

**AYDINLATMA MÜHENDİSLİĞİNDE
İLERİ YÖNTEMLERLE
ÇÖZÜM TEKNİKLERİ**

Selim ERDEM

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRİK ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

EKİM 2007

ANKARA

Selim ERDEM tarafından hazırlanan AYDINLATMA MÜHENDİSLİĞİNDE İLERİ YÖNTEMLERLE ÇÖZÜM TEKNİKLERİ adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. M. Cengiz TAPLAMACIOĞLU
Tez Danışmanı, Elektrik Elektronik Müh. A.D.

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. M. Sezai DİNÇER
Elektrik Elektronik Müh. A.D., Gazi Üniversitesi

Prof. Dr. M. Cengiz TAPLAMACIOĞLU
Elektrik Elektronik Müh. A.D, Gazi Üniversitesi

Doç. Dr. Osman GÜRDAL
Elektrik Eğitimi A.D., Gazi Üniversitesi

Tarih : 18/10/2007

Bu tez ile G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Nermin ERTAN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Selim Erdem

**AYDINLATMA MÜHENDİSLİĞİNDE
İLERİ YÖNTEMLERLE ÇÖZÜM TEKNİKLERİ
(Yüksek Lisans Tezi)**

Selim ERDEM

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Ekim 2007

ÖZET

Bütün çalışmalarda ve yaşamın pek çok alanında ışığa ihtiyaç duyulmaktadır ve doğal ışığın yetmediği veya uygun biçimde kullanılmasının mümkün olmadığı durumlarda yapay ışığın kullanımı zorunludur. Doğal ışığın değişken olması bu gereksinimi daha da arttırmaktadır.

Aydınlatmanın temel amacı, ihtiyaca göre mümkün olan en iyi görme düzeyini sağlayabilmektir. Rastgele bir armatür seçimi ve yerleşimiyle iyi bir aydınlatmanın sağlanması mümkün olmayacağından, analiz ve ileri hesaplama yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Temel hesaplama yöntemleri; kullanılacak armatür, aydınlatılacak mekanın kullanım amacı ve yapısı gibi farklı kriterlere bağlıdır. Tüm bu faktörlerin dikkate alınmasının yanı sıra elimine edilmesi gereken rahatsızlık verici ve istenmeyen etkenlerin de tasarım aşamasında bertaraf edilmesi gerekmektedir.

Bu çalışma iç mekanların yapay ışık kaynaklarıyla aydınlatılmasına ilişkin kriterler, teknik bilgiler ve klasik hesaplama yöntemlerinin yanı sıra, bilgisayar yardımıyla hesaplamaların yapılması ile elde edilen aydınlatma durumunun görsel olarak simülasyonunu kapsamaktadır. Bu amaçla yazılan programda armatürlere, oda indekslerine ve mahallerin kullanım amaçlarına ilişkin pek çok bilgiyi içeren geniş bir veri tabanı kullanılmıştır.

Bu tez çalışmasında gerekli veriler toplanarak kullanımı kolay, hızlı çalışan, pratik bir yazılım oluşturulmuş ve elde edilen sonuçlar detaylı bir biçimde irdelenerek sunulmuştur.

Bilim Kodu : 905.1.014
Anahtar Kelimeler : Aydınlatma, Lamba, Armatür
Sayfa Adedi : 86
Tez Yöneticisi : Prof. Dr. M. Cengiz Taplamacıoğlu

**SOLUTION TECHNIQUES IN LIGHTING ENGINEERING
WITH ADVANCED METHODS**

(M.Sc. Thesis)

Selim ERDEM

**GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

October 2007

ABSTRACT

In all studies and in many fields of life light is required and in circumstances that natural light is insufficient or unavailable to be used properly, the use of artificial light is obligatory. Since natural light is variable, this requirement increases further.

The main purpose of lighting is to provide the best sight level possible with regard to the need. Since it is impossible to provide a good lighting with random luminary selection and placement, analysis and advanced calculation methods are required. Basic calculation methods depend on criteria like luminary to be used, usage purpose and structure of the place to be lighted. In addition to taking these factors into consideration, disturbing and undesirable effects that required to be eliminated should be debugged in design stage.

This study includes computer aided calculations and visual simulation of the lumination status obtained in addition to criteria, technical information and classical calculation methods about indoor lighting with artificial light sources. For the program written for this purpose, a large database is used including data about luminaries, room indexes and usage purposes of places.

In this thesis study, acquiring the required data, an easy to use, fast running and practical software is composed and acquired results are presented by being examined in detail.

Science Code : 905.1.014
Key Words : Lighting, Lamp, Luminary
Page Number : 86
Adviser : Prof. Dr. M. Cengiz Taplamacioğlu

TEŞEKKÜR

Çalıőmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla ben yönlendiren Hocam Prof. Dr. M. Cengiz Taplamacıoğlu'na, özellikle yazılımlımın hazırlanması sırasındaki katkıları için Elektrik Elektronik Yüksek Mühendisi Ayhan Yazıcı'ya, Elektrik Elektronik Mühendisi Reha Önen, Makina Mühendisi M. Oya Ertuğ ve Elektrik Elektronik Mühendisi S. İbrahim Yılmaz başta olmak üzere bana destek olan tüm arkadaşlarıma ve ayrıca aileme teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	IV
ABSTRACT	VI
TEŞEKKÜR.....	VIII
İÇİNDEKİLER	IX
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	XII
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	XIII
RESİMLERİN LİSTESİ	XIV
1. GİRİŞ	1
2. AYDINLATMAYLA İLGİLİ TEMEL BİLGİLER.....	2
2.1. Aydınlatmanın Yararları	3
2.2. İyi Bir Aydınlatmanın Sağlanması İçin Dikkate Alınması Gereken Kriterler	5
2.3. Aydınlatmada Enerji Tasarrufu.....	5
2.4. Aydınlatma Kontrolü	6
2.5. Aydınlatmada Kullanılan Anahtar Türleri	6
3. TERİMLER VE TARİFLER	8
3.1. Işık.....	8
3.2. Işık Şiddeti (I)	8
3.3. Işık Akısı (F)	8
3.4. Aydınlik Düzeyi (E).....	9
3.5. Soğurma	10
3.6. Renk Sıcaklığı	10

Sayfa

3.7. Işık Rengi	11
3.8. Renksel Geri Verim (Ra)	12
3.9. Kontrast (C).....	13
3.10. Işıklılık (L)	13
3.11. Parıltı.....	13
3.12. Işıksal Verim (η)	15
3.13. Lamba.....	15
3.14. Aydınlatma Armatürü	16
3.15. Direkt Aydınlatma.....	16
3.16. Endirekt Aydınlatma	17
3.17. Direkt/Endirekt Aydınlatma.....	17
3.18. Yansıtma Çarpanı.....	17
3.19. Yıpranma.....	17
4. LAMBALAR	19
4.1. Lamba Türleri.....	19
4.2. Lambaların Tiplerine Göre Olumlu ve Olumsuz Özellikleri	22
5. ARMATÜRLER	24
5.1. Armatür verimi.....	24
5.2. Işık Dağılım Eğrileri	24
5.3. IP Koruma Dereceleri	25
6. AYDINLATMA HESAPLARI	27
6.1. Örnek Aydınlatma Hesabı.....	28

Sayfa

7. BİLGİSAYAR PROGRAMI	31
7.1. Mahal Verimi	32
7.2. Gerekli Aydınlik Düzeyi	34
7.3. Armatürlerle İlgili Veriler	34
7.4. Armatürlerin Yerleşimi	35
7.5. En Düşük Aydınlik Düzeyi	37
7.6. Programın Kullanıcı Arayüzü ve Elde Edilen Sonuçlara Örnekler	39
7.7. Programın Kullanıcı Arayüzünün Bölümleri	50
SONUÇ VE ÖNERİLER	54
KAYNAKLAR	55
EKLER.....	56
EK-1 En düşük aydınlık düzeyleri	57
EK-2 Bilgisayar Programının Kodu.....	66
ÖZGEÇMİŞ	86

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 6.1. Oda aydınlatma verimi.....	27
Çizelge 7.1. Oda verimi fonksiyonunun eğrisini bulmak için kullanılan değerler	33

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Normal anahtar.....	6
Şekil 2.2. Vavien anahtar	7
Şekil 2.3. Komütatör anahtar	7
Şekil 3.1. Işık akısı ve lümen	9
Şekil 3.2. Direkt parıltının meydana gelmesi.....	14
Şekil 3.3. Yansımali parıltının meydana gelmesi.....	14
Şekil 3.4. Yıpranma.....	18
Şekil 5.1. Armatür verimi için bir örnek	24
Şekil 5.2. Işık dağılım eğrisi	24
Şekil 5.3. Işık dağılım eğrisinin 3 boyutta görünümü.....	25
Şekil 6.1. Armatürlerin yerleşimi.....	29
Şekil 7.1. Işık kaynağı ve aydınlatılacak düzlem.....	37
Şekil 7.2. Çalışma düzlemi üzerindeki bir nokta için uzaklıklar	38

