşturulacak aydınlığın niceliğini ve özellikle de niteliğini büyük oranda etkiler. Aydınlatma tekniği, işte bütün bu değişkenleri dikkate alarak, aydınlatmanın nasıl yapılması gerektiğini belirleyen tekniktir.

Aydınlatma tekniği böylece, bir yandan görsel algılamamanın en iyi koşullarda gerçekleşmesini sağlarken, öte yandan, bunun, yatırım ve işletme giderleri bakımından en ekonomik bir çözümle elde edilmesini, insan doğasına uygunluğunu ve sonucun kalite odaklı, güvenilir, verimli ve estetik değerler ve mimariye uyum bakımından da doyurucu olmasını sağlar.

Yukarıdaki kısa açıklamalardan anlaşılacağı gibi, aydınlatma tekniği, insan gözünün ışık ve renk görme özelliklerinden, ışık kaynaklarının, lambaların ve armatürlerin türlü özelliklerine; yüzeylerin ve gereçlerin ışık yansıtma ve geçirme özelliklerinden, estetik ve mimari kavramlara; türlü ölçme tekniklerinden, oldukça karmaşık hesap biçimlerine uzanan, çok geniş bir alana yayılmış bilimsel verilerden ve bilgilerden yararlanır. Bu nedenle bir aydınlatma uzmanı da ancak, ilgili bir yüksek öğrenim üzerine bindirilmiş önemli ve yoğun bir uzmanlaşma çalışması ile yetişebilir.

Tekniğine uygun bir aydınlatmanın, eğitimde başarıyı, üretim merkezlerinde ve iş yerlerinde verimi artıracacağı; iş ve trafik kazalarını, hatalı üretim ve yanlış tanılamaları azaltacağı; gereksiz yorgunlukları, baş, göz ağrılarını, sinirlilikleri ortadan kaldıracacağı ve genelde yaşantıyı daha hoş daha verimli ve daha sağlıklı kılacağı gibi temel gerçekler günümüzde, ileri ülkelerde çoktan anlaşılmiş ve gereği yapılır olmuştur [1,2,4,9].

Burada, konu, üretim ve başarı oranlarının yükselmesi, türlü kayıpların azalması gibi, genel ekonomiyi etkileyen konular bir yana bırakılıp, doğrudan doğruya aydınlatma amacı ile kullanılan enerjinin azaltılması bakımından incelense bile, aydınlatma tekniğinin geniş bir biçimde uygulanması ile aydınlatma giderlerinin çok büyük oranda azalacağı kolaylıkla gösterilebilir. Türkiye gibi kalkınmakta olan bir ülke için, bunun önemini tartışmaya gerek yoktur. Tabii ki aydınlatmada enerji tasarrufu gerçekleştirme arzusu doğru planlama, tasarım ve proje uygulamalarıyla hem görsel yeterlilik ve konforu gerçeklemeli hem de bakımı kolay ve uzun ömürlü aydınlatma aygıtlarıyla hayata geçirilmelidir. İlaç endüstrisinde aydınlatmadan bahsetmeden

önce aydınlatmanın sağladığı faydalar ve ötesinde aydınlatmanın temel kavramları ve yasalarından bahsetmek en doğru seçenek olacaktır.

1.2. Aydınlatmanın Sağladığı Faydalar

Günümüzde yukarıda da anlatıldığı gibi gerek bireylerin özel isteklerine cevap vermek gerekse olağan ve olağan dışı hallerde oluşabilecek farklı sorunları çözmek amacı ile iyi bir aydınlatma ihtiyaçtan çok bir zorunluluk halini almıştır.

İyi bir aydınlatma ile özetle aşağıdaki yararlar sağlanır. [1,2,3,6,7,15]

a. Ekonomik Potansiyel Artar: Endüstri kuruluşlarında gece vardiyalarında iş veriminin gündüz elde edilenle aynı olması için iyi bir aydınlatma gereklidir. Ayrıca eğitim ve öğretimde de gece çalışmalarının verimi ve teşviki için iyi bir aydınlatmanın etkisi göz ardı edilemeyecek derecededir.

b. İş Verimi Artar: İyi görme koşullarını sağlayan iyi bir aydınlatma ile gözün gereksiz yere yorulması ve dolayısıyla görme hızı ve görüş keskinliğinin arttırılması ile yapılan işin hızı da arttırılmış olunur. Hata oranı azalır ve sonuç olarak da iş verimi yükselir. Yapılan bir araştırmada endüstriyel tesislerde aydınlık düzeyinin 200 lüks'ten 300 lüks'e çıkartılması halinde iş veriminin % 1,6, 500 lüks'e çıkartılması halinde ise % 3,1 oranında bir artış gösterdiği tespit edilmiştir.

c. Gözün Görme Yeteneği Artar: Gözün görme yeteneği denince kontrast (aydınlık - karanlık farkı) duyarlılığı, şekil duyarlılığı (keskinlik) ve görme hızı anlaşılır. Bunların arttırılabilmesi iyi bir aydınlatmaya bağlıdır.

d. Göz Sağlığı Korunur: Gözün iyi aydınlatılmamış bir ortam nedeni ile yorulması ve rahatsız olması göz sağlığına olumsuz yönde etki yapar. Gözün yapısı, işleyişi, özellikleri ve fizyolojik – optik esaslar göz önüne alınarak yapılacak iyi bir aydınlatma göz sağlığını korumanın yanı sıra psikolojik olarak da olumlu yönde bir etki yapar.

e. Kazalar Azalır: Gerek fabrikalar ve sanayi tesislerinde gerekse trafiği yoğun olan yollarda kazaları oluşturabilecek etkenler iyi bir aydınlatma ile zamanında ve tüm açıklığıyla fark edileceği için kazalardan sakınılabılır. Uluslararası Aydınlatma Komisyonu CIE'nin ilgili yayınında yol aydınlatmasının trafik kazalarına etkisi açıkça ortaya konmuştur. Dünyanın sayılı metropollerinden New York ve Paris şehirlerinden iki örnekle açıklamak gerekirse; New York şehrinin kuzey bölümünün iki farklı bölgesinin farklı kesimlerinde yapılan aydınlatmadan sonra gece kazaları % 36,4 oranında azalmıştır; bu azalma trafiğin artmasına rağmen gözlenmiştir. İkinci örnekte ise Fransa'da Paris - Versailles yolu aydınlatıldıktan sonra yıllık kazaların sayısı 8'den 2'ye düşmüştür. Ölümle sonuçlanan kazalar ise sona ermiştir.

f. Güvenlik Sağlanır: İyi bir aydınlatmanın en önemli yararlarından biri de güvenliğin sağlanmasına olan katkısıdır. Meşru olmayan davranışlar genellikle karanlık veya iyi aydınlatılmamış ortamlarda gerçekleşir. Şehir içi sokaklarında ve şehir dışı yollarındaki aydınlatma, gece saldırılarına karşı etkili bir önlem oluşturur. Hırsızlık ve gasp amaçlı eylemde bulunanlar aydınlıktan ürkerler.

g. Yaşam Konforu Arttırılır: Günümüzde, belirli bir yaşam standardının üstünde estetik duygular cevaplandırılması gerekli hayati ihtiyaçlar halindedir. Bu psikolojik ihtiyaçlardan başka görme konforu ile ilgili fizyolojik ihtiyaçlarda iyi bir aydınlatma ile karşılanarak insanlara huzur ve ferahlık sağlanır.



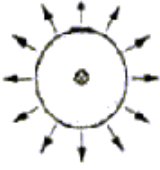
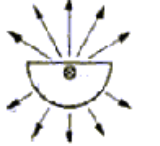

Yukarıda sayılan faydaları sağlayan iyi bir aydınlatma daima ekonomiktir. Çünkü sağlanan her bir yarar ülke ve kişilerin ekonomilerine kendi yönünden olumlu katkılar yapacağı gibi elektrik enerjisinden de büyük tasarruf sağlanır. İlaç endüstri bakımından düşünürsek iyi bir aydınlatmanın iş verimini ve ekonomik potansiyeli artırıyor olması laboratuvar çalışmaları ve kapalı alan üretimlerinin yoğunlukla gerçekleştiği ilaç fabrikaları ve depolarında iyi bir aydınlatmanın sağlayacağı katkının yadsınamaz olduğunu göstermektedir.

1.3. Aydınlatma Şekilleri

Aydınlatma tasarımında kullanılan aydınlatma araçları farklı tiplerde ve farklı özelliklerde olabilir. Farklı şekilde aydınlatma yapan bu araçlar, ışık yayılışlarına

göre farklı verimlilik ve aydınlatma düzeyi sağlarlar. Tablo 1.1’de farklı aydınlatma şekillerinde ışığın hangi oranda, hangi doğrultuya yayıldığı görülebilir [10]

Tablo 1.1. Farklı Aydınlatma Şekillerinin Işık Yayılma Oranları

AYDINLATMA ŞEKLİ	AYDINLATMA TİPİ	IŞIĞIN YAYILIŞI	
		YUKARI	AŞAĞI
Direkt (Dolaysız)		% 0 - 10	% 90 - 100
Yarı Direkt (Yarı Dolaysız)		% 10 - 40	% 90 - 60
Dağınık (Yayınık) (Karma) (Homojen)		% 40 - 60	% 60 - 40
Yarı Endirekt (Yarı Dolaylı)		% 60 - 90	% 40 - 10
Endirekt (Dolaylı)		% 90 - 100	% 10 - 0

BÖLÜM 2. İÇ AYDINLATMA TASARIMINDA TEMEL YAKLAŞIMLAR

Bir aydınlatma tasarlanırken öncelikle, mimari özelliklerin incelenmesi gerekir. Bu inceleme aydınlatılacak konunun, biçimsel ve işlevsel özelliklerinden yapımsal özelliklerine kadar, geniş bir alanı kapsamalıdır. Oluşturulacak aydınlık, bir yandan mimari karakter ve kullanışa uyarken, bu aydınlığı sağlayacak ışık kaynakları da olabildiğince, mimari ile bütünleşmeli, biçim, gereç, renk ve konum bakımından mimariye uyum sağlamalıdır. Bir kaç satırda özetlenmeye çalışılan bu uyum konusu, yapılacak tasarımı yönlendirecek ve biçimlendirecek olan temel verileri oluşturacak olması bakımından çok önemlidir ve bu çalışma yapılmadan, kesinlikle daha ileri aşamalara geçilmemelidir [1,4,7].

2.1. İç Aydınlatma Tasarımında Temel Prensipler

1. Belli nesnelere ve/veya alanları aydınlatacak olan ışık, buralara yönlendirilmeli ve kesinlikle göze gelmemelidir. Gözün ışık kaynağını görmesi, hem rahatsız edici ve yorucudur, hem de oluşturulan aydınlıktan yararlanmayı azaltır. Yani, göze gelen ışık, aydınlatılan nesne ya da alanların, olduğundan daha karanlık görünmesine neden olur.

2. Bir yüzeyde girinti ve çıkıntılarının algılanması önem taşıyorsa, bu yüzey için, baskın doğrultulu bir ışık alanı oluşturulmalı ve baskın doğrultu, yüzeydeki girinti ve çıkıntılarının eğimine göre ayarlanmalıdır. Tüm üç boyutlu dokuların aydınlatılmasında aynı kural geçerlidir.

3. Gölge niteliği bakımından, içinde, yaşanan iç mekanlarda yumuşak ve saydam gölgeli bir aydınlık oluşturmak uygun olur. Kara gölgeli aydınlıklar, oluşturdukları ışıklılık karşıtlıkları nedeni ile ilgi çekici fakat yorucudur. Bu tür

aydınlıklar ancak vitrin ve sahne gibi içinde yaşanmayan ve kısa süre bakılan yerlerin aydınlatmaları için uygundur.

4. Sert gölgeli aydınlıklar düzlem olmayan yüzeylerde, var olmayan çizgiler oluşturabilir ve böylece sert ve gerçek dışı görüntülere neden olabilir. Bu nedenle yalnızca özel amaçlar için kullanılmalıdır.

5. Bakılan alan, çevre alandan daha aydınlık olmalıdır. Okunan bir kitabın sayfaları, çalışılan bir tezgahın üstü, bir konuşmacının yüzü, bir yazı tahtası, yakın çevreye oranla daha karanlık olmamalıdır.

6. Bakılan alan ile çevre alanlar arasındaki ışıklılık oranları yorucu karşıtlıklar (kontrastlar) oluşturmamalıdır. Değişik alanların tanımları ve aşılması gereken karşıtlık oranları, aydınlatma tekniği literatüründe verilmiştir.

7. Büyük karşıtlıklar, küçük karşıtlıkların görülebilmesini engeller. Bu kural renk konusu için de geçerlidir. Daha önce sözkonusu olmuş olan, ışığın göze gelmemesi, yani gözün ışık kaynağını görmemesi kuralı bu yolla da açıklanabilir. Görsel algılama, renk ve ışıklılık karşıtlıklarının algılanmasından başka bir şey olmadığına göre, aşırı karşıtlıklar oluşturarak, bakılan yerin eksik algılanmasına meydan verilmemelidir.

8. Mat nesnelere, üzerlerinde oluşturulan aydınlık ile görünür duruma gelirler. Parlak nesnelere ise üzerlerinde oluşan çevre görüntüsü ile algılanırlar. Tam mat nesnelere kendi görünürlükleri de tamdır. Ayna gibi tam parlak yüzeyli nesnelere ise, tam olarak görünürlük, oluşan çevre görüntülerinin görünürlüğüdür. Tam mattan tam parlağa değişen ara durumlarda nesnelere kendi görünürlükleri de buna göre değişir.

9. Mat nesnelere aydınlatılmasında elde edilecek sonuç, bu nesnelere üzerinde oluşturulacak aydınlığa, dolayısıyla, bunların ışıklılığına bağlıdır. Parlak nesnelere üzerinde oluşturulacak aydınlık miktarı ise, bunların kendi görünürlüklerinde pek etkili olmaz; yansıttıkları yüzeylerin aydınlatılması ve gerekli ışıklılığa kavuşturulması gerekir.

10. Çok küçük mat ve parlak yüzeylerden oluşmuş iki boyutlu dokuların vurgulanması mat ve parlak yüzey elemanları arasında yeterli ışıklılık ayrımı oluşturmakla elde edilir. Bunun nasıl yapılabileceği sekiz ve dokuz numaralı kurallarda açıklanmıştır.

11. Parlak nesnelerin yansıttıkları yüzeylerde büyük ışıklılık karşıtlıkları varsa, bu nesnelere iyice parlak görünür. Bu nesnelerin yansıttıkları yüzeylerde ışıklılık karşıtlıklarının azalması ile, nesnelerin algılanan parlaklıkları da azalır. Işıklılık karşıtlığı olmayan, ya da çok az olan bir ortam içindeki parlak nesnelere mat görünür. Parlak nesnelerin, olduğundan da daha parlak ya da aksine mat görünmesini gerektiren durumlar vardır. Aydınlatmada çevre düzeni buna göre kurulmalıdır.

12. Parlak nesnelerin biçimlerinin algılanması, bunlar üzerinde çizgisel görüntülerin oluşmasına bağlıdır. Aynı zamanda parlaklığın da vurgulanması gerekiyorsa, bu çizgisel görüntüler, çizgisel (doğrusal) ışık kaynaklarının görüntüleri olabilir.

13. Aydınlatmada, aydınlatan ışığın rengi ile aydınlanan nesne ve yüzeylerin renkleri arasındaki ilişkiler çok önemlidir. Değişik spektrumlu ışıklar, maddesel renklerde çok büyük renk türü değişikliklerine neden olabilir. Çeşitli mekanlarda değişik ışık renklerinde oluşan ışıksal iklimler de birbirinden çok farklı ve yerine göre çok iyi ya da çok kötü olabilir.

İç mekânlarda ışıklı nesnelere, yani içten aydınlatılmış katı cisimler aydınlatma elemanı gibi düşünülemez. Çünkü bunların oluşturulmasındaki amaç, çevrenin aydınlatılması değil kendilerinin, çevreye oranla daha ışıklı görünmeleri ve çoğu kez, dikkat çekmeleridir. Yani ortada bir aydınlatma olayı yoktur. Bunlar görme alanı içinde kalan ve bakılan nesnelere dir. Bu durumda, ışık kaynağı niteliği kazanan bu nesnelere den çıkan ışığın, bir numaralı kuralın tam aksine, göze gelmesi, yani gözün o nesneyi görmesi gerekir. Burada bilinmesi gereken, bu gibi nesnelerin ışıklılığının göz kamaşmasına ve çevrenin rahatça görülememesine neden olabileceğidir. Bu nedenle iç mekânlarda, genellikle normal görüş alanı içinde bulunan bu gibi ışıklı

süsleme ya da dikkat çekme amaçlı elemanların aynı zamanda aydınlatma amacı ile de kullanılmaları, çözümsüz ışıklılık problemleri oluşturur.

Yukarıdaki 13 temel yaklaşımın, belli aydınlatma yanlışlarının azaltılmasında yararlı olacağı kesindir. Bu tasarım yaklaşımları, belli konular için bir uyarı niteliği de taşıyabilir. Ancak, gerçek anlamda bir aydınlatma tasarımının, bu yaklaşımların kapsamını teknik, estetik, ekonomik ve pratik bakımdan çok aşan çalışmalar ile yapılabileceğinin de bilinmesi gerekir. Bu çalışmanın içeriği ve hedefi doğrultusunda incelenecek olan aydınlatma türü “İç Mekan Aydınlatması”dır.

2.2.İç Aydınlatmada Temel Tasarım Yaklaşımları

Aydınlatmadan maksimum ölçüde yararlanılabilmesi ve yaşanılan ortamda gerekli güvenliğin temini ön planda tutularak gereken enerji tasarrufunun sağlanabilmesi için tasarımdan kullanıma kadar tüm safhalarda uyulması gereken temel yaklaşımlar [1,11] aşağıda sıralanmıştır;

- a.** İlgili standartlar, Uluslararası Aydınlatma Komisyonu'nun yayınları ve İş güvenliği mevzuatı da takip edilerek aydınlatılacak yere ve amaca uygun optimum çözümün elde edilebileceği aydınlatma kriterlerinin belirlenmesi,
- b.** Fotometrik ve teknik özellikleri bilinen armatürler ile gerekli tasarım hesaplarının yapılması, sadece aydınlatılacak alana ışık gönderen armatür tip ve sayılarının saptanması,
- c.** Aydınlık şiddeti algılayıcı ve/veya zaman kontrollü tesisat ile aydınlatmanın gerek duyulan zamanlarda gerektiği ölçüde yapılmasının sağlanması.

Yukarıdaki 13 temel tasarım yaklaşımı ışığında, iç aydınlatma ile ilgili sözü edilen bu üç prensibe gösterilecek uyum, enerji israfını minimum düzeye indirmeye yardımcı olacak, Dünyamızın doğal kaynaklarının tüketimi en aza indirecek ve ülke ekonomilerine önemli katkıda bulunurken hem iş verimini artıracak hem de ürün kalitesinin korunmasını sağlayacaktır.

BÖLÜM 3. AYDINLATMAYLA İLGİLİ TEMEL KAVRAMLAR

3.1. Aydınlatma Tekniği Kavramları

Aydınlatma Tekniğinde; ışığa ve aydınlatmaya özel hesap ölçme ve değerlendirmeleri yapabilmek için aşağıdaki temel birimler tanımlanmış ve kabul edilmiştir [4,7,13].

3.1.1. Işık akısı enerjisi (\emptyset)

Işık üreticinin bir saniyede etrafa yaydığı ışın akısı enerjisine üreticinin “Işık Akısı Enerjisi” denir (\emptyset) ile gösterilir ve ışık üreticinin ışık gücünü belirtir. Birimi “*lümen (lm)*” dir. Işık akısı, bir ışık kaynağı tarafından saniyede yayılan toplam ışık miktarını gösteren bir kavramdır. İnsan gözünün duyarlılığına karşı bir ışık kaynağı tarafından saniyede yayılan enerjidir. Aşağıda bazı ışık kaynaklarının yaymış olduğu ışık akısı miktarları görölmektedir.

Tablo 3.1. Bazı Işık Kaynaklarının Yaymış Olduğu Işık Akısı Miktarları

Bisiklet farı	3 W	30 <i>lm</i>
Akkor Flamanlı lamba	74 W	900 <i>lm</i>
Flüoresan lamba	65 W	5000 <i>lm</i>
Yüksek-basınçlı sodyum buh. lamba	100 W	10000 <i>lm</i>
Açak-basınçlı sodyum buh. lamba	180 W	32000 <i>lm</i>
Yüksek-basınçlı cıva buh. lamba	1000 W	58000 <i>lm</i>
Metal halojen lamba	2000 W	190000 <i>lm</i>

3.1.2. Işık şiddeti (I)

Işık üreticinin belirli bir yönde uzay birim açısı içinde yayınladığı ışın akısı yoğunluğuna ışık üreticinin “Işık Kuvveti” veya “Işık Şiddeti” denir. “I” ile gösterilir. Birimi “*Candela (cd)*”dır. (1 mum = 1,02 cd)

3.1.3. Parlıltı (Lüminans) (L)

Kendi kendine ışık yayan veya ışık üreticilerden aldığı ışığı yansıtan, dağıtan veya geçiren ışık kaynağının veya gerecinin birim yüzeyinin yayınladığı ışık kuvvetine bunun “Parıltısı (ışıklılığı - lüminansı)” denir. “L” ile gösterilir. Birimi “*Stilb (sb)*”, “*cd / cm²*” dir. Daha küçük birimi ise “*Apostilb (asb)*”dir. (1 Stilb (sb) = 31.416 Apostilb (asb) dir.) Işık üreticilerinin parıltıları Stilb ile aydınlatılan yüzeylerin parıltıları da bundan çok küçük olan Apostilb birimi ile belirtilir.

Etrafımızdaki cisimler ancak belirli yüzeydeki parıltıları ile gözde görme olayı meydana getirirler. Gözün en rahat gördüğü yüzeyin parıltısı 200-600 asb’dir. Gözün kontrast duyarlılığı 200-10.000 asb’ler arasındaki parıltılardır.

3.1.4. Aydınlık düzeyi (E)

Aydınlık düzeyi birim yüzeye düşen ışık akısıdır. Işık üreticiden bir yüzeye düşen ışık akısının bu yüzeyin (m²) olarak alanına bölümü, bu yüzeyin m²’sinin Aydınlık Düzeyini’ni verir. (E) ile gösterilir. Birimi “*lüks*”tür.

$$E = \frac{\phi}{S} = \frac{\text{lümen}}{m^2} = \text{lüks} \quad (3.1)$$

Tablo 3.2. Aydınlık Düzeylerine İlişkin Örnek Değerler

Yazın; öğle saatleri; bulutsuz bir hava	100.000 lüks
Yol aydınlatması	5-30 lüks
Açık bir gecede dolunay	5-25 lüks

3.1.5. Noktasal bir ışık üreticinin ışık şiddeti

$$I = \frac{\phi}{4\pi} = \frac{\phi}{12,57} cd \quad (3.2)$$

Burada;

I = Işık şiddeti (cd)

ϕ = Yayılan ışık akısı (lm)

$$4\pi = 12,57$$

3.1.6. Yüzeylerin parlıtları

a) Küre ışık üreticinin parlıtları

$$L = \frac{\phi}{\pi} x \frac{1}{S} = \frac{\phi}{\pi.S} (sb) \quad (3.3)$$

$$L = \frac{\phi}{\pi.4.\pi.r^2} = \frac{\phi}{4.\pi^2.r^2} (sb) \quad (3.4)$$

Kürenin yüzeyi: $S = 4\pi.r^2$

$r = cm$, $L = Sb$, $\phi = lm$

b) Yarım kürenin parlıtları

$$L = \frac{\phi}{\pi} x \frac{1}{S_1} = \frac{\phi}{\pi.S_1} (sb) \quad (3.5)$$

$$L = \frac{\phi}{\pi.2.\pi.r^2} = \frac{\phi}{2.\pi^2.r^2} (sb) \quad (3.6)$$

Yarım kürenin yüzeyi : $S_1 = 2 \pi r^2$

c) Silindirin şeklindeki ışık üreticinin parlıtısı

$$L = \frac{\phi}{\pi} \times \frac{1}{S_2} = \frac{\phi}{\pi \cdot d \cdot \pi \cdot l} \text{ (sb)} \quad (3.7)$$

$$L = \frac{\phi}{2 \cdot \pi^2 r^2} \text{ (sb)} \quad (3.8)$$

Burada;

Silindirin yüzeyi : $(S_2) = d \cdot \pi \cdot l$

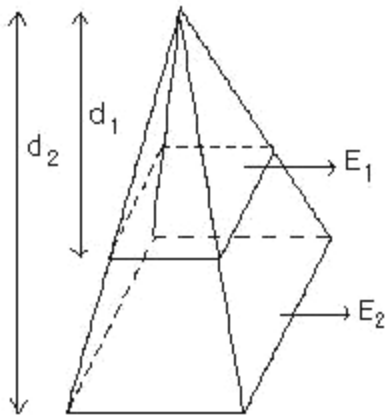
l = tüpün uzunluğu (cm)

d = tüpün çapı (cm)

3.2. Fotometrik Kanunlar

3.2.1. Ters kare kuralı

Bir çalışma alanındaki aydınlık düzeyi, ışık kaynağı ve çalışma alanı arasındaki mesafenin karesiyle ters orantılıdır. [4,7,15]



Şekil 3.1. Ters Kare Kuralının Bir Piramit Üzerinde Açıklanması

A noktasındaki ışık kaynağının aydınlık (ışık) şiddeti I (cd) olsun.

Böylece bir d_1 uzaklığında aydınlık düzeyi;

$$E_1 = \frac{I}{(d_1)^2} \text{ (lüks) olur.} \quad (3.9)$$

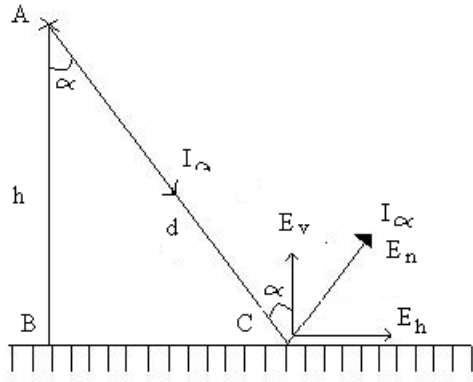
Bir d_2 uzaklığındaki aydınlık düzeyi ise;

$$E_2 = \frac{I}{(d_2)^2} \text{ (lüks) olacaktır.} \quad (3.10)$$

Görülüyor ki farklı mesafelerdeki aydınlatma karşılaştırıldığında şu yazılabilir;

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{(d_2)^2}{(d_1)^2} \quad (3.11)$$

3.2.2 Kosinüs kanunu



Şekil 3.2. Kosinüs Kanununa İlişkin Gösterim

Yatay bir çalışma alanı üzerinde α açısında elde edilecek aydınlık düzeyi [4,7,15] şöyle verilir;

$$E_v = \frac{I_\alpha \cdot \cos \alpha}{d^2} = \frac{I_n}{d^2} \text{ (lüks)} \quad (3.12)$$

Burada ;

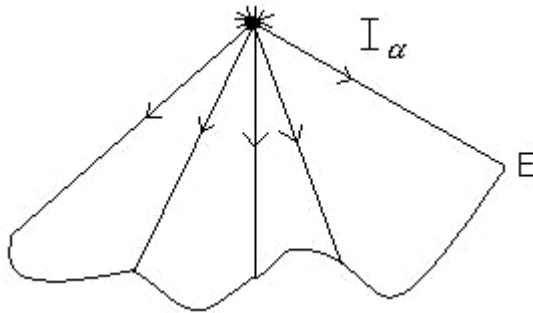
E_v = Aydınlığın dikey bileşeni

Aydınlığın yatay bileşeni;

$$E_h = \frac{(I_\alpha)_h}{d^2} = \frac{I_\alpha \cdot \sin \alpha}{d^2} \text{ (lüks)} \quad (3.13)$$

$$\cos \alpha = \frac{\overline{AC}}{\overline{BC}} = \frac{\overline{AC}}{d} \Rightarrow d = \frac{h}{\cos \alpha} \Rightarrow E_v = \frac{I_\alpha}{\left(\frac{h}{\cos \alpha}\right)^2} \times \cos \alpha \quad (3.14)$$

$$E_v = \frac{I_\alpha}{h^2} \times \cos^3 \alpha \text{ (lüks)} \quad (3.15)$$



Şekil 3.3. Örnek Bir Işık Dağılım Eğrisi

Işık dağılım eğrilerinden, farklı açılardaki ışık şiddeti değerleri saptanır ve bu saptanan değer herhangi bir noktanın aydınlık düzeyini hesaplamak için kullanılır. $\alpha = 0^\circ$ 'da, yalnızca dikey aydınlık düzeyi bileşeni değeri bulunabilir.

$$E_n = \frac{I}{d^2} \text{ (lüks)} \quad (3.16)$$

$(E_v = 0) \Rightarrow$ (yatay bileşen)

3.2.3. Lambert yasası

İdeal ışık yansıtıcı yüzey:

Eğer ışık yansıtıcı bir yüzeyin aydınlığı (parıltısı) her yöne dağılıyorsa bu yüzeye “ideal yansıtıcı yüzey” denir [4,6,7,15].

Eğer bir yüzey, ışığı Lambert yasasına uygun bir şekilde yansıtıyorsa mükemmel denilebilecek derecede görülebilirdir [7].

Lambert yasasıyla, ideal bir yansıtıcı yüzeyden yansıyan toplam ışık akısı şöyle verilir;

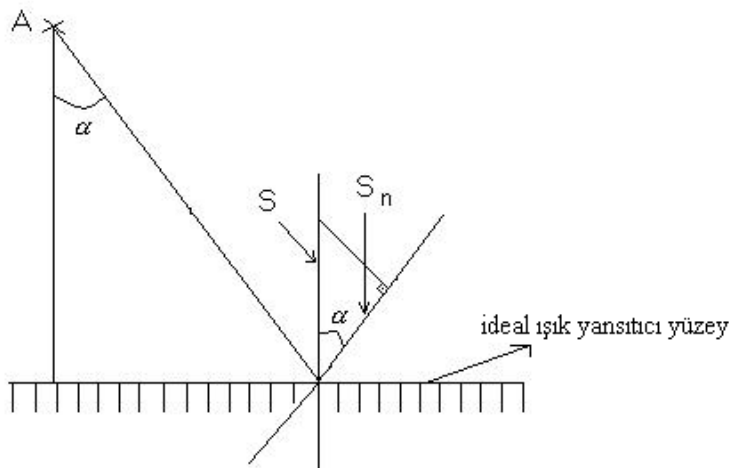
$$\phi = \pi \cdot L \cdot S \quad (\text{lüks}) \quad (3.17)$$

Burada;

L = Yüzeyin aydınlığı (cd/m^2)

S = Yüzey alanı (m^2)

α açısındaki ışık kaynağının ışık şiddeti $I_\alpha = L \cdot S_n = L \cdot S \cdot \cos\alpha$ (cd) ile verilir.



Şekil 3.4. Lambert Yasasına İlişkin Gösterim

3.3. Bir Bina nın Pence resindeki Aydınlık

Eğer bir pencerenin tam karşısında başka bir bina yoksa, sözü edilen penceredeki aydınlık düzeyi [7] aşağıdaki değerdir ;

$$E_v = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot L} = 0,5E_f \quad (3.18)$$

Burada;

E_f = Açık alandaki aydınlık düzeyi

Pencere faktörü;

$$f = \frac{E_v}{E_h} \quad (3.19)$$

Teorik olarak pencere faktörü ne kadar büyük olursa o kadar büyük aydınlık elde edilir.