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 3.1. Renk sıcaklığı skalası.....	10
Resim 3.2. Bazı lambaların fotoğrafları.....	15
Resim 3.3. Bazı aydınlatma armatürlerinin fotoğrafları	16
Resim 4.1. Enkandesan lamba tiplerine örnekler.....	19
Resim 4.2. Reflektörlü ve parabolik reflektörlü lambalara örnekler	20
Resim 4.3. 220 V gerilimde çalışan halojen lambalara örnekler	20
Resim 4.4. 12 V gerilimde çalışan halojen lambalara örnekler	20
Resim 4.5. Floresan lamba tipleri	21
Resim 4.6. HID lamba.....	21
Resim 7.1. Bilgisayar programı ile yapılan 1. aydınlatma simülasyonu.....	39
Resim 7.2. Bilgisayar programı ile yapılan 2. aydınlatma simülasyonu.....	40
Resim 7.3. Bilgisayar programı ile yapılan 3. aydınlatma simülasyonu.....	41
Resim 7.4. Bilgisayar programı ile yapılan 4. aydınlatma simülasyonu.....	42
Resim 7.5. Bilgisayar programı ile yapılan 5. aydınlatma simülasyonu.....	43
Resim 7.6. Bilgisayar programı ile yapılan 6. aydınlatma simülasyonu.....	44
Resim 7.7. Bilgisayar programı ile yapılan 7. aydınlatma simülasyonu.....	45
Resim 7.8. Bilgisayar programı ile yapılan 8. aydınlatma simülasyonu.....	46
Resim 7.9. Bilgisayar programı ile yapılan 9. aydınlatma simülasyonu.....	47
Resim 7.10. Bilgisayar programı ile yapılan 10. aydınlatma simülasyonu.....	48
Resim 7.11. Bilgisayar programı ile yapılan 11. aydınlatma simülasyonu.....	49
Resim 7.12. Arayüzde mahal seçiminin yapıldığı bölüm	50

Resim	Sayfa
Resim 7.13. Arayüzde armatür bilgilerinin bulunduğu bölüm	51
Resim 7.14. Arayüzde armatür resimlerinin bulunduğu bölüm	52
Resim 7.15. Arayüzde mahal boyutları ve özellikleri ile sonucun yer aldığı bölüm.	52
Resim 7.16. Arayüzde çizimin yapıldığı bölüm.....	53

1. GİRİŞ

Aydınlatmanın amacı, yalnızca belirli bir aydınlık düzeyi elde etmek değil, iyi görme koşullarının sağlanmasıdır. Bu çalışmada, yapay ışık kaynaklarıyla yapılan iç aydınlatma hakkında temel bilgilerle aydınlatma mühendisliğinde temel tasarım kriterleri ve hesaplama yöntemleri ele alınmıştır. Aydınlatma kriterleri göz önüne alınarak, aydınlatma problemindeki veriler için oluşturulan veri tabanının kullanılmasıyla, aydınlatma hesabı ve uygun bir armatür yerleşimi yapılarak özellikle çalışma düzleminde elde edilen aydınlık düzeyinin bilgisayar desteğiyle hesaplanarak incelenmesi amaçlanmıştır.

2. AYDINLATMAYLA İLGİLİ TEMEL BİLGİLER

Aydınlatma;

- Genel bir terim olarak; çevrenin görülebilirlik düzeyi veya ışığın kullanılmasının sonucu,
- Fiziksel olarak da birim alandaki ışık akısı şeklinde tanımlanabilir.

Doğal ve yapay aydınlatma olmak üzere iki çeşit aydınlatma sisteminden söz edilebilir. Doğal (güneş ışığı) aydınlatma sistemlerinin ana kaynağı güneş ışığıdır. Hiç bir yapay aydınlatma elemanı doğal aydınlatmada bulunan tüm özelliklere sahip değildir [1].

Yapay aydınlatma sistemlerinde, aydınlatma, gün ışığı dışında çeşitli aydınlatma elemanlarıyla yapılır [1].

Teorik olarak atmosfere girmeden önce güneş ışığı ideal beyaz ışık olarak tanımlanabilir. Atmosfere girdikten sonra ise ışık kırılma ve yayılma sonucunda göğe mavi rengini vererek atmosferden geçer. Bundan sonra da soğuk renkli ışınları azaldığı için, güneş ışığı, sarıya yakın bir renk alarak yeryüzüne düşer. Sisli, puslu veya tozlu havalarda, su buharı ve hava moleküllerinden daha iri tanecikler, ışığın kırılma ve yayılmasını etkileyeceği için hem gökyüzünün hem de yeryüzüne düşen ışığın renkleri değişir [2].

Doğal ışığın aydınlatma rejiminin gün boyunca değişim göstermesinden dolayı özellikle aydınlatma gerekliliği fazla olan mekanların aydınlatılmasında yapay aydınlatma tercih edilmelidir. Güneş ışığı mevsimler, saatler, hava durumu gibi pek çok kritere göre değişmektedir [1].

Gün ışığı ile aydınlatma dikkate alındığında, ışık kaynağı bina dışında olduğu için ışık, yalnızca binadaki pencere veya atriyum (iç avlu) gibi açıklıklardan içeri girebilir. Işık kaynağı istenen biçimde ve istenen yerde konumlandırılmadığından

aydınlatma sisteminin yapay aydınlatma sistemlerindeki gibi istenen şekilde kurulması mümkün değildir. Aynı şekilde doğal aydınlatmayla bina içinde ışık dağılımını denetlemek ve yönlendirmek de çok zordur [2].

Gün ışığı ile sağlanan aydınlık düzeyi, ışığın değişken yapısı nedeniyle kontrol edilememektedir [2]. Yapay ışık kaynakları ise ihtiyaca ve hesap sonucuna göre yerleştirilir ve kontrol edilebilir. Yıpranma faktörü dışında değişken olmadığı kabul edilebilir. Yıpranma konusu da hesaplamalarda göz önüne alınmaktadır ve Sayfa 17’de ayrıca açıklanmıştır.

Gün ışığı, belirli yönde belirli bölümlerin aydınlatılması gerektiğinde de kullanışsızdır, yapay ışık ise ışık istenen biçimde düzenlenebilir [2].

Bu tip bir çok neden yapay aydınlatma sistemlerinin kullanımını gerekli ve zorunlu kılmıştır. Bu çalışmada da yapay aydınlatma sistemleriyle yapılan iç aydınlatma konusu ele alınmıştır.

2.1. Aydınlatmanın Yararları

Aydınlatmanın iyi yapılması ;

- Ekonomik potansiyeli artırır: Endüstri kuruluşlarında gece vardiyalarında da gündüz çalışma sırasında elde edilen iş verimi düzeyine erişilebilmesi için iyi ve kaliteli bir aydınlatma gereklidir. Böylece vardiya sistemiyle ekonomik potansiyel ve çalışma hacminin artmasına katkı sağlanacaktır. Eğitim ve öğretimde de gece çalışmalarının veriminin artması için iyi bir aydınlatma sağlanması çok önemlidir.
- Göz sağlığını korur: İyi ve doğru aydınlatılmamış bir ortamda göz sağlığı olumsuz yönde etkilenecektir. Gözün yapısı, işleyişi , özellikleri ve fizyolojik-optik esaslar göz önüne alınarak yapılacak iyi bir aydınlatma hem göz sağlığını koruyacak hem de psikolojik olarak insanları olumlu bir şekilde etkileyecektir.

- Gözün görme yeteneğini artırır: Gözün görme yeteneği, kontrast ve şekil duyarlılığı ile algılama hızı gibi kriterleri kapsar. Bunların arttırılabilmesi veya bazı durumlarda en azından optimize edilebilmesi iyi bir aydınlatmayla mümkündür.
- İş verimini artırır: Görme koşullarının iyileştirilmesiyle gözün gereğinden fazla yorulması engellenecek ve görme düzeyi artacaktır. Bu şekilde yapılan işin verimi, hızı ve kalitesi artacak, hatalar azalacaktır.
- Kazaları azaltır: Özellikle fabrikalarda ve sanayi tesislerinde, ayrıca trafiği yoğun olan yollar başta olmak üzere dış aydınlatmada kazaları oluşturabilecek etkenler iyi bir aydınlatma ile daha erken ve açık biçimde görülüp fark edilebileceği için kazalar azaltılabilir.
- Güvenliği sağlar: İyi bir aydınlatmanın en önemli yararlarından biri de güvenliğin sağlanmasına yaptığı katkıdır. Hırsızlık, gasp, cinayet gibi yasa dışı davranışlar genellikle karanlık veya iyi aydınlatılmamış ortamlarda gerçekleşir. Aydınlatma suç işleyecek kişiler için caydırıcı etkenlerden biri olarak değerlendirilebilir.
- Yaşam konforunu artırır: Günümüzde, belirli bir yaşam standardının sağlanması ve estetik duygular cevaplandırılması da temel ihtiyaçlardan biri olarak kabul edilmektedir. Bu psikolojik ihtiyaçların yanı sıra görme konforunu sağlamaya yönelik olarak fizyolojik ihtiyaçları karşılamak gibi kriterler de aydınlatmada göz önünde bulundurulmalıdır.