Bir odaya ya da çalışma alanına, bir pencereden giren ışık akısı şöyle verilir;

$$\phi_w = E_w \cdot S_w \text{ (lümen)} \quad (3.20)$$

Burada ;

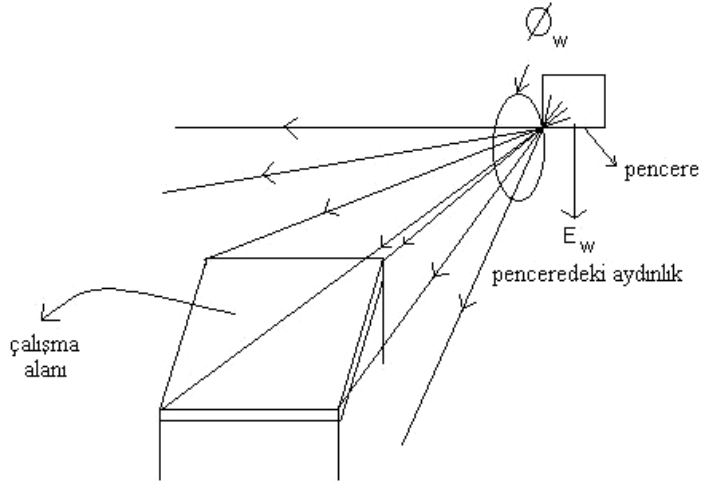
S_w : Pencerenin yüzey alanı

Bir iç mekanda çalışma alanına düşen ışık akısı;

$$\phi_s = \eta \cdot \phi_w$$

Burada ;

$\eta = \text{ışık verimi} , 25 \cong 40\% (\eta=40\%)$



Şekil 3.5. Pencereden Giren Işık

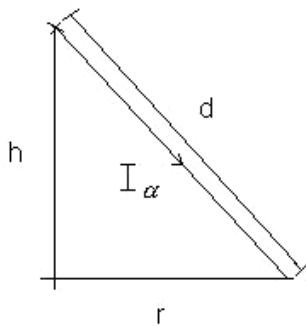
Çalışma alanındaki ortalama aydınlık düzeyi;

$$E_{ort} = \frac{\phi_s}{S} \text{ (lüks)} \quad (3.21)$$

Burada ;

$S = \text{Çalışma alanı üzerindeki alandır. Bu alan için şu da söylenebilir;}$

$$E_{ort} = \frac{\eta \cdot \phi_w}{S} = \frac{\eta \cdot E_w \cdot S_w}{S} = \frac{\eta \cdot f \cdot E_f \cdot S_w}{S} = \eta \cdot f \cdot \left(\frac{S_w}{S}\right) \cdot E_f \quad (3.22)$$



Şekil 3.6. Işık Akısına İlişkin Örnek Çalışma Üçgeni

$$E = \frac{\phi}{S} \text{ (lüks)} \quad (3.23)$$

$$E = \frac{I}{d^2} \text{ (lüks)} \quad (3.24)$$

$$E = \frac{I_a \cdot \cos \alpha}{d^2} \text{ (lüks)} \quad (3.25)$$

$$\cos \alpha = \frac{h}{d} \Rightarrow d = \frac{h}{\cos \alpha} \quad (3.26)$$

$$E = \frac{I_a \cdot \cos^2 \alpha}{h^2} \text{ (lüks)} \quad (3.27)$$

3.4. Aydınlatmanın Kalitesini Belirleyen Büyüklükler

Genel olarak aydınlatma, amacı bakımından, fizyolojik, estetik ve dikkati çeken aydınlatma olmak üzere üçe ayrılır [4,10,13,14]. Fakat bunlardan özellikle fizyolojik aydınlatma önemlidir. Bir yapay aydınlatma, sağlıklı ve ekonomik olmalı ve cisimlerin canlı görünmelerini sağlamalıdır. Gözün fizyolojik yapısı ve psikolojik etkiler hakkındaki bilgiler, iyi bir aydınlatma için temel bilgileri oluştururlar.

İyi bir aydınlatmayı belirleyen büyüklükler şunlardır:

1. Aydınlik düzeyi ve parliltı
2. Aydınlatmanın düzgünlüğü
 - a) Aydınlatmanın yer bakımından düzgünlüğü
 - b) Aydınlatmanın zaman bakımından düzgünlüğü
3. Gölge
4. Işık rengi
5. Kamaşma

3.4.1. Aydınlatmanın düzgünlüğü

Bir aydınlatmanın niteliği yalnız aydınlık düzeyinin uygun seçilmesiyle sağlanmaz. Ayrıca aydınlatmanın yer ve zaman bakımından da düzgün olması istenir.

3.4.1.1. Aydınlığın yer bakımından düzgünlüğü

Göz daima görme alanındaki parıltıya uyduğundan, aydınlığı düzgün olamayan yerlerde farklı parıltılarla karşılaşır. Dolayısıyla fizyolojik – optik bakımdan uygun görme koşullarından uzaklaşmış olur.

Genel olarak aydınlığın yer bakımından düzgünlüğünü belirtmek için δ_1 ve δ_2 ile gösterilen iki düzgünlük faktörü tanımlanır. δ_1 düzgünlük faktörü, en küçük aydınlık düzeyinin ortalama aydınlık düzeyine oranı ve δ_2 düzgünlük faktörü de, en küçük aydınlık düzeyinin en büyük aydınlık düzeyine oranı olarak tanımlanır; yani

$$\delta_1 = \frac{E_{\min}}{E_0} \quad (3.28)$$

$$\delta_2 = \frac{E_{\min}}{E_{\max}} \quad (3.29)$$

Genel aydınlatma durumunda $\delta_1 = \frac{E_{\min}}{E_0}$ 'in değeri Tablo 3.3'de gösterilen değerlerden küçük olmamalıdır.

İç aydınlatmada $\frac{h}{d} = \frac{1}{1}$ ila $\frac{1}{2}$; dış aydınlatmada ise $\frac{h}{d} = \frac{1}{3}$ ila $\frac{1}{5}$ arasında olursa Tablo 3.3.'deki değerler sağlanmış olur. Burada h lamba yüksekliğini, d lambalar arası açıklığı göstermektedir.

Tablo 3.3. Aydınlığa Olan İsteğe Göre δ_1 'in Değeri

Aydınlığa olan istek	$\delta_1 = E_{\min} / E_0$
Çok az , Az	1 / 2,5
Orta, Yüksek, Çok yüksek	1 / 1,5

Komşu odalar arasında da büyük aydınlık farkları olmamalıdır. Ayrıca yer altı geçitleri ya da karanlık – penceresiz koridorlar öyle aydınlatılmalıdır ki, gözün yavaş yavaş adaptasyonu sağlanmalıdır. Göz, parlıltı değişmelerine ancak yavaş yavaş uyabilir.

Özellikle karanlık adaptasyonu oldukça büyük zamana ihtiyaç gösterir. Bu yüzden komşu hacimlerin ortalama aydınlık düzeyleri arasındaki oran en fazla 1/6 olmalıdır.

Aydınlığın düzgünlüğü bakımından, kısaca bu problemi açıklamak için en uygun örnek olan genel aydınlatma ve iş yeri aydınlatması problemine değinmek gerekir.

Genel aydınlatma - iş yeri aydınlatması

İş yeri aydınlatması ayırıcı, genel aydınlatma ise bağlayıcıdır. Bununla beraber iş yeri aydınlatmasına gereksinme gösteren bir çok durumlar da vardır. Örneğin lokantalarda, film gösterisi sırasında, konferans salonlarında, ilaç endüstrisindeki gibi ince işçiliklerde, deney ve kontrol masalarında v.b. yerlerde olduğu gibi.

Fakat bu güne kadar genel aydınlatma yapılması gereken birçok yerlerde yalnız iş yeri aydınlatılması yapılmakla yetinilmektedir. Bunununda nedeni genel aydınlatma ile istenilen yüksek aydınlık düzeylerinin oldukça pahalı oluşudur. Son zamanlarda ışık kaynaklarının etkinlik faktörleri ve ömürleri aşağı yukarı 3–5 kat arttığından, böyle bir sınırlama ortadan kalkmış demektir.

İş yeri aydınlatmasına veya genel olarak aydınlatma ile desteklenmiş iş yeri aydınlatmasına gerek kalmayacağı ve genel aydınlatmanın gittikçe daha yayılacağı söylenebilir.

3.4.1.2. Aydınlığın zaman bakımından düzgünlüğü

Aydınlığın zaman bakımından dalgalanması, gözde rahatsız edici bir etki yapmayacak kadar yavaş veya hızlı olmalıdır. Işığın titremesi çok sakıncalıdır. Uzun zaman devam ederse, dayanılmaz bir hal alır. Akkor telli lambalarda, kızgın telin ısı ataletinden dolayı 50 Hz' de bir ışık titremesi olmaz. Fakat 25 Hz altında böyle bir titreme olabilir.

Deşarj lambalarında ise, ışık, akım değişimini hemen hemen gecikmesiz izlediğinden, oldukça belirli ışık titremeleri olur. Bu titremeler stroboskopik olaylara (hareket ve hız yanılmalarına) neden olurlar. Bu bakımdan ışık titremelerini muhakkak önlemek gerekir.

Üç fazlı gerilimle beslenen binalarda aynı aygıt içinde bulunan flüoresan lambaları ayrı ayrı fazlardan beslemek veya bir fazlı gerilimle beslenen binalarda dekalörlü balastlar kullanılarak bu titreşimleri büyük ölçüde önlemek olanağı vardır.

3.4.2. Gölge

Cisimlerin canlı görünüşleri, büyük ölçüde gölge ile sağlanır. Bu yüzden iş yeri aydınlatılmasının tamamen gölgesiz olması istenmez. Her iş yerinde 0,2 ila 0,8 arasında bir gölge faktörü olmalıdır. Işık kaynakları aydınlatılacak yere o şekilde dağıtılmalıdır ki tam aydınlatmadan gölgeli aydınlatmaya geçiş kademeli olsun ve ayrıca direkt ışık yayan kaynaklar rahatsız edici gölge oluşturmasın.

3.4.3. Işık rengi

Normal aydınlatma problemlerinde ışık rengi doğal ışık rengine yakın olmalıdır. Bugün çok kullanılan akkor telli lambaların ışık rengi doğal gün ışığı rengine tam olarak uymaz. Fakat birçok işte bunun önemi yoktur. Renkli cisimlerin yapay aydınlatmada da doğal aydınlatmadaki gibi görünmeleri gerekiyorsa, örneğin tekstil ve kağıt endüstrisinde desen ve ayırma işlerinde, tütün ve sigara sınıflama işlerinde, boya fabrikalarında ve benzeri yerlerde, ilaç endüstrisinde etken madde ayırıştırma ve

tespitinde öyle ışık kaynakları kullanmak gerekir ki, bunların spektrometrik diyagramları mümkün olduğu kadar doğal ışığına uysun. Ayrıca doğal ışığın yapay ışıkla desteklenmesi gereken yerlerde de bu tür ışık kaynakları kullanmak gerekir.

Aydınlık düzeyi düşük ise, doğal ışık bileşimindeki yapay ışık soğuk ve mavimsi etkiler eder. Bu nedenle doğal ışık renginde yapılacak aydınlatmada, aydınlık düzeyi 250 lüks'ün üstünde seçilmelidir.

Bazı durumlarda da renkli ışık kullanmakla iş verimi artar. Örneğin sodyum ve cıva buharlı lambalarla porselen yüzeyindeki hatalar veya emaye hataları vb. daha kolay görülür. Keza kömür ocaklarında kömürün cıva buharlı lambalarla aydınlatılması, ayıklama işini kolaylaştırır.

Işık kaynaklarının renk özellikleri, renk sıcaklığı ve renk ayırımı (geriverim) endeksi adı verilen iki büyüklükle tanımlanır.

Bir cismin gerçek sıcaklığı yerine renk sıcaklığı adı verilen bir sıcaklık bulunduğu zaman o sıcaklıktaki siyah cisim gibi bir ışık yaydığı sıcaklığa "renk sıcaklığı" denir ve Kelvin (°K) cinsinden ölçülür. Işık kaynakları ışık rengi bakımından sıcak, orta sıcak ve soğuk renkli ışık kaynakları olmak üzere üç gruba ayrılırlar (Tablo 3.3).

Tablo 3.4. Renk Sıcaklığı ile Işık Rengi Arasındaki Bağlantı

<u>Renk sıcaklığı (°K)</u>	<u>Işık rengi</u>
< 3300	Sıcak (kırmızımsı beyaz)
3300-5300	Orta sıcak (beyaz)
> 5300	Soğuk (mavimsi beyaz)

Tablo 3.5. Aydınlık Düzeyine Bağlı Olarak Lambanın Renginin Aydınlatmaya Etkisi

Aydınlik düzeyi(Lüks)	Sıcak	Orta sıcak	Soğuk
<500	Hoş	Nötr	Soğuk
500-1000	Rahatsız edici	Hoş	Nötr
1000-2000			
2000-3000	Yapay	Rahatsız edici	Hoş
> 3000			

Işık kaynaklarının aydınlattıkları cisimlerin renklerini ayırt ettirebilme özellikleri de renk ayırım endeksi R_a ile belirlenir. R_a 'nın teorik olarak en büyük değeri 100'dür. CIE, renk ayırım endeksini 4 grupta toplamaktadır.

Işık kaynaklarının renk ayırt ettirebilme grubunun ışık rengine bağlı olarak kullandıkları yerler Tablo 3.5.'de verilmiştir [7].

Lambaların renk ayırım endeksleriyle etkinlik faktörleri birbiriyle ters orantılıdır. Etkinlik faktörü yüksek olan bir lambanın renk ayırım endeksi yüksek olan bir lambayla aynı amaç için (aynı yerde kullanılması) düşünülmemelidir.

Tablo 3.6. Işık Kaynaklarının Renk Ayırt Ettirebilme Grubu ve Işık Rengine Göre Kullanıldıkları Yerler

Renk ayırt ettirebilme grubu	Ra	Işık rengi	Kullanıldığı yerler
1	Ra>85	Soğuk	Tekstil fabrikaları, boyahaneler, matbaalar
		Orta	Vitrinler, mağazalar, hastaneler
		Sıcak	Evler, oteller, lokantalar
2	70<Ra<85	Soğuk	Sıcak iklimlerde bürolar, okullar, süpermarketler
		Orta	Ilıman iklimlerde bürolar, okullar, süpermarketler
		Sıcak	Soğuk iklimlerde bürolar, okullar, süpermarketler
3	Ra < 70 Ancak kabul edilebilir renk ayırt ettirme yeteneğine sahip lambalar		Renk ayırt edilmesinin pek önemli olmadığı iç hacimler
4	Çok özel renk ayırt ettirme özelliklerine sahip lambalar		Özel uygulamalar

3.4.4. Kamaşma

Aydınlatma tesislerinde en çok rastlanan ve en kaba hatalardan biri kamaşmadır. Bir aydınlatma tesisi, aydınlık düzeyi, düzgünlük faktörü, gölge faktörü ve ışık rengi

bakımından isteklere tamamen uygun olsa dahi, kamaşma var ise, amaca tam anlamıyla uygun değil demektir.

Kamaşma ışık kaynaklarının parıltıları yanında, çevre parıltısına, kamaşmayı yapan kaynağın büyüklüğüne ve bunun görüş alanındaki yerine bağlıdır. Eğer kamaşmayı yapan kaynak görüş alanının ortasında ise, kamaşma çok etkilidir (iç alan kamaşması); görüş alanının ortasından uzaklaştıkça kamaşmanın etkisi de azalır (çevre kamaşması).

Bugün kullanılan ışık kaynaklarının çoğunun parıltısı yüksektir (flüoresan lambalar hariç). Bu yüzden çıplak kullanılmazlar. Yönetmeliklerde verilen aydınlık düzeylerine ulaşmak için aydınlatma aygıtlarının parıltıları aşağıdaki değerleri aşmamalıdır.

- a. İşyeri aydınlatma aygıtlarında; aşağıya doğru düşey eksene göre 75° ile 180° arasında $0,2 \text{ Sb}'i$;
- b. Endirekt, yarı endirekt ve düzgün aydınlatma aygıtlarında; 0° ile 80° arasında $0,4 \text{ Sb}'i$;
- c. Yarı direkt ve direkt aydınlatma aygıtlarında; özellikle dış aydınlatmada daha yüksek parıltılara izin verilir. 60° ile 90° arasında $2 \text{ Sb}'i$ geçmemelidir. İç aydınlatmada yarı direkt aydınlatma aygıtları mümkün olduğu kadar açık renk döşeli hacimlerde, direkt aydınlatma aygıtları da tavanı yüksek olan hacimlerde kullanılır.

Demek ki ışık kaynakları göze karşı ekranlanmış olmalıdır; yani parıltıları dağıtıcı elemanlarla azaltılmalıdır. Mat camlar ve mat lambalar kamaşmayı önlemeye yetmezler.

Parlak madensel yüzeylerde, parlak kağıtlarda ve benzeri yerlerde aynasal etki ile meydana gelen kamaşma, ancak ışık kaynaklarının ve gözün yansıtıcı yüzeylere göre bağıl durumunu değiştirerek giderilir. Böylece yansıma ve bakış doğrultuları aynı olmaz.

Görme alanının kenarındaki aygıtlardan ötürü meydana gelen kamaşma (çevre kamaşması), çalışma düzleminin parlaltısını yükseltmekle veya bakış doğrultusu ile ışık doğrultusu arasındaki açiyı büyütme suretiyle giderilir.

BÖLÜM 4. IŞIK KAYNAKLARI VE ARMATÜRLER HAKKINDA BİLGİLER

4.1. Işık Kaynakları

4.1.1. Akkor telli (enkandesan) lambalar

Etkinlik faktörleri çok düşük (~ 15 lm/W), ömürleri kısa, fakat renksel özellikleri mükemmel olan bu ışık kaynakları (lambalar) dış aydınlatma amacına uygun değildir. Bu lambalar sadece kısa süreler için gerçekleştirilen eğlence, reklam amaçlı aydınlatmalarda çok iyi ekranlanmış armatürler içinde kullanılabilir. Şu an için var olan akkor telli lambalı tesisat, ömürleri sonunda standartlara uygun farklı bir lamba grubu ile değiştirilmelidir [2,4,11].

4.1.2. Kompakt flüoresan lambalar

Akkor telli lambaların alternatifi olarak üretilen bu ışık kaynaklarının (lambaların) etkinlik faktörleri (~ 60 lm/W) akkor telli lambalardan daha yüksek ve ömürleri daha uzundur. Kompakt flüoresan lambalı dış aydınlatma tesislerinde kullanılan lambalar dış ortam koşullarına uygun tiplerden seçilmeli ve çok iyi korumalı armatürler içine yerleştirilmelidir. Benzer şekilde iç aydınlatmada kompakt flüoresan tercih edilecekse çalışma sıcakları, üretim amaçları ve yapılacak işin renk geriverimi dikkate alınmalıdır. Kompakt flüoresan lambaların özellikle spektrumunda az miktarda bulunması nedeniyle yeşil renk geriverimi çok düşüktür. Örneğin etken maddesi yeşil ışığa duyarlı bir ilaç üretimi yapılacaksa o üretim bandı ya da alanında kompakt flüoresan kullanımı beklenmeyen sorunlar çıkarabilir. Balastın lambanın içinde yer almadığı durumlarda, standartlara uygun elektronik balastlar kullanılmalıdır [2,11].

4.1.3. Tüp flüoresan lambalar

Etkinlik faktörleri 80 lm/W civarında olan uzun ömürlü bu ışık kaynaklarının (lambaların) da çalışma karakteristikleri ortam sıcaklığından çok etkilenmektedir. Verimli bir aydınlatma yaratılabilmesi için bu lambalar da yine çalışma koşullarına uygun olan tiplerden seçilerek iyi korumalı armatürler içine yerleştirilmelidir. Standartlara uygun elektronik balastlar kullanılmalıdır. Lambalar kesinlikle armatürsüz, çıplak olarak kullanılmamalıdır. Uygun armatürler ile ışıkları tamamen aydınlatılan yüzeye yönlendirilmiş olmalıdır. Parıltıları oldukça düşük olan ve çıplak gözle bakılabilen bu lambaları daha ziyade ofis ve koridorlar gibi yürüme alanlarında kullanmak daha doğru olacaktır. [2,7,11]

4.1.4. Yüksek basınçlı cıva buharlı lambalar

Etkinlik faktörleri 50 lm/W ve ömrü ortalama 6000 saat civarında olan beyaz ışıklı bu lambalar sadece mavi ışık spektrumunda seçilebilecek ilaç etken maddeleri ya da benzeri bileşenlerin olduğu yüksek tavanlı yerlerde tercih edilmelidir. Lambalar üst yarı uzaya hiç ışık göndermeyecek şekilde tasarlanmış ekranlı armatürler içine yerleştirilmelidir. Ucuz ışık sağlaması, sarsıntı ve çarpmalara karşı dayanıklı olması ve ani ısı değişmelerine ve kısa süreli gerilim yükselmelerine karşı dayanıklılık göstermesi önemli avantajlarındandır. Fakat yanma süresinin uzun olması (akım verildikten 5 dakika sonra tam ışığını verir), özellikle kırmızıya bakan renkleri iyi göstermemesi, bağlantısı zorluğu, çalışabilmesi için yardımcı araçlara ihtiyaç duyması ve ilk kuruluş masrafının fazlalığı dezavantajlarıdır. [2,7,11]

4.1.5. Metal halojen lambalar

Etkinlik faktörleri 80 lm/W civarında ve renk özellikleri iyi olan bu lamba grubu özel aydınlatmalar için uygundur. Ekonomik ömürleri kısa olan bu lambalar sadece renkli görüntülerin alınacağı veya beyaz rengin vurgulanmak istendiği yüksek tavanlı iç mekan aydınlatmalarında, çok iyi ekranlanmış armatürler içinde kullanılmalıdır. [7,11,15]

4.1.6. Yüksek Basınçlı Sodyum Buharlı Lambalar

Bu lambalar en uzun ömürlü ışık kaynakları (lambalar) olup, şeffaf cam tüplü olanlarının etkinlik faktörleri 130 lm/W civarındadır. Şehir içi yol, cadde, sokak, meydan aydınlatmalarının tamamında parlak beyaz-sarı renkte ışık yayan bu lambaların en verimli tipi olan şeffaf cam tüplüleri kullanılmaktadır. Daha önce yüksek basınçlı cıva buharlı lambalı tesislerde enerji tasarrufu elde edebilmek amacıyla kullanılmış olan yüksek basınçlı sodyum buharlı lambaların ateşleyicisiz tipi yeni tesislerde kesinlikle kullanılmamalıdır [7,11,15].

4.1.7. Alçak Basınçlı Sodyum Buharlı Lambalar

Renk ayırımının önemli olmadığı tüm tesislerde kullanılacak en yüksek etkinlik faktörlü ışık kaynağıdır. Bunlar kızgın elektrotlu alçak basınçlı ve alçak gerilimli deşarj lambalarıdır. Tüp içinde oda sıcaklığında katı halde bulunan sodyum madeni vardır. Tüpün sıcaklığı 250 ile 300 dereceye çıktığında sodyum madeni buharlaşır ve tüpün basıncı birkaç mm Hg aşamasına iner. Deşarj önce yardımcı bir gaz içinde örneğin neon veya argon gazı içinde meydana gelir. Bu bakımdan tüp az miktarda asal gaz içerir. Kızgın elektrotlar baryum oksit kaplı tungstendir. Kural olarak sodyum buharlı lamba alternatif akım şebekelerinde kullanıldığından tüpün her iki ucunda aynı tip elektrot bulunur. 220 Voltluk şebeke gerilimi ateşlemeye yetmez. Onun için tüp içine elektrotları birbirine yaklaştırmaya yarayan madeni bir ateşleme teli konmuştur [4,6,7].

Bu sayede gerilim uygulandıktan sonra ana dolgu gazında (neon veya argon) küçük ışıklı deşarj yolları oluşur ve ön deşarj başlar. İyonizasyon yardımıyla ön deşarj ana deşarjı başlatır. Dolayısıyla tüp ısınır sodyum madeni buharlaşır ve ışıklı plazma dolgu gazından sodyum buharına intikal eder. Deşarj tüpü U şeklinde bükülmüş ve havası boşaltılmış iç cidarı iridyum oksitle kaplanmış bir dış tüpün içine yerleştirilmiştir. İridiyum oksit kızıl ötesi ışınları yansıtarak vakum ise ısı kaybını azaltarak lambanın veriminin yüksek olmasını sağlarlar.

Tüpün nominal gerilimi 20 Volt olup tüp 220 Volt işletme geriliminde çalışabilecek şekildedir. Buna karşın kararlı çalışma gerilimi 50-60 Volt mertebesindedir. Kararlı

çalışmada gerilim farkı balast tarafından karşılanır İlk tutuşma geriliminin sağlanması için balast içine konmuş veya ayrı bir ateşleyici (ignitron) vardır. En çok kullanılan alçak basınçlı sodyum buharlı lambaların karakteristik değerleri aşağıda Tablo 4.1. gösterilmiştir.

Tablo 4.1. Alçak Basınçlı Sodyum Buharlı Lambaların Karakteristik Değerleri

Lamba Gücü (W)	Balast Kaybı (W)	Işık Akısı (lm)	Etkinlik (lm/W)		Ortalama Parlıltı (cd/cm ²)	Boyutlar (mm)	
			Balastlı	Balastsız		Çap	Boy
35	21	4650	82	137	10	52	310
90	23	12500	110	150	10	66	528
135	40	21500	123	166	10	66	775
180	40	32000	143	183	10	66	1120

Üretim tesisleri ya da fabrikaların dış aydınlatması ya da güvenlik aydınlatması için tercih edilebilir ışık kaynaklarıdır [7,9].

4.2. Yardımcı Elemanlar

4.2.1. Balastlar

Bütün elektrik deşarj lambalarında olduğu gibi flüoresan lambalar da negatif bir direnç karakteristiği gösterirler ve bu yüzden şebekeye doğrudan doğruya bağlanırlarsa çekilen akım biraz artınca direnci biraz daha düşer, akım daha artar. Neticede akım lambayı harap edecek ve hattın sigortasını artıracak kadar büyür.

Bunun önüne geçmek için her deşarj lambası, akımı sınırlayan bir cihazla kullanılır. Bu cihazlara “balast” denir. Balast olarak lamba devresine seri bağlı ve uygun değerde bir direnç, kondansatör veya endüktans (self) bobini konulabilir. Kayıplarının azlığı, çalıştırma kolaylığı bakımından demir çekirdekli bobin tipindeki balastlar diğerlerine tercih edilir. [7,15]

Bir flüoresan lamba sisteminde balastın önemi sanıldığından çok daha büyüktür. İyi bir balast şu özellikleri gerçekleştirmelidir:

1. Balast tüpe uygulanan şebeke gerilimini ayarlayarak flüoresan lambayı kolay bir şekilde tutuşturabilmektedir.
2. Lambanın tam gücü ile yanmasını sağlamalıdır.
3. Kendisinin güç kaybı fazla olmamalıdır.
4. Fazla ısınmamalıdır.
5. Gürültü yapmamalıdır.
6. Ömrü çok uzun olmalıdır (20 sene civarında).
7. Akımın dalga şeklinde fazla bir deformasyon oluşturmamalıdır.
8. Radyo parazitlerine meydan vermemelidir.

Bu şartlardan birini bile gerçekleştiremeyen balast, kötü bir balasttır.

İyi bir balastın kaybı 9 – 10 Watt olmalıdır.

Balastın yapıldığı saçın cinsi ve sargı tellerinin ince olması balastın ısınmasına sebep olur. Bir balastın ömrünü genel olarak sargısının çalışma sıcaklığı saptar. Sıcaklığa ve zamana bağlı olarak bir bobinin birbirine değen sargıları arasındaki izolasyon bozulursa akım o noktadan geçer, yani bir kısım sargılar devre olmuş olur. Akım bu suretle kısa yolda geçtiğinden devreden akan akım artar, sıcaklık daha da artar ve sargının kısa devresi büyür. Neticede balast ve dolayısıyla lamba da harap olur. Bu esnada balast fazla ısındığından etrafı yakabilir. Nitekim bu yüzden sık sık yangın çıkmaktadır. Bu sebepten balastları havalandırılabilir yerlerde ve etrafında yanmayacak gereçler bulunan yerlerde toplayarak yangını önlemek lazımdır.

Bir balast sargısının sıcaklığı 10°C artarsa balastın ömrü yarıya iner. 20°C artarsa ömrü 1/4 olur. Bir balastın günde 8 saat çalışmak şartıyla 20 sene bozulmaması lazımdır.

Balastın fazla ısınmasına sebep olan demir, bakır kayıplarının artması ilaveten şu sakıncaları da doğurur :

1. Enerji sarfiyatı dolayısıyla masraflar artar.

2. Balastın iletkenlerinin yüksek sıcaklık yüzünden yalıtkanlığı bozulursa, gövdesi kaçak dolayısıyla gerilim altında kalır ve insan hayatı için tehlike yaratır.
3. Eğer balastın ısınması aydınlatma aracının dolayısıyla flüoresan lambanın sıcaklığının artmasına sebep olursa lambanın ışık verimi azalır ve aynı zamanda lambanın ömrü kısılır.

İşte bu sebeplerden ötürü piyasada sıklıkla kullanılan sözü edilen konvansiyonel balastların yerine elektronik balastların tercih edilmesi hem lamba ömrünü uzatacak hem de enerji tasarrufuna önemli katkılar sağlayacaktır.

4.2.2. Ateşleme Araçları

Deşarj lambasının negatif karakteristiği dolayısıyla ateşleme gerilimi, kararlı çalışma geriliminden daima daha büyüktür. Bu nedenle bir çok durumda ateşlemeye yardımcı olunması gerekir. Bazı sodyum buharlı lambalarda ateşlemeyi sağlamak için kaçak akımlı transformatör kullanılması amaca yeter. Fakat diğer birçok lambanın ateşlemesi için yardımcı araçlara ihtiyaç vardır. Bu araçlar, ya lambanın bir parçası olarak veya ek bir devre elemanı şeklinde olabilirler [7,10].

Lambanın bir parçası olan ateşleme araçları şunlardır:

Yardımcı elektrotlar: Yüksek basınçlı civa buharlı lambalar, yüksek bir direnç üzerinden ana elektrotlardan biriyle bağlı ve ona çok yakın aralıklı bir yardımcı elektrot ihtiva ederler.

İç ateşleme teli veya çizgisi : İç ateşleme çizgisi de tıpkı yardımcı elektrot gibi, örneğin patlayıcı yerlerde kullanılan flüoresan lambalarda ön boşalmayı başlatmaya yarar.

Dış ateşleme teli veya çizgisi :

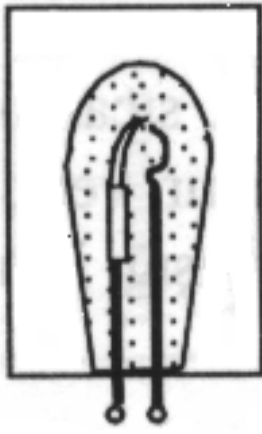
Ateşlemeye yardımcı aletler:

- a. Elektrotları ısıtmaya yarayan transformatörler

- b. Yüksek gerilim ateşleme aleti(İgnitron)
- c. Starter

4.2.3. Starter

Bir flüoresan lamba tesisatında starterin önemi büyüktür. Bilindiği gibi starterin kontakları gerilim uygulandıktan sonra kapanır ve lambanın flamalarından büyük bir akım geçmesini sağlar. Biraz sonra starterin kontakları açılır ve tutuşur, yanmazsa starter yeniden çalışır. [7,15,19]



Şekil 4.1. Starter

İyi bir starterin şu özellikleri gerçekleştirmesi gereklidir:

1. Kontakları yeteri kadar birbirine değmiş durumda kalmalıdır ki lambanın elektrotları yeteri derecede kızabilsin.
2. Lambanın kolay parlayabilmesi için starter kontakları ani olarak açılabilmelidir. Özellikle gerilim ve hava sıcaklığının düşük olduğu yerlerde bu çok önemlidir.
3. Starterin ömrü uzun olmalıdır. Yani binlerce açıp kapama yapabilmelidir (10000 defaya kadar).