Bu yararları sağlayan iyi bir aydınlatma, ekonomik olarak da katkı sağlayacaktır. Çünkü ülke ve kişilerin ekonomilerine ve yaşam düzeylerine sağlanacak katkılar yalnızca bireyler seviyesinde sınırlı kalmayacak, üretimde, ekonomide, elektrik enerjisinden tasarruf yapılmasında da etkilerini gösterecektir.

2.2. İyi Bir Aydınlatmanın Sağlanması İçin Dikkate Alınması Gereken

Kriterler

Aydınlatılacak mahallin kullanım amacı, aydınlatma gereksiniminin nedeni aydınlatma tasarımında belirleyicidir.

Çalışma ortamında ışık renginin beyaz, dinlenme ortamındaysa sıcak beyaz olması tercih edilebilir. Bir insan çalışırken 20 000 lüks'e kadar aydınlık düzeyine ihtiyaç duyabilirken, dinlenme durumunda 50 lüks yeterli olabilmekte, hatta fazla aydınlık düzeyi rahatsız edici bir etki yaratabilmektedir.

Aydınlatılacak mahallin özellikleri, estetik bakımdan kullanılacak armatürün seçilmesini etkilediği gibi, parlıltı, ışık rengi ve renk sıcaklığı gibi konfora ilişkin kavramlar bakımından da dikkate alınmalıdır.

Gözün ışık kaynağını doğrudan görmesi rahatsız edici ve yorucudur, ayrıca aydınlıktan yararlanmayı da azaltır. Yani, doğrudan göze gelen ışık, aydınlatılan nesne ya da alanların, olduğundan daha karanlık görünmesine neden olur ve göz sağlığına da zararlıdır [3].

Bakılan alan, çevredeki alandan daha aydınlık olmalıdır. Yani çalışma düzlemi veya aydınlatılacak temel öğeler yakın çevreye oranla daha karanlık olmamalıdır [3].

2.3 Aydınlatmada Enerji Tasarrufu

Aydınlatmada enerji tasarrufu için;

- Yeni projelerde akkor lambalar yerine mümkün olduğunca floresan lambalar tercih edilmeli,
- Eski binalarda aynı (E27) duya takılabilen kompakt floresan lambalar enkandesan lambaların yerini almalı,

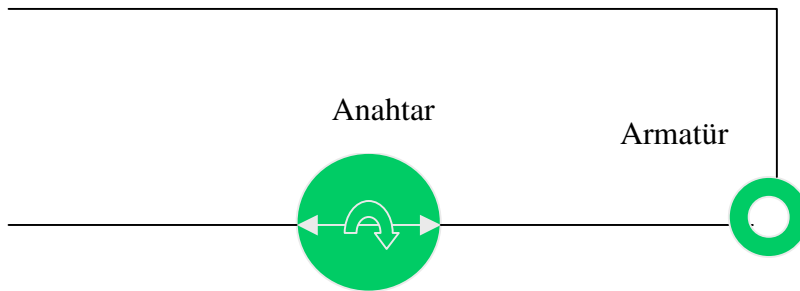
- Dimmer sistemleri kullanılmalı,
- Fotosel gibi elektronik kontrol düzenleri vasıtasıyla hem gün ışığından faydalanılmalı, hem de gereksiz zamanlarda enerji kesilmelidir [2].

2.4 Aydınlatma Kontrolü

Tüketilen elektrik enerjisinin önemli bir kısmı aydınlatma için harcanmaktadır. Aydınlatmada, etkinliği yüksek armatürlerin ve lambaların kullanılması ile enerji tasarrufu sağlanabilmektedir. Ancak daha da önemlisi günümüzde kontrol edilebilen aydınlatma sistemleri tercih edilmemektedir. Gerektiği zamanlarda ve gerekli miktarda aydınlatma yapılabilecek biçimde aydınlatma sistemleri düzenlenmelidir. Basit ve düşük maliyetli bir çözüm olarak gereksiz zamanlarda lambaların açık bırakılmasının önüne geçebilmek için aydınlatmanın hareket sensörleri ile kontrol edilmesi düşünülebilir. Daha etkin bir çözüm olarak, her ne kadar ilk yatırım maliyeti yüksek olsa da, otomasyon sistemleriyle aydınlatma kontrolü yapılması önemli miktarda enerji tasarrufu sağlayabilmektedir. Bu yöntem günümüzde akıllı binalar başta olmak üzere sıkça kullanılmaktadır.

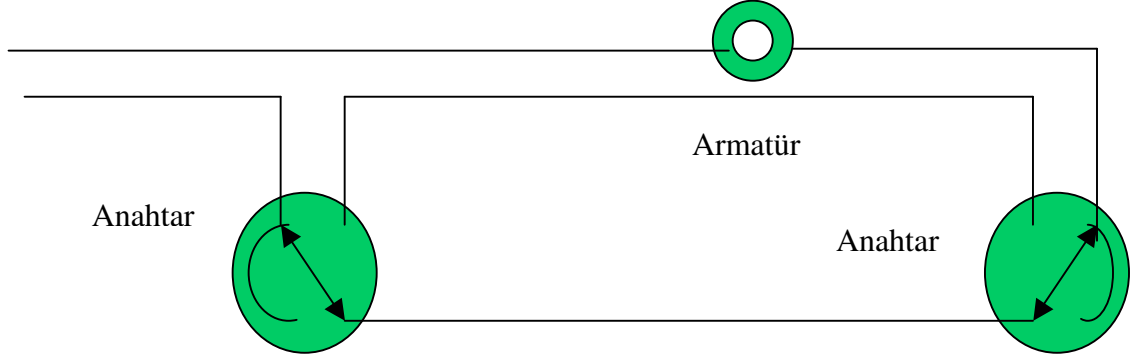
2.5 Aydınlatmada Kullanılan Anahtar Türleri

Normal (adi) anahtar: Bir lambayı veya bir lamba grubunu aynı anda yakıp söndürmeye yarar.



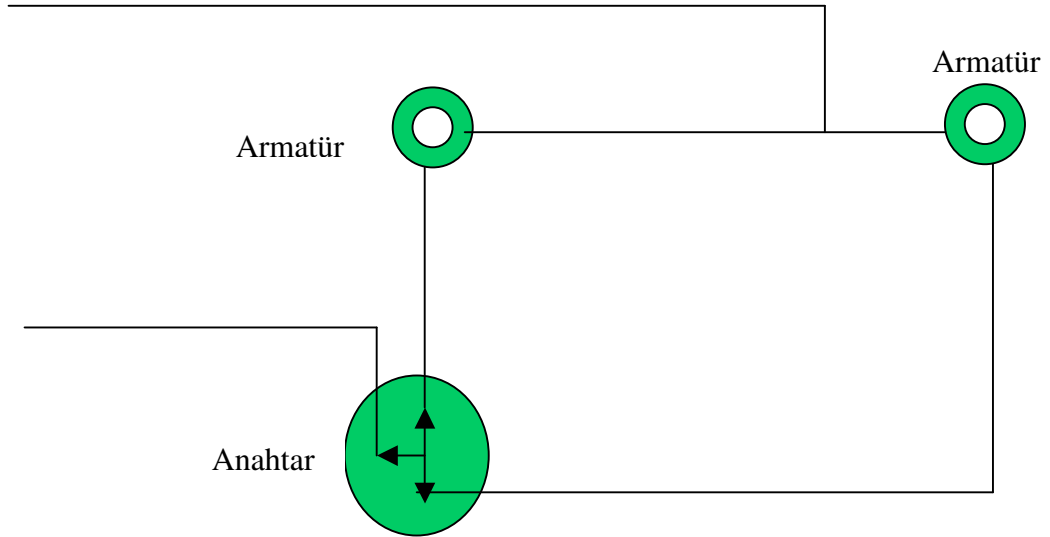
Şekil 2.1. Normal anahtar

Vavien anahtar: İki farklı noktadan bir armatür veya armatür grubuna kumanda etmek için kullanılır. Özellikle koridorlarda veya giriş ve çıkışı farklı noktalardan yapılabilen mekanlarda kullanılır.



Şekil 2.2. Vavien anahtar

Komütatör anahtar: İki adet veya iki grup lambayı sırayla veya aynı anda yakıp söndürmek için kullanılır.



Şekil 2.3. Komütatör anahtar

Darbe akım anahtarı: İki veya daha fazla noktadan kumanda için kullanılır. Üç alternatif giriş/çıkış noktası olan mahaller veya çok büyük mahallerde sıkça ihtiyaç duyulur. Ayrıca akım taşıma kapasitesi diğer anahtarlardan yüksek olduğu için anahtar başına lamba/armatür yükünün fazla olduğu durumlarda tercih edilir.

3. TERİMLER VE TARİFLER

3.1. Işık

Işığın, sözlük tanımını “görsel duyum uyandıran elektromanyetik ışınım” şeklinde yapabiliriz [4]. Aydınlatmayı, dolayısıyla da görmeyi sağlayan kaynaklara da ışık kaynağı diyebiliriz.

3.2. Işık Şiddeti (I)

Işık şiddeti, bir noktadan belirli bir yönde birim katı açı başına yayılan ışık akısıdır. Bir bakıma kaynağın belirli bir yönde yaydığı ışık enerjisidir.

$$I \text{ (cd)} = F \text{ (lm)} / W \text{ (sr)} \quad (3.1)$$

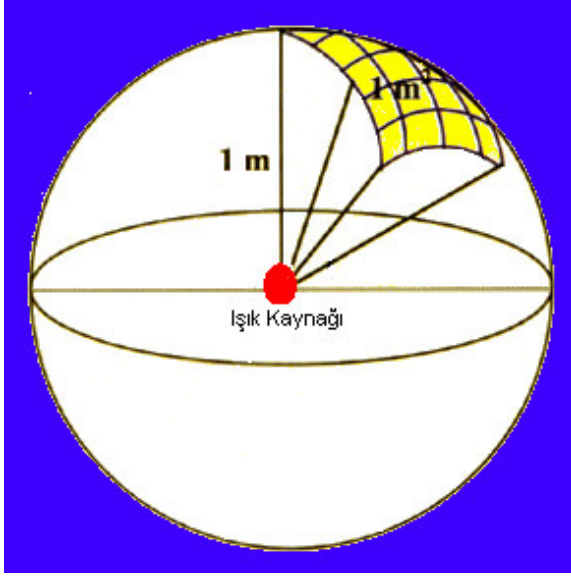
Burada W katı açısının birimi olan steradyan, bir kürenin yüzeyinde, kenar uzunlukları kürenin yarıçapına eşit büyüklükte bir kare oluşturacak şekilde, kürenin merkezinden yüzeyine uzanan düzlemler arasındaki açıdır.

3.3. Işık Akısı (F)

Işık akısı ışık enerjisinin akış miktarı olarak tanımlanabilir. Birim yüzeye dik olarak düşen ışık miktarıdır. Birimi lümen'dir:

$$1 \text{ lümen} = 1 \text{ candela} \times 1 \text{ steradyan}$$

Bir kürenin merkezindeki noktasal bir ışık kaynağının küre yüzeyinde oluşturduğu ışık akısı $4\pi I$ lümen'dir. Burada, I, ışık şiddetini 1 cd, kürenin yarıçapını da 1 m kabul edersek ışık akısının birimi olan lümeni elde ederiz. Kürede her 1 metrekare yüzeye 1 lümen ışık akısı düşer (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Işık akısı ve lümen

Teorik olarak 1 cd şiddetinde noktasal bir ışık kaynağı 12,57 lm ışık akısı sağlayabilir, ancak gerçek ışık kaynakları düzgün dağılımlı ışık sağlayamaz.

3.4. Aydınlık Düzeyi (E)

Aydınlık düzeyi, düşen ışıksal akının aydınlatılacak yüzeye olan oranını bildirir. Aydınlık düzeyi, 1 Lm değerindeki ışık akısının 1 m² alana sahip bir yüzeye eşit yayılmış şekilde düştüğü durumda 1 lx değerindedir. “E” harfi ile sembolize edilir.

$$E \text{ (lüks)} = F \text{ (lm)} / A \text{ (m}^2\text{)} \quad (3.2)$$

“r” Yarıçaplı Küre merkezine “I” şiddetinde bir ışık kaynağı konulduğunda, akı “4π I”, k yüzey alanı da “4π r²” olur.

$$E = 4\pi I / 4\pi r^2 \quad (3.3)$$

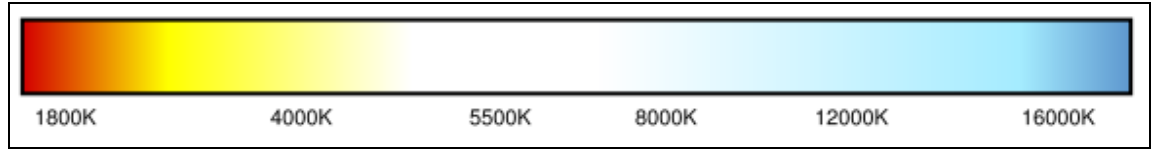
$$E \text{ (lüks)} = I \text{ (cd)} / r^2 \text{ (m}^2\text{)} \quad (3.4)$$

3.5. Soğurma

Soğurma (Emilim), ışığın maddeyle etkileşimi sonucu başka bir enerji türüne dönüşmesi nedeniyle kaybolmasıdır. Başlangıçtaki ışık enerjisi ile yansıyan ve iletilen ışık dikkate alındığında, soğurma ışık enerjisindeki kaybı ifade eder. Birimsizdir ve ışık akısı veya enerjisindeki kaybın ilk akıya göre oranı veya yüzdesi olarak belirtilir.

3.6. Renk Sıcaklığı

Teorik olarak renk sıcaklığı, siyah bir kütlenin belirli bir renkte ışık vermesi için ısıtılması gereken sıcaklıktır. Birimi Kelvin'dir. Düşük renk sıcaklığı, kırmızı/sarı tonlarında daha sıcak renkleri, yüksek renk sıcaklığı da mavi tonlarını ifade eder. Renk sıcaklığı insan psikolojisi üzerinde etkilidir. Aydınlatılacak yerin özelliklerine ve işlevine göre uygun renk sıcaklığı seçilmelidir.



Resim 3.1. Renk sıcaklığı skalası

Aşağıda renk sıcaklığı değerleri için bazı örnekler verilmiştir:

- 1500-2000 K : Mum ışığı
- 2500-3500 K : Enkandesan lamba
- 2500-3500 K : Gün batımı ve güneşin doğuşu
- 4000-4500 K : Ay ışığı
- 5000-6000 K : Xenon lamba
- 5500-6000 K : Elektronik foto-flaş
- 5000-6000 K : Öğle saatlerinde gün ışığı
- 6000-7500 K : Bulutlu gökyüzü
- 9500-12000 K : Mavi gökyüzü

Renk sıcaklıklarına göre lambaların önerilen kullanım alanları aşağıda sıralanmıştır:

- 6000 K renk sıcaklığına sahip lambaların hastaneler, ofisler, gıda sektörü, endüstriyel tesislerde,
- 4000 K renk sıcaklığına sahip lambaların spor salonları, açık spor sahaları, endüstriyel tesisler, hastaneler, ofisler ve mağazalarda,
- 3000 K renk sıcaklığına sahip lambaların mağazalar, marketler, restaurantlar, konferans salonları gibi daha çok ticari amaçlı mekanlarda,
- 2000 K renk sıcaklığına sahip sodyum buharlı lambaların ise tarihi binalarının dış cepheleri, depolama alanları ve tünellerde kullanılması önerilmektedir.

Lambalar için ışık rengi, renk sıcaklığı ile üç ana grupta tarif edilmektedir:

- Sıcak beyaz < 3300 K (ww),
- 3300 K < Doğal beyaz < 5000 K (nw),
- Gün ışığı beyazı > 5000 K (tw) [5].

Aynı ışık rengine rağmen, lambalar, ışıklarının tayfsal bileşimleri nedeniyle çok farklı renksel geriverim özelliklerine sahiptirler.

3.7. Işık Rengi

Renklerin doğru ve hassas algılanmasının önemli olduğu durumlarda, nesnelere veya mekanlar, tayfsal özellikleri dikkate alınarak seçilmiş ışıklarla aydınlatılmalıdır [2].

Renklerin doğru algılanması, renksel bozunumların çok az olması, yani görünen rengin gerçek renge yakın olması demektir. Gerçek renk, nesnenin, kuramsal beyaz ışık (tüm renkleri aynı oranda içeren beyaz ışık) altında görünen rengidir. Görünen renk ise, nesnenin kuramsal beyaz olmayan ışıklar altında algılanan rengidir. Gerçekte hemen hemen doğal ve yapay tüm ışıklar altında görünen renk algılanır [2].

Ancak kapalı gökte (gökyüzü güneşin seçilmesini engelleyecek derecede bulutlu ya da sisli iken) güneş ışığı, öğleye yakın saatlerde, kuramsal beyaz ışığa yakın tayf özelliği göstermektedir [2].