Kötü bir starter büyük kayıplara sebep olur. Lambayı ve balastı kısa zamanda harap eder.

Starterin içinde bir de ilaveten küçük bir kondansatör bulunur. Bunun görevi flüoresan lambanın deşarj olayı sebebi ile yayınladığı ve şebeke üzerinden radyo alıcılarına gidecek parazitleri önlemek veya azaltmaktır.

Bir zorunluluk olmadıkça 220 Volt'luk şebekede 20 Watt'lık lambalar yerine 40 Watt'lık lamba kullanılması balast, lamba, kayıplar ve masraf bakımından daha avantajlıdır. Eğer 20 Watt'lık lamba kullanılması şart ise iki lamba birbirine kendi starterleri ile seri bağlanır.

Bir flüoresan lambanın ömrünün sonuna yaklaştığı tüpün iki ucunun kararmasından anlaşılır. Bu kararma elektrotların buharlaşarak zamanla kenarda toplanmasında ileri gelir. Eğer 1500 saatlik yanış süresinde böyle bir kararma varsa lambayı çabuk yıpratın ve ömrü kısaltan bir sebep var demektir. Muhtemel sebepler :

1. Lambanın sık sık yakılması. Zira her yakış elektrotları yıpratır.
2. Starterin iyi çalışmaması, kötü kaliteli oluşu.
3. Balastın kalitesinin kötü oluşu.
4. Şebeke geriliminin yüksek veya düşük oluşu.

Ömrü sona yaklaşmış bir lamba çok defa, parladıktan sonra hemen söner, starter tekrar çalışır. Bu şekilde starter devamlı olarak çalışır, lamba durmadan sönüp yanar. Bu tip çalışmanın diğere bir sebebi de gerilimin düşük olması veya starterin bozuk olması, kontaklarda iyi temas olmaması, ortam sıcaklığının çok yüksek veya düşük oluşudur. Bu gibi hallerde önce gerilim kontrol edilmeli, eğer normal ise starterin yerine bir yenisi takılmalıdır.

Flüoresan lambanın iki baş tarafı parlak orta tarafı sönük olarak yanıyor, bunun sebebi ya starterin kontaklarının birbirine yapışık kalmış olması ve artık açılmaması ya da içindeki radyo parazitleri için koyulmuş olan kondansatörün kısa devre olmasıdır. Bu halde elektrotların büyük akım geçmesinden dolayı lamba birkaç saat içinde harap olur. Ayrıca balast da çok fazla ısınır. Ömrü hızla kısalır. Kötü balastlar kısa devre olarak yanar ve yangına sebep olur. Böyle çalışan lambayı hemen söndürüp starterini değiştirmeli, hiç olmazsa o lambanın starterini gevşetmelidir.

Bazı lambaların ışığında titreme olur. Bunun da sebebi lamba elektrotlarının iyice kızmadan parlamasıdır. Bunun da sebebi balast ve starterin hatalı oluşudur.

4.3. Aydınlatma Aygıtları: Armatürler

Genel olarak ışık kaynakları iyi bir aydınlatmanın gereklerini yalnız başına yerine getiremezler. Bu bakımdan ışık kaynaklarının, özellikle akkor telli ve cıva buharlı lambaların bir aydınlatma aygıtı ile birlikte kullanılması zorunludur [4,6,7,15,19]. İlke olarak bir aydınlatma aygıtının ödevlerini şu üç madde de toplamak olanaklıdır :

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

Doğal olarak bir aydınlatma aygıtı bu ödevlerini yerine getirirken ayrıca ekonomik olmak zorundadır; yani aygıtın o şekilde hesaplanması gerekir ki, ışık akısı dönüşümünde kayıplar olabildiğince az olsun.

Aydınlatma aygıtları kullanıldıkları yer bakımından iki gruba ayrılırlar.

1. Dış aydınlatma aygıtları
2. İç aydınlatma aygıtları

4.3.1. Armatürlerin özel karakteristikleri

4.3.1.1. Isıl karakteristikler

a. Isıya dayanıklılık

Armatür gövdesinin ve armatürün içindeki elemanların imal edildikleri malzemelerin ışık kaynağı tarafından üretilen ısıya dayanıklı olmaları gerekir [18,19].

b. Çalışma sıcaklığı

Armatür içindeki ortam sıcaklığı ışık kaynağının kararlı çalışması için gerekli olan düzeyde olmalıdır. Buna etki eden önemli faktörler armatürün hacmi ve armatür gövdesinin imal edildiği malzemenin türüdür [18,19].

4.3.1.2. Mekanik ve aerodinamik karakteristikler

Montaj güvenilirliği

Aydınlatma armatürü ve içindeki tespit parçaları uygun biçimde dayanıklı ve kolay kullanılabilir olmalı armatürün direğe veya istenen bir yere güvenilir bir şekilde tespitini sağlamalıdır. Armatürün tespit sistemindeki zayıflık nedeniyle armatür tespit konumunda zamanla meydana gelebilecek ufak değişikliklerin dahi yol üzerindeki aydınlık düzeyi dağılımına olumsuz etkileri düşünüldüğünde bunun önemi daha iyi anlaşılır [18,19].

4.3.1.3. Titreşim ve darbelere dayanıklılık

Armatürün içindeki ışık kaynağı ve yardımcı elektriksel elemanlarla (duy, bağlantı kabloları, balast vb.) yansıtıcıların da armatürün tespit edildiği yerdeki rüzgar ,trafik vb. gibi çeşitli kaynaklı titreşimler nedeniyle zamanla konumlarını değiştirmeyecek şekilde sıkıca tespit edilmiş olmaları gerekir. Ayrıca nispeten az bir yüksekliğe monte edilen armatürlerin kötü niyetli kişilerce maruz bırakılabilecekleri darbelere de belirli bir oranda dayanıklı olmaları istenir. [22]

4.3.1.4. Ağırlık boyut ve biçim

Gerek tespit edildiği elemanın (direk, konsol, askı teli vb.) mekanik dayanıklılığı bakımından gerekse kullanım kolaylığı bakımından aydınlatma armatürlerinin olabildiğince hafif olması istenir. Armatür ağırlığı arttıkça tespit edildiği elemanın mekanik mukavemeti de artacağından bu husus tesis maliyetini arttırıcı yönde etki yapar. Ayrıca fazla ağır olan armatürlerin titreşimi esnasında tespit noktalarına daha fazla yük uygulaması da söz konusu olur. [22]

4.3.1.5. Elektriksel karakteristikler

Armatürün içinde ışık kaynağının çalışabilmesi için gerekli balast, ateşleyici vb. elemanların birbirlerine ve armatür gövdesine bağlantılarının güvenilir biçimde yapılabilmesi için gerekli düzeneğe sahip olmalı kısa devre elektriksel kaçak ve benzeri durumların oluşmaması için mutlaka uygun malzeme kullanılmalı ve topraklama,sıfırlama gibi koruma tedbirleri alınmalıdır. Bağlantı kabloları ve klemensler armatürün içinde ışık kaynağından dolayı ve elektriksel elemanlar bölümünde de balasttan dolayı meydana gelebilecek sıcaklığa dayanıklı malzemelerden yapılmalıdır [18,19].

4.3.1.6. Kir ve toza dayanıklılık

Armatürlerin kullanıldıkları yerlerde bulunabilecek korozyona sebep olucu gazlar özellikle rutubetli bir ortamda aşındırıcı ve yıpratıcı etkisi çok fazla olan kimyasal bileşikler oluştururlar. Böyle şartlar altında armatürün yapıldığı malzeme büyük önem kazanır hatta bazı hallerde armatürün malzemesine göre rutubetten dahi etkilenip paslanabilmesi mümkündür [18,19]. Sağlık sektöründe bu hassasiyetin en üst seviyede olması beklenir ki hijyenik şartlara uyum tam anlamıyla sağlanabilsin.

4.3.1.7. Estetik karakteristikler

Armatürlerin gece koşullarında görünüş ve biçimlerinin önemi az olmasına rağmen özellikle gündüz şartlarında biçim,renk,direk üzerinde duruşu ile estetik hislere de hitap ettiği unutulmamalıdır. Gündüz kullanılma süresinin gece kullanımından daha uzun olması da olayın boyutunu daha iyi ortaya koymaktadır [18,19].

BÖLÜM 5. İLAÇ ENDÜSTRİSİNDE AYDINLATMA

İlaç Sektörü aydınlatmasından bahsedildiğinde aslında herhangi bir sektörün herhangi bir bandındaki aydınlatma, aydınlatma tasarımı ya da proje uygulamasından bahsedildiği düşünülmemelidir. İlaç sektöründe yapılan iş direk olarak insan sağlığını ilgilendirdiği için burada yapılacak aydınlatmanın niteliği ve niceliğine ayrı bir önem göstermek gerekecektir. Örneğin tekstil sektöründe ürün veren bir fabrikanın bir üretim bandı ya da makinesinde gerçekleştirilip o an değil de ürün satıldıktan ve tüketicinin eline geçtikten sonra fark edilen bir hata ürünün yenisi ile değiştirilmesi suretiyle bertaraf edilebilecek bir hatadır. Ancak steril alan ve hijyen koşullarının had safhada sağlanması gerekirken, bunlara özen ve önem göstermeden ya da eksikleri tespit noktasında en büyük yardımcı olan aydınlatmanın üstün körü olarak yapılması suretiyle yapılan hatalı üretimler geri dönülmez sonuçlar doğuracaktır. O nedenle ilaç sektörü aydınlatması hem üretim hem de kontrol aşamalarında, çalışan personelin en üst düzeyde dikkatini sağlayacak şekilde yapıldığı gibi devamlılık, kolay bakıma alınabilirlik ve hijyenik ortamı ortadan kaldırmayacak niteliklerde gerçekleştirilmelidir [20,21,22].

5.1. İlaç Sektörü Aydınlatmasında Öne Çıkan Tüzük ve Standartlar

İlaç sektöründe İlaç üretim alanlarının çok özel aydınlatma ihtiyaçları olabilir. Üretim alanları sürekli ve kesintisiz üretim göz önünde bulundurularak kullanılır. İlaç üretiminde birçok farklı işlem adımı mevcuttur. Bu işlemlerin bazıları makineler içerisinde, insan eli değmeden ancak göz kontrolü gereksinimiyle, bazıları ise direk olarak insan eli yardımı ve göz kontrolü ile yapılmaktadır. Üretim ve Satış Pazarı hedefine göre ilaç üretiminde hem yerel hem de global ilaç üretim yönetmeliklerine uygun aydınlatma tasarım ve beklentileri göz önünde bulundurulur. Bu nedenle ülkemizde ilk önce müracaat edilen ve uyulması beklenen yönetmelik; 1475 sayılı Kanunu'nun ilgili hükümleri gereğince 11.01.1974 tarih ve 14765 sayılı Resmi

Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren “İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü” kapsamında değerlendirilen yönetmeliktir [23].

Adından da anlaşılacağı üzere İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü direk olarak ilaç sektörünü doğrudan ilgilendiren bir tüzük değildir. Ancak buna karşın herhangi bir sanayi sektöründe çalışan işçileri ve onların sağlıklarını hedef alması dolayısıyla ilaç sektörü için de aydınlatıcı bilgi ve yönlendirmeler içermektedir. Aşağıda üzerine eğildiği maddeler verilmiş olsa da özellikle hassas ve ince iş tanımı, hem hijyen hem de dikkat gerektiren işlerin yoğunluğu nedeniyle ilaç sektörü için çok uygun bir tanımlama biçimidir.

İş Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü Madde 18’e göre aydınlatma ölçümleri kriterleri aşağıda belirtilmiştir;

İş yerlerindeki avlular, açık alanlar, dış yollar, geçitler ve benzeri yerler, en az 20 Lüks

Kaba malzemelerin taşınması, aktarılması, depolanması ve benzeri kaba işlerin yapıldığı yerler ile iş geçit koridor yol ve merdivenler, en az 50 Lüks

Kaba montaj, balyaların açılması, hububat öğütülmesi ve benzeri işlerin yapıldığı yerler ile kazan dairesi, makine dairesi, insan ve yük asansör kabinleri, malzeme stok ambarı, soyunma ve yıkanma yerleri, yemekhane ve helalar, en az 100 Lüks

Normal montaj, kaba işler yapılan tezgahlar, konserve ve kutulama ve benzeri işlerin yapıldığı yerler, en az 200 Lüks

Ayrıntıların, yakından seçilebilmesi gereken işlerin yapıldığı yerler, en az 300 Lüks

Koyu renkli dokuma, büro ve benzeri **sürekli dikkat gerektiren ince işlerin yapıldığı yerler, en az 500 Lüks**

Hassas işlerin sürekli olarak yapıldığı yerler, en az 1000 Lüks ile aydınlatılacaktır.

Tüzük doğrultusunda yapılacak aydınlatma tasarımları muhtemel iş kazalarının önüne geçeceği gibi ürün kalitesi ve insan sağlığını tehdit edebilecek muhtemel sorunların bertaraf edilmesi noktasında katkı sağlayacaktır.

Bu yerel yönetmelik dışında global bazda bakılacak olursa özellikle Avustralya tabanlı Australian Standards (AS) kurumunun yayınlamış olduğu yönetmelikler dünya çapında kabul görmektedir. AS'nin özellikle iç Aydınlatmaya yönelik yayınlamış olduğu standartlar endüstriyel tesislerdeki aydınlatma gereksinimlerini detaylı bir şekilde açıklamaktadır [24,29]. Farklı versiyonları ve geliştirilmiş halleriyle AS'nin ilaç endüstrisinde kullanılabilecek standartlarının bazıları aşağıda verilmiştir.

AS1680.0:1998 : İç Aydınlatma: Güvenli Hareket etme

AS1680.1:2006 : İç Aydınlatma ve Çalışma Mekanları: Genel prensipler ve tavsiyeler

AS1680.2.1-1993 : İç Aydınlatma: Dolaşım Alanları ve Diğer Genel bölgeler

AS1680.2.2-1994 : İç Aydınlatma: Ofisler ve ekran bazlı süreçler

AS/NZS1680.2.4:1997: İç Aydınlatma: İç Aydınlatma: Endüstriyel işler ve süreçler

AS/NZS1680.2.5:1997 : İç Aydınlatma: Hastaneler ve sağlıkla ilgili süreçler

AS 1680'nin yukarıda verilen 6 standardında yapılan incelemeler sonucu Tablo 5.1.'deki özete ulaşılabilir:

Tablo 5.1. AS1680 Standardına göre tavsiye edilen aydınlık düzeyleri

Aydınlatılacak yer	Tavsiye Edilen Minimum Aydınlık Düzeyi değerleri (AS1680)
İnce İşler ve Kontrol	600 lüks
Laboratuvarlar'da kontrol ve ayırım	400 lüks
Ofis Alanları, Giriş alanları ve kabul bölgeleri	320 lüks
Dolum ve saklama odaları, açık plan çalışma alanlarında yürüme alanları, ders ve seminer odaları	240 lüks
Sık kullanılan depolama alanları	160 lüks
Koridorlar, tuvaletler, büyük parçalı depolama alanları	80 lüks
Uzun süreli materyal depolama alanları	40 lüks

Ülkemizde uyulmak zorunda olunan 1475 sayılı Kanunu'nun ilgili hükümleri gereğince "İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü" ile AS 1680 Standardı karşılaştırıldığında tavsiye edilen ya da istenen değerlerin birbirlerine bir hayli yakın olduğu görülmektedir. Önemli ayrışmanın yaşandığı nokta ise ince işler konusundadır. "İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü" ince işleri 2 ayrı alana ayırıp ince ve hassas işler olarak değerlendirme yaparken AS 1680 ince işçiliği tek kalemde değerlendirmiş ve 600 lükslük bir aydınlık düzeyi tavsiyesinde bulunmuştur. Bu farklılaşmanın enerji verimliliği ve tasarrufu noktasında gerçekleştiği düşünülebilir. Keza 2 belgenin yayın tarihleri arasındaki 23 senelik fark aydınlatma ve enerji alanında birçok değişikliği de beraberinde getirmiştir. Renk geriveriminin sağlanması ve daha az güç harcayarak daha fazla ışık akısı elde etme konularında geçen 23 senede fazlasıyla ilerleme kaydedilmiştir. Dolayısıyla Türkiye şartlarında yönetmeliklere uyum sağlamış olan bir aydınlatma tesisatının bazı açılardan da olsa uluslararası şartları sağladığı söylenebilir. Ancak daha alınması gereken çok yol olduğu da yadsınmaz bir gerçek olarak durmaktadır.