Görsel algı, ışığın nesnelere yansıtılarak ya da geçerek göze gelmesi ile gerçekleşir. Kuramsal beyaz ışığın tayfı, dalga boyları eksenine paralel bir doğru olduğundan, bu ışık altında renksel bozunum olmaz ve görünen renk cismin gerçek rengidir. Bunun dışında, aydınlatılmış nesnelere tümünde, ışığın tayfsal özelliklerine göre değişen miktarda renksel bozunum meydana gelmektedir [2].

Renklerin hassas olarak algılanabilmesi çok küçük renk ayrımlarının bile yapılabilmesi anlamına gelir. Bu algı da ışığın tayfsal yapısına ve aydınlık miktarına bağlıdır [2].

Işığın rengi ile tayfsal yapısı farklı kavramlardır. Aynı renkteki iki ışığın tayfsal yapıları birbirinden çok farklı olabilir. Ancak tayfsal yapısı aynı olan iki ışık mutlaka aynı renkte görünür [2].

Görünen renk, ışığın tayfsal yapısına bağlı olduğundan, doğru seçim ışığın rengine değil, tayfsal yapısına göre yapılabilir. Göz, tayfı algılamadığından, bu şekilde renksel bozunumun düzeltilmesi beklenemez [2].

3.8. Renksel Geri Verim (Ra)

Bir ışığın renksel geriverimi, o ışığın, renkleri gerçek renklerine yakın gösterme özelliğidir [2].

Ra 0 ile 100 arasında bir sayıyla gösterilir ve 0'dan 100'e doğru gidildikçe renksel geri verim yükselmektedir. Ra = 100 değerine sahip bir ışık kaynağı tüm renkleri, referans ışık kaynağı altındaki gibi optimal gösterir. 100'e yakın Ra derecesine sahip olan ampuller özellikle renk ayrımının yapılacağı boya, tekstil gibi sektörlerde kullanılmalıdır [4].

3.9. Kontrast (C)

Kontrast, matematiksel olarak iki aydınlık düzeyi arasındaki farkın düşük olana bölümüdür.

$$C = (L_{\max} - L_{\min}) / L_{\min} \quad (3.5)$$

Bir görüntüde parlak veya dikkat çekmesi istenen bölümlerle çevresindeki bölge arasındaki farkı kontrast ifade eder. Bakılan alan ile çevre alanları arasındaki ışıklılık oranları yorucu veya rahatsız edici kontrastlar oluşturmamalıdır [3].

3.10. Işıklılık (L)

Birim yüzeydeki ışık şiddeti; yani ışık yoğunluğu ışıklılıktır (luminans olarak da adlandırılır). Birimi cd/m^2 'dir. Algılanan aydınlık etkisinde ışıklılık esastır [4].

Kendinden ışıklı olmayan yüzeyler için, ışıklılık, o yüzeyin yansıtma çarpanı ile, yüzey üzerindeki aydınlık düzeyinin çarpımına bağlıdır. Örneğin, açık renkli bir yüzey ile koyu renkli bir yüzeyin aynı ışıklılıkta görünmeleri için, koyu renkli yüzey, belli bir oranda daha fazla aydınlatılmalıdır. Bu oran her iki yüzeyin yansıtma çarpanlarının oranıdır [3].

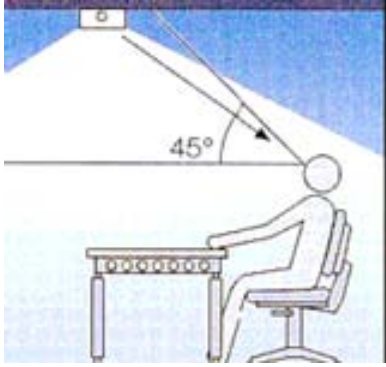
3.11. Parıltı

Işıklılığın aşırı derecede yüksek olması veya ışık kaynağından yayılan ışınların direkt olarak göze gelerek rahatsız edici olarak algılanması parıltıdır. Parıltı görsel "gürültü"dür. İnsan gözünü rahatsız edecek düzeydeki parlaklık olarak algılanır. Parıltı kamaşmaya neden olur.

Parıltı gözün yüksek parlaklığa adapte olması sonucunda normal aydınlatılmış bir yüzeyi görememesine neden olur. Aydınlatma armatürlerinin yanlış yönlendirilmesi,

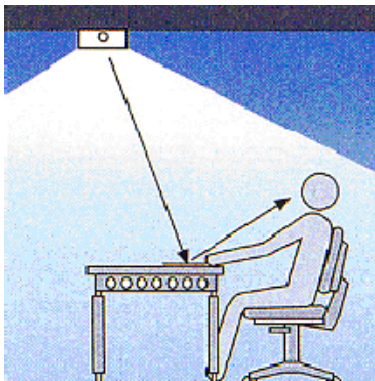
yanlış seçilmesi ve gereğinden fazla güçte ve sayıda kullanılması bu soruna yol açabilir.

Parıltılar, direkt parıltı ve yansımali parıltı olmak üzere ikiye ayrılabilir. Direkt parıltı; uygunsuz ve yanlış monte edilen armatürlerin neden olduğu aşırı ışıklılıktan kaynaklanmaktadır. Parıltı, armatürden başlayan ışık huzmesinin yayılma açısı 45 derecedeyken kritik duruma gelmektedir. Direkt parıltı örneği Şekil 3.2’de gösterilmiştir [1].



Şekil 3.2. Direkt parıltının meydana gelmesi [1]

Yansımali parıltıda ise, gün ışığından kaynaklanan, lambaların veya armatürlerin meydana getirdiği yansımalar ile mekanlarda kullanılan malzemelerin (özellikle parlak yüzeyli malzemelerin) ışığı yansıtmasından kaynaklanmaktadır. Yansımali parıltı Şekil 3.3’te gösterilmiştir [1].



Şekil 3.3. Yansımali parıltının meydana gelmesi [1]

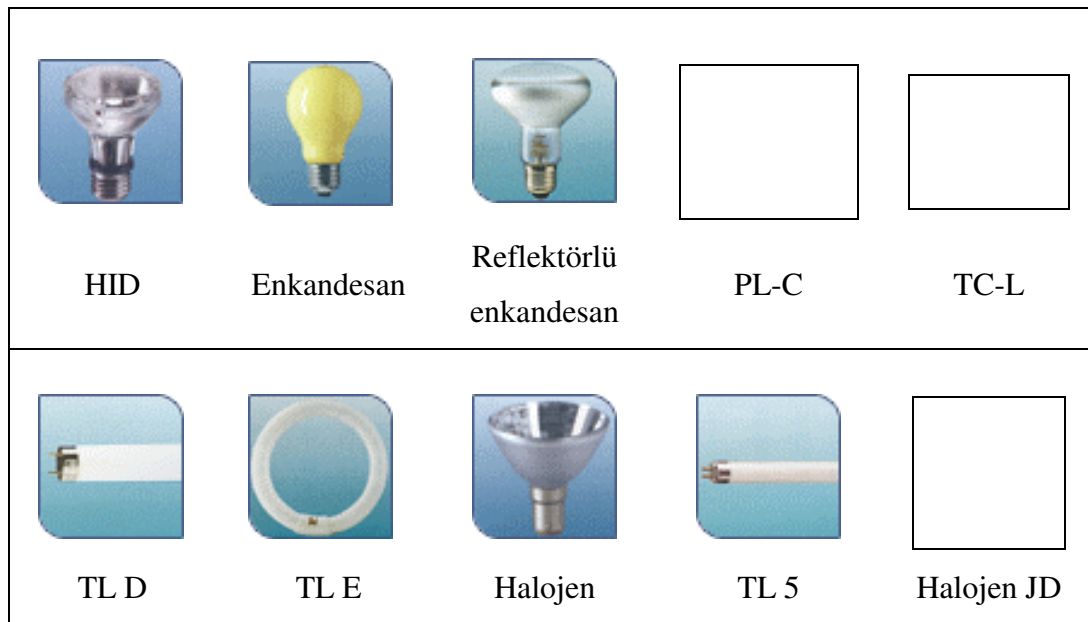
Ayrıca parlıtyı verdiği zarara göre de sınıflandırmak mümkündür. Rahatsızlık veren parlıty, biyolojik ihtiyaçları karşılamak için gerekli olan algıyı engeller ancak hareket edebilmek için gerekli görüşü ciddi bir biçimde azaltmaz. Engelleyici parlıty belirli hareketler için gereken görüşü düşüren parlıtydır. Kr edici parlıty ise, üzerinden uzun bir süre geçtiği halde görsel bir algının mümkün olmayacağı kadar şiddetli olan parlıtydır.