5.2. İlaç Sektöründe Kullanılan Makineler ve Aydınlatma Gereksinimleri

İlaç sektöründe kullanılan çeşitli makineleri tanımak ve bu makinelerin gerektirdiği aydınlık şartlarını irdelemek, elde mevcut olan tüzüğe uygunluğun nasıl sağlanacağı noktasında yön gösterici olacaktır. Aşağıda bazı makinelerin isimleri verilmiş ve sonrasında bu makinelere ilişkin açıklamalar yapılmıştır.

Tablet ayıklama

Tablet baskı

Granül üretim

Toz karıştırma

Kompaktör

Pellet üretimi

Kapsül dolum

Likit imalat

Solüsyon hazırlama

Adı verilen bu makinelere ya da işlem bantlarından Tablet baskı, Granül üretim, Pellet üretimi, Kapsül dolum, Likit imalat makineleri içerisinde özel aydınlatma armatürleri ve ışık kaynakları olanlarıdır. İnsan eli değmeden yapılan bu işlemlerde makine güvenilirliği ön planda olsa da gözle kontrol mutlaka gereklidir ve mütemediyen yapılmalıdır. Bu nedenle adı geçen bu makinelere yapılan işler “ince işler” olarak sınıflandırılabilir ve aydınlatma gereksinimleri 500 lüks mertebesinde denilebilir. AS 1680’e göre bu gereksinim 600 lüks olacaktır.

Tablet ayıklama, Toz karıştırma, Kompaktör ve Solüsyon hazırlama işlemleri ise direk olarak çalışanlar tarafından elle yapılan işlerdir. İnsan faktörünün işin içine girmesiyle beraber hata olasılığı yükseldiğinden bu tip işler “hassas işler” olarak ifade edildiğinde hata yapılmamış olunur. Bu işler için bahsedilen aydınlık düzeyi değeri ise 1000 lüks mertebesinde olacaktır. Ülkemizdeki iş güvenliği tüzüğü ile AS 1680’nin çeliştiği nokta olarak bu hassas işler gösterilebilir. AS 1680 örneğin ince iş mertebesindeki Pellet Üretimini de hassas iş mertebesindeki tablet ayıklama işini de sadece “ince iş” olarak sınıflandırmıştır. Dolayısıyla bu noktadan sonra sorumluluk

üreticinin kendisine kalmakta ve üretim süreçlerine hangi anlamları yüklediğine bakmaktadır.

Adı geçen makine ya da üretim bandı uygulamaları dışında ilaç sektöründe olmazsa olmaz yerler olan laboratuvarlarda durum biraz daha farklıdır. Genel aydınlatma yapılacak işin nevine göre ince ya da hassas olarak nitelendirilecek olsa bile, laboratuvarda analiz edilecek olan ürün, bileşen, ilaç etken maddesi v.b. özel aydınlatma ihtiyaç duyacak malzemeler söz konusu olacaktır. Örneğin bir ilacın etken maddesi sadece yeşil renk altında seçilebilir ise, renk geriverim spektrumunda sadece yeşil renk olan özel amaçla üretilmiş bir aydınlatma ekipmanı kullanılması en doğrusu olacaktır. Dolayısıyla laboratuvarların aydınlatma tasarımında genel aydınlatması hariç aydınlatma tasarımı özel olarak yapılmalıdır. Bu tip özel aydınlatma gerektiren cihazlara örnek HPLC yani bilgisayarlı analiz cihazları, işlem ise dissolüsyon yani bileşenlerine ayırma olarak gösterilebilir. Bunun dışında laboratuvarlarda yapılan ph, sertlik ölçümleri, kimyasal analizler ve stabilite çalışmaları da yine ince işçilik gerektiren işlemler olarak sayılabilir.

5.3. İlaç Sektöründe Yapısal Anlamda Aydınlatma Uygulaması

Medikal malzeme ve ekipman imalatında, ilaç üretimi ve ilaç yan sanayinde ürünü mikroorganizmalardan ve partiküllerden korumak ve insan sağlığını temel alan riskleri en az seviyeye indirebilmek için belirli şartların yerine getirilmesi gereklidir. Bu şartlar ürünün iyi tanınmasına, üretim alanını yapılandırılması ve iklimlendirilmesi, bu alanlarda çalışacak olan personelin eğitimi ve planlama aşamasında direkt ve çapraz kontaminasyon tehlikesinin en düşük seviyeye indirilmesi, mikroorganizma ve toz birikiminin önlenmesi ve tüm sistemin dezenfeksiyon ve bakımını kolay bir şekilde yapılmasının sağlanması gereklidir. Bunun yanında kalitenin aynı düzeyde kalması ve olası hataların nereden kaynaklandığının geriye dönerek kontrol edilmesi olanaklarının sağlanması kaçınılmazdır. Dolayısıyla yukarıda sayıldığı üzere yapılacak aydınlatma uygulamaları kontaminasyon tehlikesinin ortadan kaldırılıp hijyen sağlanması için mutlaka usulüne uygun ve risk noktası bırakmadan gerçekleştirilmelidir.

İşte bu noktada “İlaç sektörü yapılarında ne şekilde bir yapılaşma ve tesisat kurulması gerekmektedir?” sorusu ön plana çıkmaktadır.

İyi bir aydınlatma uygulaması için ilaç üretimi yapılan binalarda önce görsel koşulların çalışanın dikkatini azami miktarda sağlayacak derecede iyi olması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Duvar boyası, yapı malzemesi v.b. tercihler yapılırken en başta dikkat edilmesi gereken konu bunların rengi ve yansıtıcılık özellikleridir. Seçilecek malzemeler açık renkli tercih edilmelidir, dolayısıyla bunların yansıtma faktörleri de yüksek olacak, hacme yayılan ışık akısı ikincil yüzeylerden yansıtılarak dolaylı aydınlatmayı gerçekleştirecektir. Ancak bu ikincil yüzeylerin yansıtma faktörleri çok çok yüksek olur ve kamaşmaya yol açarsa bu çalışanların dikkatlerini dağıtacak ve fiziksel konforsuzluğa neden olacağı için istenmeyen bir durumdur. Bu nedenle açık renk tercihlerinde yüzeylerin mat olması gerekliliği söz konusudur [7].

İlaç sektöründe üretim yapılan alanlar temiz oda olarak değerlendirilirler. Her türlü sterilizasyonun sağlanması gerekli olduğundan bu odaların işletme sorumlulukları dağıtılmıştır. Temiz odaların tesisatları nasıl olmalıdır sorusuna yanıt verme noktasında üretim sorumlusunun ve temiz oda mühendisinin yükümlü olduğu kısımları birbirinden ayırmak gereklidir. Ancak malzeme seçimini üretim sorumlusu ve temiz oda mühendisinin beraber yapması gereklidir. Temiz ve steril üretim alanları planlanırken iklimlendirme sistemi, yer kaplaması, duvar ve tavan panelleri, aydınlatma, otomatik kontrol sistemi, üretim makinesi bir bütün olarak kabul edilmeli ve olanaklar el verdiğince uygulamasının tek sorumlu üzerinde olmasına dikkat edilmelidir. Çünkü bu işler temizlik sınıfının sağlanmasında tamamı ile birbirine bağlantılıdır. Bu sayılanların yanında genel elektrik ve temiz su tesisatları, basınçlı hava, saf su, soğuk ve sıcak su gibi mekanik tesisatlar bulunmakla beraber bu işleri koordineli olarak ayrı uygulamacıların yapmasında bir sakınca yoktur. Aydınlatma tesisatı hem üretimi kolaylaştıracak, hem güvenliği sağlayacak hem de sterilizasyonun sağlanması ve hatalı üretimin önüne geçilmesi anlamında yeterli olacaktır.

Temiz ve steril üretim alanları için genellikle dört temiz alan sınıfı bulunmaktadır. Bunun yanında bazı ilaç fabrikalarının kendi belirlediği sınıflar da vardır. Esas olarak temiz hava kalitesini belirleyen faktörler partikül ve mikroorganizma sayısıdır. Partikül ve mikroorganizma sayısı birbirine bağlantılı olarak gözükmese rağmen kontrollerinin ayrı ayrı ve sınıflandırmanın da buna göre yapılması gereklidir.

A Sınıfı (Klas A): Sterilitenin en yüksek derecede olmasını gerektiren bölgeler; örneğin açık olarak dolum yapılan aseptik bölgeler. Bu alanlara havanın 0,45 m/s +/- %20 laminer (dikey doğrusal) olarak basılması gereklidir.

B Sınıfı (Klas B): Klas A bölgesini çevreleyen steril alanlar.

C ve D Sınıfı (Klas C ve D): Daha az kritik olan temiz alanlar, örneğin ekipman yıkama, solüsyon hazırlama alanları gibi.

Yukarıda farklı makinelerin sahip olduğu iş karakterlerini ince ve hassas olarak sınıflamış olsak da Klaslara bir sınıflama yapmamak mümkün değildir. En yüksek ve sürekli dikkat gerektiren bölgeler yani A Sınıfı bölgeleri “**hassas işçilik**”, zaman zaman yüksek dikkat gerektiren bölgeler yani B Sınıfı bölgeleri “**ince işçilik**” bölgeleri olarak ifade edilebilir. Diğer alanlarınsa bir alt seviyede değerlendirilmesi daha doğru olacaktır.

Yukarıda sözü geçen makine ve işlemler ince işçilik mahiyetinde değerlendirilmiş olsalar bile buldukları sınıf, A Sınıfı ise bu durumda o sınıfın aydınlatma gereksinimlerine göre değerlendirilmelidirler.

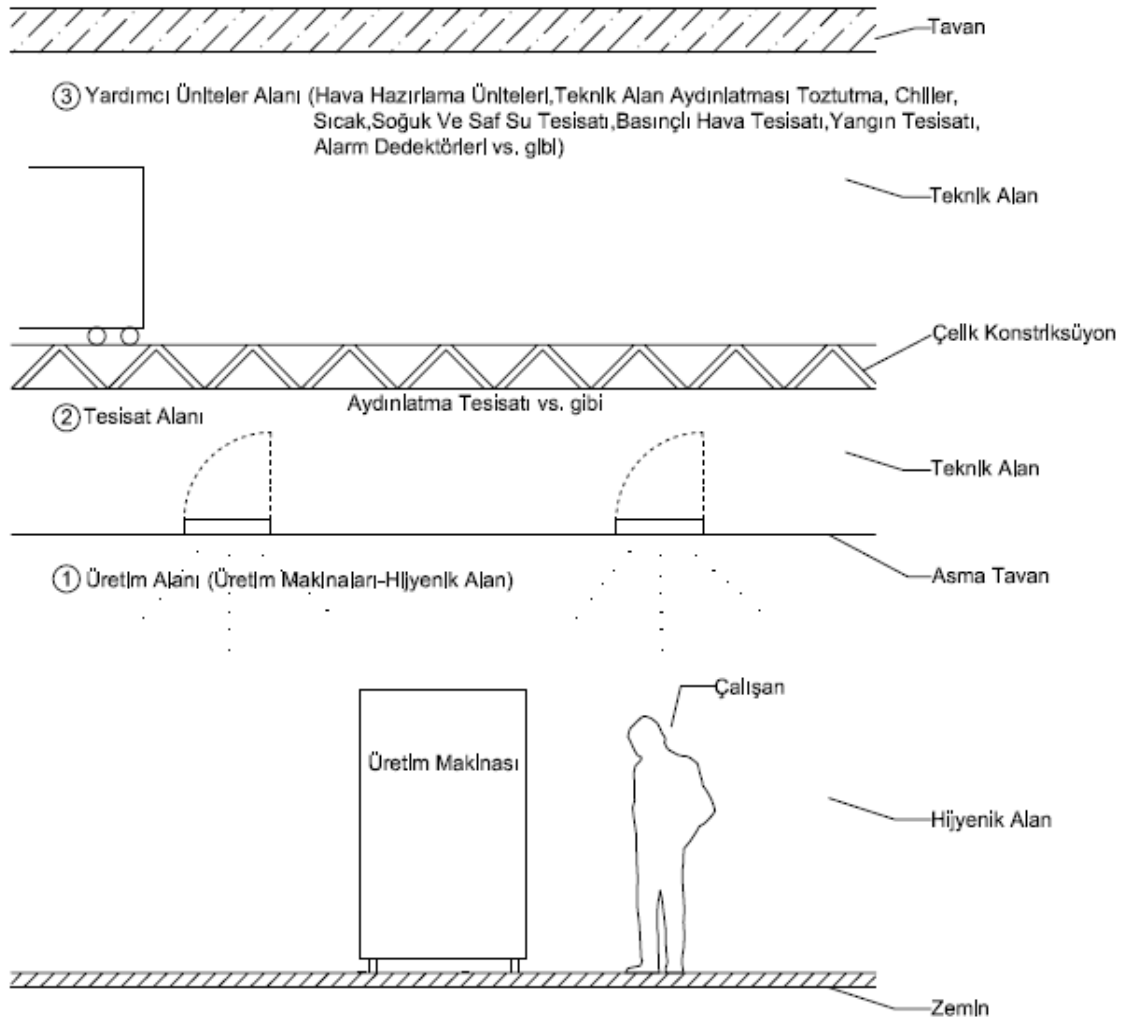
Örnek olarak şöyle de tanımlamak mümkündür ;

A Sınıfı : Hassas üretim yapılan alanlar. Yani ilaç üretimi sırasında ilaç hammaddelerinin açıkta olduğu ve direkt temasa açık olduğu ortamlardır. Steril dolum üretim ortamları, Karıştırıcı, Tartım ve Kompaktör ortamları vs. gibi.

B Sınıfı : Hassas üretimden sonra gelen alanlardır. Genellikle hassas üretim alanlarının çevresinde bulunurlar. Yine ilaç hammaddelerinin doğrudan teması söz konusu olması mümkün alanlardır. Bunlar ilaçların yarı-mamul halinde işlenmesi söz konusu olduğu ortamlar da demek mümkündür. Tablet Baskı, Film Kaplama, Solüsyon hazırlama, Kompaktör, Granülasyon ortamları vs. gibi.

C Sınıfı : B sınıfı üretim alanlarının çevresindeki alanlardır. Üretim aşamasından sonra gelen primer ambalaj alanları olarak da adlandırılabilen alanlardır. Likid dolum, Pomad dolum, Blisterleme, Kapsülleme vs. gibi.

D Sınıfı : Ambalaj makinaları, koridor ve ofis alanları, geçici depo alanları gibi ürünün açıkta olmadığı ve kontaminasyon riski olmayan ve fakat ürünün kapalı olarak geçiş veya işlem gördüğü alanlara denilir.