3.12. Işıksal Verim (η)

Işık kaynağının gücünün her bir watt'ı için işık akısına işıksal verim denir [6]. Birimi lümen/watt'dır. Harcanan elektriksel gücün, hangi ekonomik düzeyde işığa dönüştüğünü gösterir [4]. rnek olarak, 36W gücünde bir floresan lambanın işık akısı 2400 Lümen ise bu işık kaynağı $2400/36 = 66,6$ Lümen/Watt işıksal verime sahiptir.

3.13. Lamba

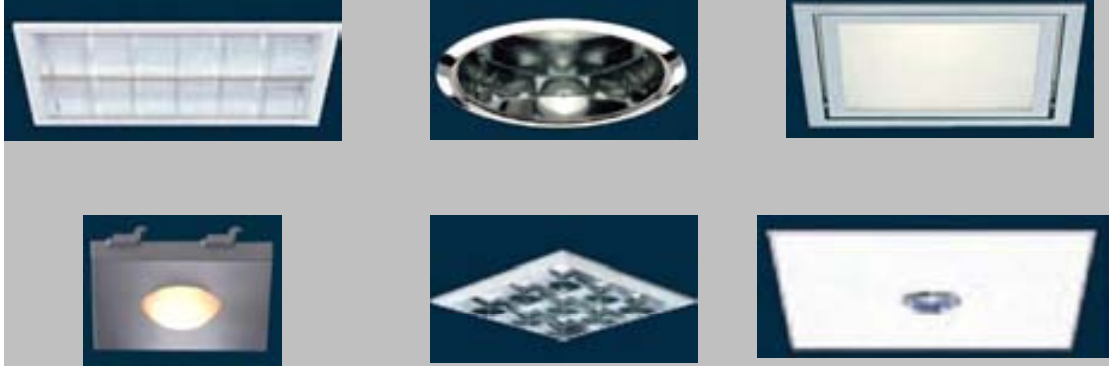
Görünür bir işınım üretmek üzere tasarımılanmış cihaza lamba denir.



Resim 3.2. Bazı lambaların fotoğrafları

3.14. Aydınlatma Armatürü

Lambaların ışık akısını, fonksiyonu, kullanım amacı ve ışık ihtiyacına göre yönlendirmek için tasarlanmış aydınlatma düzeni olarak tanımlanabilir.



Resim 3.3. Bazı aydınlatma armatürlerinin fotoğrafları

Bir armatürün işletimdeki geriverimi, armatürün ekonomik bakımdan sınıflandırılmasında önemli bir kriterdir. Bu değer, armatürden çıkan ışık akısının, armatür içerisinde takılmış olan lambaların ışık akısına olan oranını ifade eder [4].

3.15. Direkt Aydınlatma

Direkt aydınlatmada ışık herhangi bir yansıtıcı yüzeyden değil, doğrudan kaynaktan aydınlatılması istenen yere yönlendirilir.

Etkinliği, verimi yüksektir. Yüzeyden yansıma kayıpları ve soğurulan enerji en aza indirilir. Sanat eserleri gibi belirli cisimlerin aydınlatılacağı durumlarda vurguyu bir yere toplamak kolay olacağı için uygundur ve gölgelendirmeyi daha etkin bir biçimde sağlar, ancak keskin gölgelere neden olur. Tavanın nispeten karanlık olması ve parlıtya yol açması direkt aydınlatma sistemlerinin dezavantajlarıdır.

3.16. Endirekt Aydınlatma

Endirekt aydınlatmada armatürler duvara veya tavana yönlendirilir ve aydınlatma yansıyan ışınlarla sağlanır.

Yumuşak bir aydınlatma sağlar, parıltı sorunu olmadığı için aydınlatma rahatsız edici değildir. Bununla birlikte üç boyutlu cisimlerin detaylarını algılamak endirekt aydınlatmada daha zordur. Kontrast endirekt aydınlatmada daha azdır. Enerjinin etkinliği de düşmektedir.

3.17. Direkt/Endirekt Aydınlatma

Hem direkt hem de endirekt aydınlatma armatürlerinin kullanılmasıyla veya direkt ve endirekt aydınlatmaların her ikisini de sağlayabilen armatürlerle yapılabilir. Ortamın genel aydınlatması ve vurguyu bir arada sağlayabilir. Nispeten enerjiyi etkin kullanmayı ve parıltıyı azaltmayı sağlar. Gölgelemin belirginliği ve keskinliği dengelenebilir. Ancak kurulumu ve bakımı masraflıdır. Her kullanıcı sistemi yeterince etkin kullanamayabilir.

3.18. Yansıtma Çarpanı

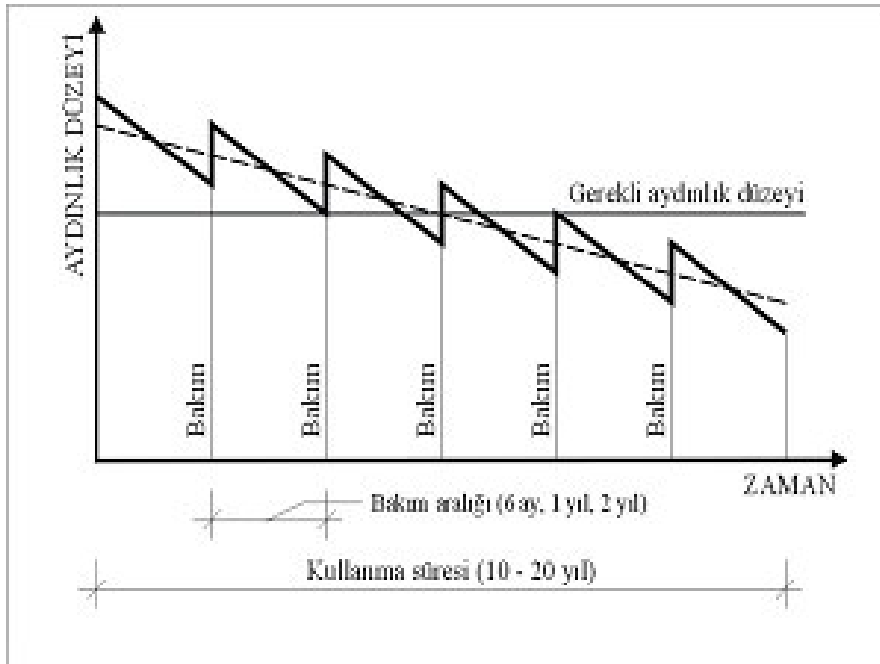
Yansıtma çarpanı, yüzey üzerine düşen ışığın yansıma oranıdır. Yüzeylerin yansıtma çarpanları, aydınlatma literatüründe tablolar halinde verildiği gibi, karşılaştırma yolu ile, ya da ölçme aletleri ile belirlenebilir [1].

3.19. Yıpranma

Aydınlatma tesisatının sağladığı aydınlık, zamanla azalır. Periyodik bakımlar yapılarak (temizlik, boyama, lamba yenileme vb.) bu azalmanın hızı düşürülebilir ancak azalma tamamen önlenemez. Bu azalma yıpranma (depresiasyon) olarak adlandırılır [2].

Başlangıç değeri ile kullanma süresi içindeki ortalama değer arasındaki orana yıpranma çarpanı denmektedir. 1,5 yıpranma çarpanı enerjide üçte bir oranında kayıp olacağını ifade eder [2].

Yıpranmadan dolayı meydana gelecek kayıplardan kaçınmak için başlangıç aydınlık seviyesi gereğinden fazla olacak şekilde bir tasarım düşünülebilir. Bu yolla aydınlatmanın daha uzun süre yeterli düzeyde kalması sağlansa da çok daha fazla enerji kaybı meydana gelecektir. Yıpranma için en iyi çözüm dimmer sistemleri kullanmaktır. Bu yöntemle armatürlerin harcadığı enerji ve sağladığı aydınlık seviyesi ayarlanabilir. Ancak dim edilebilir armatürlerin seçilmesi gereklidir ve ayrıca fazladan bir ilk yatırım yapılmasını gerektirir. Buna rağmen kapsamlı bir tasarımda ve zaman içinde kendini amorti edebilecek bir yatırımdır.



Şekil 3.4. Yıpranma [2]

4. LAMBALAR

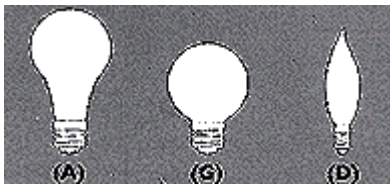
4.1. Lamba Türleri

Günümüzde en temel ışık kaynağı olan akkor flamanlı lambalar, akkor ışınımıyla ışık üretirken, yüksek verimliliğiyle bilinen deşarj lambaları gazda elektriksel boşalmayla ışık üretirler.

Bir lambanın harcadığı birim enerji başına ürettiği ışık akısı lambanın ışıksal etkinlik değerini verir, bununla birlikte bu değer ortam ısısı, lambanın yanma konumu, şebeke gerilimi, kullanım süresi gibi faktörlerden etkilenmektedir.