Şekil 5.1. Projelendirme kesit görünümü

5.4. İlaç Endüstrisi için Armatür ve Işık Kaynağı Tercihi

İlaç üretimindeki sınıflara uygunluk sağlayabilmek için maksimum derecede bir sterilizasyon gereklidir. Dolayısıyla kullanılacak aydınlatma ekipmanlarının toz

birikmesini ve toz üretmesini engeller şekilde olması şarttır. Daha ayrıntılı söylemek gerekirse armatürlerin kolay dezenfekte edilebilmesi, dezenfeksiyon maddelerine, darbeye, sürtünmelere dayanıklı olması, toz tutmaması ve üzerlerinde mikroorganizmaların üremesine sebep olacak kaplama, pürüzler ve aralıkların olmaması ve zamanla üretildiği malzemenin partikül üretmemesi gereklidir. Bu nedenle gerek hastaneler gerekse sağlık sektörüne üretim yapan yerlerde kullanılmak üzere geliştirilen Temiz Oda armatürlerinin kullanılması uygundur. Temiz Oda armatürleri yarı temiz ve temiz olmak üzere 2 türde bulunmaktadır. Temiz oda armatürleri ve barındırmaları gereken ışık kaynaklarına geçmeden önce AS 1680 kapsamında endüstriyel tesislerde kullanılması tavsiye edilen ışık kaynaklarını incelemek ve bunlardan hangilerinin İlaç sektöründe kullanılmasının en faydalı olacağını irdelenmelidir.

Tablo 5.2. İlaç sektöründe kullanılacak ışık kaynakları ve özellikleri (AS 1680)

Lamba Tipi	Işık Rengi	Renk Geriverimi	Ömür (saat)	Çalışmaya Başlama (dakika)	En İyi Çalışma Şartları
Deşarj Lambaları (Flüoresan)	Beyaz	> 80	60000	Hemen	Uzun süreli çalışma, ulaşılmaz noktalarda
Yüksek Basınçlı Sodyum Buharlı	Kırmızımsı Sarı	20-35 arası	20000	3-6	Uzun süreli çalışma
Trifosfor Flüoresan	Beyaz	> 80	16000-20000	Kısa sürede	Uzun süreli çalışma
Metal Halide	Maviye çalan beyaz	> 80	9000	2	Uzun süreli çalışma
Civa Buharlı	Maviye çalan beyaz	~40	24000	4	Kısa süreli çalışma, alan
Halojen	Sarı	98-100	2000	Hemen	Kısa süreli çalışma, noktasal
Kendinden balastlı Civa Buharlı	Mavi-beyaz	~40	6000	Kısa sürede	Kısa süreli çalışma, alan
Akkor Flamanlı	Sarı	98-100	1000	Hemen	Kısa süreli çalışma, noktasal

Tablo 5.2.'de görüldüğü üzere en uzun çalışma ömrüne sahip seçenekler uzun süreli çalışmaya da uygun olan deşarj lambaları, yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalar ve trifosfor flüoresanlardır. Bu lambalardan en yüksek renk geriverimine sahip olan deşarj lambaları piyasada çoğunlukla flüoresan lambalar olarak bulunmaktadır. Bu

flüoresan lambalar 80'nin üzerindeki renk geriverimi ve 60000 saatlik ömürleriyle hem bakım periyotları arasındaki süre hem de istenen yatırım maliyetleri açısından diğer seçeneklerden daha avantajlıdır. Tek sorun olarak algılanabilecek nokta bu lambaların yeşil renk spektrumunda renk geriveriminde az da olsa sıkıntı yaratıyor olmalarıdır. Dolayısıyla bu sorunu çözmek için yeşil renkli etken madde, kapsül ya da benzeri üretimlerde halojen veya akkor Flamanlı lambaların seçilmesinde fayda vardır.

Tablo 5.2'den çıkarılan sonuçlardan hareketle temiz oda armatürleri seçilmek istenirse, taşıdığı özellikleri ile steril ortamlarda kullanılması en uygun olan 4 tip armatür özellikleri ile birlikte şu şekilde sıralanabilir:

5.4.1. Yarı temiz oda armatürleri (C – D Sınıfı)

OPAL LENSİLİ, 4x18W



Şekil 5.2. Opal lensli yarı temiz oda armatürü

Sarkıt tavana montaj olabilen, sıva altı, HFG elektronik balastlı, 4×T26 18W lambalı, G13 duylu, 0,50 mm kalınlıkta DKP sac gövdeli, simetrik ışık dağılımlı, PMMA opal lensli, RAL 9010 beyaz renk gövdeli, koruma derecesi IP40, koruma sınıfı 1

Ortası Kumlu Sıfır Camlı Downlight, 2xTC-DEL 26 W



Şekil 5.3. Ortası kumlu sıfır camlı yarı temiz oda armatürü

Sarkıt tavana montaj olabilen, sıva altı, HFG elektronik balastlı, 2×TC-DEL 26W lambalı, G24q-1 duylu, 0,50 mm kalınlıkta DKP sac gövdeli, simetrik ışık dağılımlı, %99,9 saflıkta anodize parlak alüminyum reflektörlü, ortası kumlu sıfır camlı RAL 9010 beyaz renk gövdeli, koruma derecesi IP40, koruma sınıfı 1

5.4.2 Temiz oda armatürleri (A – B Sınıfı)

KUMLU CAMLI, 4x18W



Şelil 5.4. Kumlu camlı temiz oda armatürü

Sarkıt tavana montaj olabilen, sıva altı, elektronik balastlı, 4×T26 18W lambalı, G13 duylu, 0,50 mm kalınlıkta DKP sac gövdeli, simetrik ışık dağılımlı, gövdeye vidalı temperlenmiş kumlu camlı, RAL 9016 beyaz renk gövdeli, koruma derecesi IP54, koruma sınıfı 1

CAM + ÇİFT PARABOLİK REFLEKTÖRLÜ, 4x18W



Şekil 5.5. Çift parabolik reflektörlü temiz oda armatürü

Sarkıt tavana montaj olabilen, sıva altı, HFG elektronik balastlı, 4×T26 18W lambalı, G13 duylu, 0,50mm kalınlıkta DKP sac gövdeli, simetrik ışık dağılımlı, %99,9 saflıkta anodize parlak çift parabolik alüminyum reflektörlü, gövdeye vidalı temperlenmiş saydam camlı, RAL 9010 beyaz renk gövdeli, koruma derecesi IP54, koruma sınıfı 1

5.5. Aydınlatma Aygıtları, Temizlik Sınıfları ve İlaç Makineleri İlişkisi

Bu bölümde yukarıdaki bölümlerde anlatılmış olan aydınlatma gereksinimleri, temizlik klasları ve ilaç makineleri arasındaki ilişkilerden bahsedilmektedir.



Şekil 5.6. Paletli 1 tonluk paslanmaz konteynır

Bu konteynır genelde toz ürünlerin granülasyon üretimi sırasında dolun, boşaltma veya karıştırmada kullanılır. Yüklü miktarların işlenmesi burada yapılır. Tabletlerin de saklandığı konteynırlardır. Tablet baskı makinesinin dolun ve çıkışına konur. Tabletler film kaplamaya tablet baskıdan sonra gider ve ambalaj hattına bu konteynırların içinde ulaşır. Temizlik sınıfı A veya kimi yerlerde B'dir ve dolayısıyla hassas iş sınıfında olduğu için yerel yönetmeliklere göre 1000 lüks aydınlık düzeyi talep etmektedir.



Şekil 5.7. Tablet Baskı Makinesi

Üzerinde granülasyondan gelen mamul dolu konteyner ile içine toz boşaltılır. Boşalan toz makine içerisinde tablet haline basılır. Temizlik sınıfı A veya kimi yerlerde B'dir ve dolayısıyla hassas iş sınıfında olduğu için yerel yönetmeliklere göre 1000 lüks aydınlık düzeyi talep etmektedir.



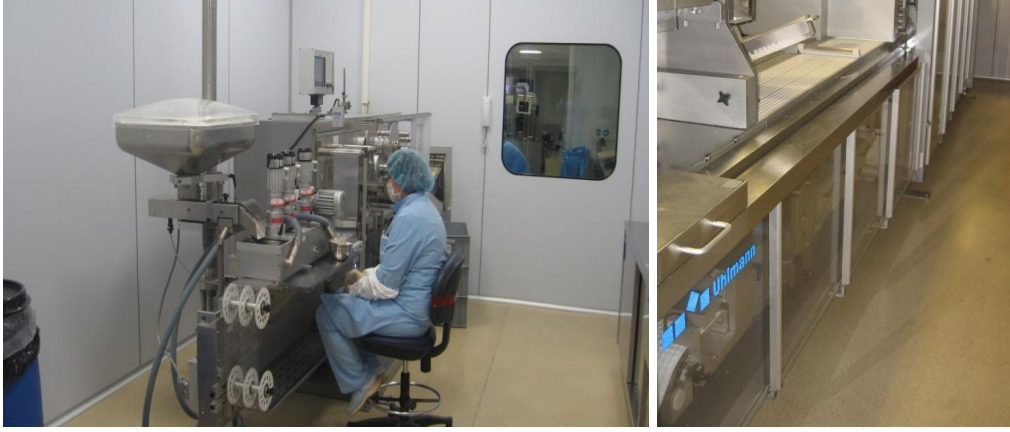
Şekil 5.8. Film Kaplama Makinesi

Tabletlerin özel bir solüsyon ve koruyucu ile üzerlerine püskürtülerek kaplanması sağlanan makinedir. Tambur şeklinde içinde tabletler karıştırılarak solüsyon püskürtülür. Belli bir sıcaklık ve nem içerisinde kapalı bir tambur şeklindedir. Temizlik sınıfı B'dir ve dolayısıyla hassas iş sınıfında olduğu için yerel yönetmeliklere göre 1000 lüks aydınlık düzeyi talep etmektedir.



Şekil 5.9. Pellet Granülasyon Makinesi

Toz halinde bir ürünün küçük küreler haline getirildiği ve kapsül için hazırlandığı özel makinelerdir. Belli sıcaklık, nem ve hava ile karıştırılarak üzerlerine solüsyon püskürtülerek üretim yapar. Temizlik sınıfı A veya kimi yerlerde B'dir ve dolayısıyla hassas iş sınıfında olduğu için yerel yönetmeliklere göre 1000 lüks aydınlık düzeyi talep etmektedir.



Şekil 5.10. Blisterleme Makinesi

Tabletlerin primer ambalaj yapıldığı ve bir blister içine yerleştirildiği makinedir. Temizlik sınıfı B'dir ve dolayısıyla hassas iş sınıfında olduğu için yerel yönetmeliklere göre 1000 lüks aydınlık düzeyi talep etmektedir.



Şekil 5.11. Şişe Kutulama Makinesi

Şişede sunulan ilaçlar ya da sıvı olarak üretilen ilaçların şişelerinin bir arada kutulandığı makinedir. Temizlik sınıfı C'dir ve dolayısıyla ince iş sınıfında olduğu için yerel yönetmeliklere göre 500 lüks aydınlık düzeyi talep etmektedir.



Şekil 5.12. Ambalaj hattının görünüşü

Ambalaj hattı temizlik sınıfı C'dir ve dolayısıyla ince iş sınıfında olduğu için yerel yönetmeliklere göre 500 lüks aydınlık düzeyi talep etmektedir.



Şekil 5.13. Likit imalat hattının başında bulunan imalat kazanlar

Likit imalat kazanlarının temizlik sınıfları A'dır ve dolayısıyla hassas iş sınıfında olduğu için yerel yönetmeliklere göre 1000 lüks aydınlık düzeyi talep etmektedir.



Şekil 5.14. Likit dolum hattı

Likit dolum hattı da tıpkı likit imalat kazanları gibi A veya kimi yerlerde B temizlik sınıfına sahiptirler ve yönetmeliklere göre 1000 lüks aydınlık düzeyi gereksinimleri mevcuttur.



Şekil 5.15. Po mat dolum makinesi

Bu makine vasıtasıyla tüplerin içine ürün doldurulur. Temizlik sınıfı A veya kimi yerlerde B'dir ve dolayısıyla hassas iş sınıfında olduğu için yerel yönetmeliklere göre 1000 lüks aydınlık düzeyi talep etmektedir.



Şekil 5.16. Suppozituar dolum ve primer ambalaj makinesi

Sıvı olarak gelen ürün fitillerin içine bu makine aracılığı ile boşaltılır ve soğutulur. Temizlik sınıfı B veya kimi yerlerde C'dir ve yapılacak işin cinsine göre ince ya da hassas iş sınıfında olarak nitelendirilebilir. Bu niteleme sonucuna göre 500 veya 1000 lüks aydınlık düzeyi talep gereksinimi olacaktır.



Şekil 5.17. Flakonların çatlaklığını kontrol eden test makinesi

Toz şeklinde ya da sıvı olarak enjekte edilecek halk arasındaki iğne türü ilaçların ampullerinin yani flakonların çatlak olup olmadığı bu makine aracılığı ile kontrol edilir. Temizlik sınıfı KLAS B veya kimi yerlerde C'dir ve dolayısıyla ince iş sınıfında olduğu için yerel yönetmeliklere göre 1000 ya da 500 lüks aydınlık düzeyi talep etmektedir.



Şekil 5.18. Kutulama makinesi

Kutulama makineleri özellikle ambalaj hattında yani üretim sonlandırıldıktan sonra ilaçlar teslimata hazırlanırken kullanılırlar. Bu noktada ürün paketleri ya da şişelerinde meydana gelebilecek hasarlar ya da bozulmalar sterilliği ve hijyeni etkileyebileceğinden buradaki işler de ince iş sınıfında değerlendirilirler. Temizlik Sınıfları C olup yönetmeliğe göre talep edilen aydınlık düzeyleri C sınıfıdır.



Şekil 5.19. Sefalosporin ürünleri için Sterilizasyon Tüneli giriş kısmı

Sefalosporin türü ilaçlar da tıpkı penisilin gibi toz olarak bulunur ve çoğunlukla öyle hizmete sunulurlar. Üretim öncesi sterilizasyona alınacakları tünel giriş noktası steril alanları çevreleyen alanlardan biri olarak kabul edilebilir ve temizlik sınıfı A veya kimi yerlerde B olarak verilebilir. Dolayısıyla hassas işçilik sınıfındaki bu alanın aydınlatma gereksinimi 1000 lüks olarak adlandırılabilir.

5.6. İlaç Endüstrisinden Örnek Bir Aydınlatma Ölçme Uygulaması

Tez kapsamında verilen bilgiler, incelen yönetmelik ve standartlar kapsamında bir ilaç fabrikasında, verilen gereksinimlere uygun bir aydınlatma olup olmadığına ilişkin ölçüm yapma düşüncesi gelişmiş, yapılan ikili görüşmelerde ilgili fabrika içerisinde ölçüm yapılması konusunda izin alınmıştır.

Öncelikle fabrika içindeki aydınlık düzeyi değerleri ve aydınlatma uygulamalarının 11.01.1974 tarih ve 14765 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren “İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü” kapsamında yapılıp yapılmadığı araştırılmış, kritik noktalar için AS 1680 standardı kapsamında karşılaştırma yapılmıştır.

Ölçümler Multi-fonksiyon EnvironmentMetre ölçüm cihazı ile yapılmıştır.

Cihazla ilgili özellikler aşağıda belirtilmiştir:

Ölçüm aralığı: 20,200,2000,20000 lüks (20000 lüks aralık okuma x10)

Orta üstü Display : En yüksek dijital "1" görünür.