Standart çalışma şartları altında lambanın kullanılabilceği ortalama süre lamba ömrü olarak adlandırılmaktadır. Şebeke gerilimindeki dalgalanmalar, toz, nem, sarsıntı, açma-kapama sayısı ve sıklığı, sıcaklık, armatür yapısı, starter, balast gibi elemanların özellikleri gibi pek çok faktör lamba ömrünü etkiler.

Akkor flamanlı (enkandesan) lambalar düşük ilk yatırım maliyetine sahiptir. Sarımsı-beyaz renkte tüm yönlere yayılan bir ışık yaratırlar. Buzlu veya şeffaf şekilleri bulunur. Genel (A), glob (G), dekoratif (D) tipleri Resim 6.1’de gösterilmiştir.

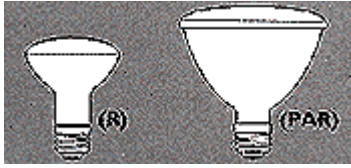


Resim 4.1. Enkandesan lamba tiplerine örnekler

İçi reflektörle kaplanmış ampullerle ışık yönlendirilebilir ve daha kontrol edilebilir bir hale gelir.

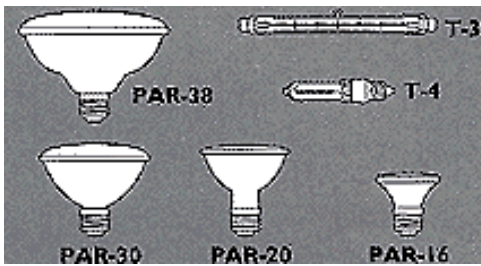
Reflektörlü (R) bir lamba, aynı gücü çeken genel kullanımlı (A) lambaya göre nesneye daha fazla ışık ulaştırır.

Parabolik reflektörlü (PAR) ampuller ışığın kontrolünü daha iyi sağlar ve daha da verimlidir. Gömme veya ray sistemleriyle yapılan aydınlatmada tercih edilirler.

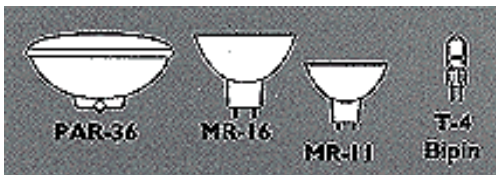


Resim 4.2. Reflektörlü ve parabolik reflektörlü lambalara örnekler

Tungsten-Halojen lambalar parlak ve beyaza yakın bir ışık üretir. Enkandesan lambalara göre daha uzun ömürlü ve daha verimlidirler. 220 volt ve 12 volt gerilimde çalışan türleri mevcuttur. 12 V gerilimle çalışan tiplerinde şebeke gerilimini düşürmek için trafo kullanılması gerekmektedir. Ray sistemleri, gömme, ve dış mekan spot, ve projektörlerde kullanılırlar. T-3 lambalar genelde aplikler, spotlar ve dış mekanda kullanılır. T-4 Tek Uçlu ampuller aplikler, banyo armatürleri ve sarkıtlarda tercih edilir.

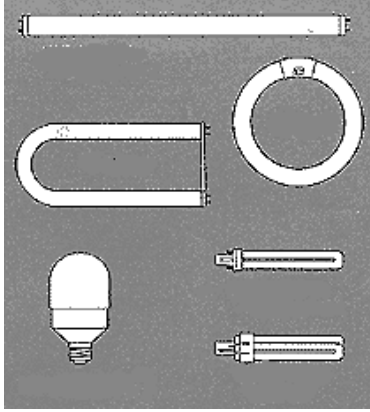


Resim 4.3. 220 V gerilimde çalışan halojen lambalara örnekler



Resim 4.4. 12 V gerilimde çalışan halojen lambalara örnekler

Floresan lambalar aynı ışık akısını sağlayabilen enkandesan lambaların yaklaşık %20'si kadar elektrik harcar ve enkandesan lambalara göre yaklaşık 20 kat daha uzun ömürlüdür. Normal duylu kompakt floresan lambalar akkor flamanlı lambaların yerine kullanılabilir. Floresan lambalar ateşlemede yani ilk açılışları sırasında çok güç çekerler. Bu nedenle sık açılıp kapanmaları tercih edilmez. Günümüzde pek çok renk sıcaklığında ve farklı renk geriverimi ihtiyaçlarını karşılayabilecek niteliklerde floresan lambalar üretilebilmektedir. Ofisler başta olmak üzere, pek çok yerde en çok tercih edilen lambalar floresan lambalardır.



Resim 4.5. Floresan lamba tipleri

Yüksek basınçlı deşarj (HID) lambaları diğer lambalardan daha uzun ömürlüdür ve daha fazla ışık akısı sağlar. Civa buharlı, metal halide, yüksek basınçlı sodyum buharlı ve alçak basınçlı sodyum buharlı tipleri vardır. Genellikle dış mekanlarda güvenlik ve çevre aydınlatma amacıyla kullanılırlar.



Resim 4.6. HID lamba

LED ismi, İngilizce'de "Light Emitting Diode" kelimelerinin başharflerinden oluşturulmuştur ve "ışık yayan diyot" anlamına gelmektedir. LED'lerde istenilen

dalga boyunda ışık elde edilebildiği için renk ayrıştırıcılara ihtiyaç yoktur. Yani istenilen renkte LED ile yalnızca gerekli dalga boyunda ışık üretilebilmekte ve ışığın tamamı kullanılmaktadır. Ancak bir akkor lambada üretilen ışığın mavi ve yeşil bileşenleri bastırıldıktan sonra sadece kırmızı bileşeni kullanılmaktadır. Bu nedenle LED kullanılarak akkor lambaya göre yaklaşık 1/5 oranında enerji tasarrufu sağlanabilir. Bunun yanı sıra ateşleme süresi çok düşük, ömrü uzun, verimi yüksek, ısı üretimi azdır. Görülebilir renk tayfındaki renklerin neredeyse tümü LED'lerle elde edilebilir. Dimerlenebilirler ve kırılma değildirlir. Ağır metaller ve halojen gazları içermediklerinden çevrecidirler.

4.2. Lambaların Tiplerine Göre Olumlu ve Olumsuz Özellikleri

Akkor flamanlı lamba

Olumlu Yanları;

Bağlantısı kolaydır.

Ucuzdur.

Boyutları küçüktür.

Anında ışık verir.

Bölgesel aydınlatma için uygundur.

Ortam sıcaklığı ışık akısını etkilemez.

Olumsuz Yanları;

Verimli değildir.

İşletme gideri yüksektir.

Ömrü kısadır.

Direkt kullanılırsa kamaşmaya sebep olur.

Çok ısınır.

Yeşile yakın renkleri iyi göstermez.

Floresan lamba

Olumlu yanları;

Etkinlik faktörü büyüktür.

İşletme gideri düşüktür.

Fazla ısınmaz.

Kamaşma oluşmaz.

Çeşitli renk seçenekleri sunar.

Ömrü oldukça uzundur.

Olumsuz Yanları;

Anında ışık vermez.(Manyetik balastla)

Yardımcı araçlara gereksinim duyulur.

Kuruluş masrafı fazladır.

Bazı durumlarda gürültü çıkarır.

Stroboskopik etki dikkate alınmalıdır.

Yüksek basınçlı civa buharlı lamba*Olumlu yanları;*

Etkinlik faktörü büyüktür.
Ömrü uzundur.
Sarsıntıya ve darbelere dayanıklıdır.
Ateşleyiciye ihtiyaç duymaz.
Isı ve gerilim değişimlerine dayanıklıdır.

Olumsuz Yanları;

Yaklaşık 5 dakika sonra tam ışığını verir.
Yardımcı araçlara gereksinim duyulur.
Kuruluş masrafı fazladır.
Kırmızıya dönük renkleri iyi göstermez.

Metal halojen lamba*Olumlu yanları;*

Etkinlik faktörü büyüktür.
Ömrü uzundur.
Renk geriverimi yüksektir.

Olumsuz Yanları;

Gerilim dalgalanmalarına karşı hassastır.
Dimmerlenmeye uygun değildir.
Kuruluş masrafı fazladır.

Sodyum buharlı lamba*Olumlu yanları;*

Etkinlik faktörü büyüktür.
Ömrü uzundur.
Sisli havalarda iyi bir görüş sağlar.

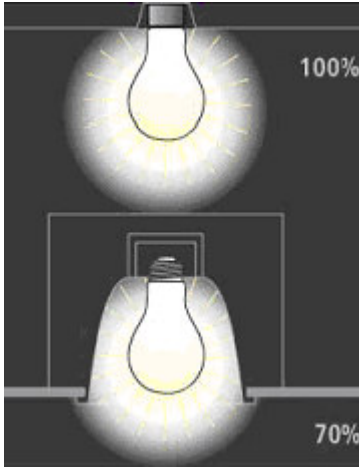
Olumsuz Yanları;

Kuruluş masrafı fazladır.
Renklerin ayırılmasına olanak vermez.
Rengi sarıdır.