Doğruluk: $\pm 5 \% \text{ rdg} + 10 \text{ dgts}$ (Standard enkandesan ışıkta kalibre olmuştur)

Tekrarlanabilirlik : $\pm 2 \%$

Isı karakter: $\pm 0,1 \% / ^\circ\text{C}$

Foto detektör : Bir silikon foto diyot filtre

5.6.1. Ölçüm sonuçları

Tablo 5.3. İlaç Fabrikası Aydınlatma ölçüm sonuçları

Sıra	Ölçüm Yapılan Yer	Ölçüm Sonucu (Lüks)	Yönetmelik Gereksinimi
1	Optik Kontrol	560	500
2	Optik Kontrol	690	500
3	Optik Kontrol	650	500
4	Optik Kontrol	640	500
5	Optik Kontrol	650	500
6	Pellet	910	1000
7	Tablet Baskı	880	1000
8	Yarı Mamul Bekleme	540	300
9	Yarı Mamul Bekleme	510	300
10	Ambalajlama	520	500
11	Ambalajlama	520	500
12	Ambalajlama	540	500
13	Ambalajlama	580	500
14	Ambalajlama	570	500
15	Ambalajlama	510	500
16	Hapa Odası	910	500
17	Koridor	550	50
18	Koridor	575	50
19	Koridor	420	50
20	Koridor	390	50
21	Yıkama	420	500
22	Steril Dolum 5	430	1000
23	Solüsyon Hazırlama	440	500
24	Solüsyon Hazırlama	390	500
25	Steril Dolum 4	390	1000
26	Otoklav	500	300
27	Otoklav	490	300
28	IPC	490	300
29	Ofis	400	200
30	Ofis	430	200
31	Ofis	390	200
32	Elbise Değişim Bay	280	100

Tablo 5.3.' in devamı

33	Elbise Değişim Bayan	440	100
34	Yıkama Odası	400	300
35	Tartım Kabinleri	614	500
36	Depo	210	100
37	Depo	315	100
38	Depo	390	100
39	Depo	540	100
40	Su Sistemi	225	100
41	Su Sistemi	190	100
42	Inkset Alanı	290	200
43	Kolileme ve Sevk	260	200
44	Palet Bekleme	430	300
45	Numune Alma	410	500
46	Kalite Kontrol Ofisi	420	300
47	Genel Laboratuar	400	300
48	Yaş Kimya Laboratuvarı	500	500
49	Limit Test Odası	450	300
50	Enstrümantal Analiz Laboratuvarı	286	300
51	Mikroorganizma Tanımlama	390	500
52	Mikroorganizma Ofisi	470	300
53	Mikrobiyoloji laboratuvarı	450	500
54	Mikrobiyoloji laboratuvarı	421	500

Tablodan görüldüğü üzere bazı bölgelerde aydınlatma gereksinimleri karşılanamamaktadır. Bunun en önemli sebebi olarak tasarım yanlışları ya da bakım ve temizleme periyotlarının aksatılmış olması gösterilebilir. Bir değer neden ise fabrika içerisindeki kullanım alanlarının ihtiyaçlar doğrultusunda değiştirilmesi sonucu ortaya çıkan uyum sorunu olarak gösterilebilir. C ve D Sınıfına mensup olup 500 lüks, A ve B Sınıflarına mensup olup 1000 lüks aydınlık düzeyi gereksiniminde olan alanlar AS 1680 Standardı kapsamında değerlendirilirse, C ve D Sınıfları kapsamındaki yerlerin aydınlık düzeyi gereksinimleri artarken A ve B Sınıfları kapsamındaki yerlerin AS 1680'e uygunluk gösterdiğinden bahsedilebilir. Dolayısıyla uluslararası bazda üretim yapan bir ilaç şirketinin hem Türkiye şartlarına uyum sağlayabilmek hem de uluslararası şirketlerin olası taleplerini karşılayabilmek

açısından tasarım noktasında en azından 500 lüks olan ince işler aydınlık düzeyini 600 lüks olarak planlaması faydalı olacaktır. Konunun enerji verimliliği ve enerji tasarrufu boyutları ayrı bir önem taşıyor olduğu ve aydınlatma otomasyonu uygulamaları ile % 35 ila % 70'ler arasında bir aydınlatma enerji tasarrufunun mümkün olduğu bilinmektedir [30], dolayısıyla sağlık sektöründe ürün güvenilirliği, sterilizasyon ve mutlak temizliğin sağlanması kadar enerji verimliliği ve aydınlatma tasarımı konuları üzerinde de dikkat ve önemle durulmalıdır.

BÖLÜM 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında güdülen amaç, genel hatlarıyla iç aydınlatma tasarımının yöntemlerinden bahsettikten sonra bu yöntemlerin, sağlık sektörünün en önemli bileşenlerinden biri olan ilaç sektörüne ve benzeri sektörlere nasıl adapte edilebileceğine dair ışık tutacak bir kilometre taşı ortaya koymaktır. Bu bağlamda ilaç endüstrisini ilgilendiren ülke çapında ve dünya genelinde en yoğun olarak itibar edilen yönetmelik ve standartlar incelenmiştir. Ülkemiz için maalesef direk olarak sağlık ve ilaç sektörüyle ilgili özel bir düzenleme yapılmamıştır. Sadece 1475 sayılı Kanunu'nun ilgili hükümleri gereğince 11.01.1974 tarih ve 14765 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren “İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü” kapsamında değerlendirilen bir yönetmelik mevcuttur. Sadece ilaç endüstrisi değil tüm endüstriyel tesisler için geçerli olarak bulunan bu yönetmelik bazı noktalarda eksik bazı noktalarda ise uluslararası standartlara göre yetersiz kalmakta, çağımızdaki uluslararası normların gerekliliklerini karşılamamaktadır.

Sağlık ve ilaç endüstrisinin gereksinimleri ile doğrudan ilgilenen ve dünya genelinde referans olarak kullanılan en önemli sağlık sektörü iç aydınlatma standartlarından biri Australian Standards Institute tarafından yayımlanmış olan 1680 sayılı standardın “AS/NZS1680.2.5:1997 : İç Aydınlatma: Hastaneler ve sağlıkla ilgili süreçler” adlı 1997 versiyonudur.

AS/NZS1680.2.5:1997 standardı ve ülkemizde geçerli olan İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü karşılıklı olarak kıyaslanırsa bariz farklılıklar ortaya çıkmaktadır. AS1680 hassas işçilik kavramına yer vermezken diğer çalışma sınıf ve bölgelerinde sağlanmasını tavsiye ettiği minimum ortalama yatay aydınlık düzeyleri İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü'nde sağlanması istenen değerlerden daha yüksektir. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü'nün 1974, AS1680 standardının 1997'de yayımlandığı düşünülürse ülkemizdeki tek geçerli resmi belgenin bir anlamda gelişen

teknoloji ve değişen aydınlatma taleplerinin bir hayli gerisinde kaldığı bariz bir gerçektir.

Yukarıda değinilen konuların günümüzde sağlık sektöründe çalışma yapan fabrika, şirket ya da kurumlar için gelişen teknolojiyle birlikte değişen uluslararası rekabet koşullarına uyum sağlama ve piyasada gerek uluslararası üretim standartları gerekse uluslararası şartnamelere uygunluk açısından bir yetersizliğe sebep olduğu gerçektir. Yerel yönetmelik hükümlerine göre hazırlanan aydınlatma tasarım ve uygulamaları global standartlara göre ya revize edilmelidir ya da ülke ve çağın gereksinimleri göz önünde bulundurularak yeniden hazırlanmalı ve ülke çapında tüm uygulamalar bu yeni standartlara uyum sağlayacak şekilde elden geçirilmeli ve uluslararası normlara adapte edilmelidir.

Bu çalışmada özellikle irdelenen AS1680 standardı referans alınarak sağlık sektörü aydınlatmasına ilişkin bir standartlaşma önerisi yapılmak istenirse ilaç sektörü açısından Tablo 6.1'de belirtilen kıstaslara uyum sağlanması birçok sorunu ortadan kaldıracaktır.

Sonuç itibariyle incelemeler ve örnek çalışmaların neticeleri aşağıdaki gereksinimleri ortaya çıkarmıştır:

- 1) İlaç sektöründe, insanı ve sağlığını doğrudan etkileyen mamuller üretiliyor olması nedeniyle sağlık, işçi ve mamul güvenliği en üst düzeyde tutulmalıdır.
- 2) Uluslararası standartlara, çağın ve teknolojinin gereksinimlerine uygunluk mutlaka sağlanmalıdır (Örneğin: AS1680 referans alınabilir)
- 3) Uluslararası ticaret ve rekabet ortamında var olabilmek için yeni ulusal bir yönetmeliğe ihtiyaç vardır.
- 4) İnsana bağlı hataların en aza indirilmesi ve enerji verimliliği sağlanması açısından yeni hazırlanacak yönetmelik kapsamı daha geniş tutulmalıdır.

Tablo 6.1. Tavsiye Edilen Aydınlık Düzeyi Gereksinimleri

Aydınlatılacak yer	Tavsiye Edilen Minimum Aydınlık Düzeyi değerleri (AS1680)	İş Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü Tavsiye Edilen Değerler
Steril Üretim – Optik ve Görsel Kontrol Ortamları (Steril dolun üretim ortamları, Karıştırıcı, Tartım ve Kompaktör ortamları, Tablet Baskı, Film Kaplama, Solüsyon hazırlama, Kompaktör, Granülasyon ortamları, bazı laboratuvar deneyleri Klas A – B – C ve laboratuvar ilaveleri)	1000 lüks	1000 lüks (Sadece Klas A - B) (Hassas iş kavramı)
Ara Üretim – Dolun – Ambalaj Likit dolun, Pomad dolun, Blisterleme, Kapsülleme, Ambalaj makinaları	600 lüks	500 lüks (İnce iş kavramı)
Laboratuvarlar'da kontrol ve ayırım	400 lüks	300 lüks
Ofis Alanları, Giriş alanları ve kabul bölgeleri	320 lüks	200 lüks
Saklama odaları, açık plan çalışma alanlarında yürüme alanları, ders ve seminer odaları	240 lüks	100 lüks
Sık kullanılan depolama alanları	160 lüks	50 lüks
Koridorlar, tuvaletler, büyük parçalı depolama alanları	100 lüks	100 lüks
Uzun süreli materyal depolama alanları	50 lüks	50 lüks
Üretim Alanı dış aydınlatma, avlu, bahçe, otopark, dış teknik üniteler	40 lüks	20 lüks

Bu tez çalışması incelediği konular ve ilaç sektöründe aydınlatma tasarımının önemine göstermiş olduğu yaklaşımla kendi alanında bir ilk adım olarak nitelendirilebilir. İç aydınlatma tasarımının teorik olarak nasıl yapılması gerektiği, teknik olarak hesaplamalarda hangi aydınlatma kavramları ve yasalarının

kullanılmasının doğru olacağı konularından başlayarak yerel ve uluslar arası standartların karşılaştırılması, yerel anlamda mevcut sıkıntıların değerlendirilmesi ve bu sıkıntıların giderilmesi için çözüm önerileri üretiyor olması bağlamında ilaç sektörü aydınlatmasına geniş bir açıdan bakarak yeni bir yaklaşım oluşturmaya çalışmıştır. Tavsiye edilen yeni aydınlık düzeyi değerleri mevcut yerel yönetmeliğin açıklarını kapatıp uluslar arası standartlarla eşleşmeyi mümkün kılar niteliktedir. Bu tez çalışmasını takiben aynı konu üzerinde yapılacak araştırma ve çalışmalarda uluslararası rekabet koşullarına uyum sağlayabilecek yeni yerel bir yönetmeliğin hazırlanmasını ve gerçekleştirilecek aydınlatma tasarım ve projelerinin mevcut yerel yönetmelikler ötesinde uluslar arası standartları örneğin AS1680 gibi referans alarak gerçekleştirilmesi amaç edinilmelidir.

KAYNAKLAR

- [1] ŞİREL, Ş., Aydınlatma Tasarımında Temel Kurallar, YFU Kitapçık No 07, 1995.
- [2] CIE Pub.12.2, Recommendations for the Lighting of Roads for Motorized Traffic, 2nd ed., 1977.
- [3] CIE Pub.01, Guidelines for Minimizing Urban Sky Glow Near Astronomical Observatories, 1980.
- [4] ÜNVER, M.U., Principles of Illumination Course Lecture Notes, Sakarya, 2001.
- [5] ONAYGİL, S., Kent İçi Aydınlatma, Işık Kirliliği ve Karanlık Gökyüzü Sempozyumu, Antalya, 2001.
- [6] ÖZKAYA, M., Yol Aydınlatması, İstanbul, 1990.
- [7] ÖZKAYA, M., Aydınlatma Tekniği, İstanbul, 2000.
- [8] KÜÇÜKDOĞU, M.Ş., Aydınlatmada Etkin Enerji Kullanımı, EMO Ulusal Aydınlatma Kongresi, 2003.
- [9] CIE Pub.115, Recommendations for the Lighting of Roads for Motor and Pedestrian Traffic, Technical Report, 1995.
- [10] ARPAD, A., Uygulamalı Yapı Tesisatı Bilgisi Aydınlatma ve Elektrik, İstanbul, 1992.
- [11] ENERJİ ve TABİİ KAYNAKLAR BAKANLIĞI, Elektrik Dış Aydınlatma Yönetmeliği, Ankara, 2003.
- [12] EPA Greenlights Brochure, ABD, Mart 1991.
- [13] ŞİREL, Ş. Aydınlığın Niteliği, YFU Kitapçık No 04, 1992.
- [14] GÜLER, Ö., Determining of the Required Criteria on Visibility Levels for Road Lighting Calculations, Doktora Tezi, İTÜ, İstanbul, 2001.
- [15] LINDSEY, Applied Illumination Engineering, Oxford, 1996.
- [16] CIE Pub.12.2, Recommendations for the Lighting of Roads for Motorized

Traffic, 2nd ed., 1977.

- [17] ASLAN, Z., ONAYGİL, S., Işık Kirliliği ve Enerji Tasarrufu, Işık Kirliliği ve Karanlık Gökyüzü Sempozyumu, Antalya, 2001.
- [18] ŞİREL, Ş. Aydınlatmada Enerji Kaybı, YFU Kitapçık No 03, 1991.
- [19] YAVUZ, C., Şehir Aydınlatmacılığı, Işık Kirliliği ve Aydınlatmada Enerji Verimliliği, Yüksek Lisans Tezi, SAÜ FBE, 2004.
- [20] Northeast Energy Efficiency Partnerships Inc., Combining Quality Design and Energy Efficiency for Warehouse and Factory Buildings, 2000.
- [21] Northeast Energy Efficiency Partnerships Inc., Combining Quality Design and Energy Efficiency for Small Industrial Facilities.
- [22] KENTER, H.M., Temiz Ve Steril Üretim Alanları Planlama Kriterleri, VI. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongre ve Sergisi, İzmir, 2003.
- [23] 1475 Sayılı Kanun, İş Sağlığı ve İşçi Güvenliği Tüzüğü, Ankara, 1974.
- [24] AS1680.0:1998 Interior lighting; Safe movement.
- [25] AS1680.1:2006 Interior and workplace lighting General principles and recommendations.
- [26] AS1680.2.1-1993 Interior lighting; Circulation spaces and other general areas.
- [27] AS1680.2.2-1994 Interior lighting; Office and screen-based tasks.
- [28] AS/NZS1680.2.4:1997 Interior lighting; Industrial tasks and processes.
- [29] AS/NZS1680.2.5:1997 Interior lighting; Hospital and medical tasks.
- [30] YAVUZ C., YANIKOĞLU E., GÜLER Ö., "Determination of real energy saving potential of daylight responsive systems: A case study", 9-11 September 2009, Luxeurope 11th European Lighting Conference, Istanbul, Turkey.

ÖZGEÇMİŞ

Ender Yetiş, 20.07.1973 yılında Almanya' da doğdu. İlk ve orta öğretimini Almanya' da tamamladıktan sonra Türkiye' de Lise eğitimini aldı. 1998 yılında KTÜ Elektrik-Elektronik Mühendisliği bölümünden Elektrik Mühendisi unvanı ile mezun oldu. 1998-2000 yılları arasında Toprak İlaç' ta önce Bakım Mühendisi sonra Bakım Onarım Şefi olarak çalıştı. 2000-2002 yılları arasında askerliğini yedek subay olarak Genel Kurmay Başkanlığı' nda tamamladı. 2002-2008 yılları arasında Sandoz İlaç' ta Proje Müdür olarak çalıştı. 2008 yılından itibaren aile şirketi olan YETİŞ MİMARLIK' ta üst düzey yönetici olarak çalışmaktadır.