5. ARMATÜRLER

5.1. Armatür verimi

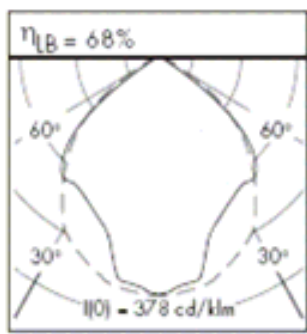
Bir aydınlatma armatüründen çıkan ışık akısının armatürün içindeki ışık kaynağının ürettiği ışık akısına oranı olarak tanımlanır. Resim 5.1’de verimin %100 ve %70 olduğu iki durum karşılaştırılmıştır [7].



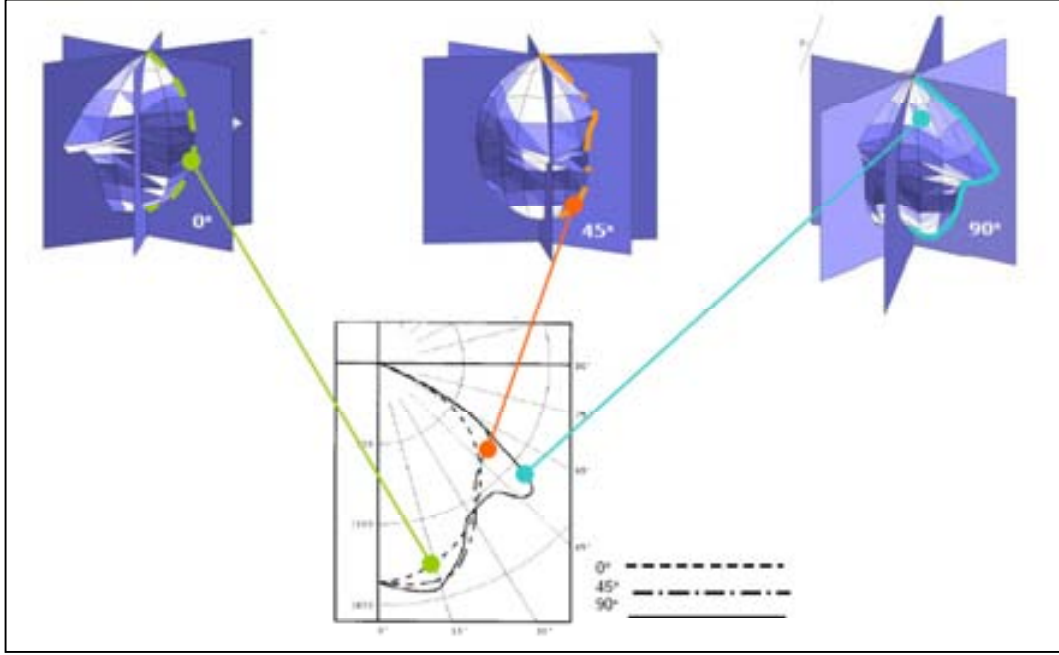
Şekil 5.1. Armatür verimi için bir örnek [7]

5.2. Işık Dağılım Eğrileri

Noktasal bir ışık kaynağının bir düzlemdeki ışık şiddetlerinin uç noktaları birleştirilirse elde edilen eğriye ışık dağılım eğrisi denilir. Her 1000 Lümen’lik ışık akısı için ışık dağılım eğrileri verilir.



Şekil 5.2. Işık dağılım eğrisi



Şekil 5.3. Işık dağılım eğrisinin 3 boyutta görünümü [7]

5.3. IP Koruma Dereceleri

Örnek olarak IP koruma derecesi 65 olarak verildiğinde;

- (6) 1. rakam katı cisimlere karşı korumayı,
- (5) 2. rakam sıvalara karşı korumayı bildirir.

1. ve 2. rakamların aldığı değerler ve bu değerlerin belirttiği koruma dereceleri aşağıda verilmiştir.

1. Rakam:

- 1. 50 mm den büyük katı cisimlere karşı korumayı,
- 2. 12 mm den büyük katı cisimlere karşı korumayı,
- 3. 2,5 mm den büyük katı cisimlere karşı korumayı,
- 4. 1.0mm den büyük katı cisimlere karşı korumayı,
- 5. Toza karşı korumayı,
- 6. Toz geçirmeyecek şekilde korumayı belirtir.

2. Rakam:

1. Damlayan suya karşı korumayı,
2. 150 ye kadar eğik durumda damlayan suya karşı korumayı,
3. Püskürtülen suya karşı korumayı,
4. Sıçrayan suya karşı korumayı,
5. Fıskıran suya karşı korumayı,
6. Şiddetli su fıskırmasına karşı korumayı,
7. Suya daldırıp çıkarmaya karşı korumayı,
8. Su altında kullanılabilir düzeyde korumayı belirtir.

6. AYDINLATMA HESAPLARI

Aydınlatma tekniğinde ihtiyaç duyulan aydınlık düzeyi dikkate alınmakta, teknik kriterlerin yanı sıra, estetik ölçütler de gözönüne alınarak armatür seçimi yapılmakta ve ekonomik, kaliteli ve yeterli bir aydınlığın sağlanması için gerekli hesaplar yapılmaktadır. Bu bölümde aydınlatma hesabında genel olarak kullanılan yöntem açıklanmaktadır.

Öncelikle mahallin boyu (a), mahallin eni (b) ve ışık kaynağının çalışma düzleminde yüksekliği (h) verilerinden mahal indeksi (k) hesaplanır [8].

$$k = \frac{a \times b}{h \times (a + b)} \quad (6.1)$$

Mahal indeksi ile tavanın, duvarın ve zeminin yansıtma katsayıları baz alınarak oda verimi Çizelge 6.1'den bulunur.

Çizelge 6.1. Oda aydınlatma verimi [8]

Tavan	0,80				0,50				0,30	
Duvar	0,50		0,30		0,50		0,30		0,10	0,30
Zemin	0,30	0,10	0,30	0,10	0,30	0,10	0,30	0,10	0,30	0,10
Oda indeksi	Oda verimi (η)									
$k = \frac{a \times b}{h \times (a + b)}$										
0,60	0,24	0,23	0,18	0,18	0,20	0,19	0,15	0,15	0,12	0,15
0,80	0,31	0,29	0,24	0,23	0,25	0,24	0,20	0,19	0,16	0,17
1,00	0,36	0,33	0,29	0,28	0,29	0,28	0,24	0,23	0,20	0,20
1,25	0,41	0,38	0,34	0,32	0,33	0,31	0,28	0,27	0,24	0,24
1,50	0,45	0,41	0,38	0,36	0,36	0,34	0,32	0,30	0,27	0,26
2,00	0,51	0,46	0,45	0,41	0,41	0,38	0,37	0,35	0,31	0,30
2,50	0,56	0,49	0,50	0,45	0,45	0,41	0,41	0,38	0,35	0,34
3,00	0,59	0,52	0,54	0,48	0,47	0,43	0,43	0,40	0,38	0,36
4,00	0,63	0,55	0,58	0,51	0,50	0,46	0,47	0,44	0,41	0,39
5,00	0,66	0,57	0,62	0,54	0,53	0,48	0,50	0,46	0,44	0,40

Aydınlatılacak bölgenin ortalama aydınlık düzeyi (E), aydınlatma amacına uygun olarak Ek-1’de verilen en düşük aydınlatma düzeyleri çizelgesinden alınır. Çizelgeden alınan E değeriyle birlikte odanın alanı ($A = a \times b$), tesisin kirlenme faktörü (d) ve oda verimi (η) değerileri kullanılarak aşağıdaki formülle gerekli ışık akısı hesaplanır [9].

$$\phi_t = \frac{E \times A \times d}{\eta} \quad (6.2)$$

Bu değer, bir armatürün sağladığı ışık akısına (Φ_a) bölünerek kullanılması gereken yaklaşık armatür sayısı (S) hesaplanır [9].

$$S = \frac{\phi_t}{\phi_a} \quad (6.3)$$

6.1. Örnek Aydınlatma Hesabı

Bir mahal için aşağıdaki bilgiler veriliyor:

$a = 3,5$ (odanın kasa kenar uzunluğu)

$b = 4,35$ (odanın uzun kenar uzunluğu)

$h = 2$ (armatürle, çalışma yüzeyi arasındaki yükseklik)

$d = 1,25$ (tesisin kirlenme faktörü)

Tavanın yansıtma faktörü : $t = \%80$

Duvarların yansıtma faktörü : $u = \%50$

Zeminin yansıtma faktörü : $z = \%30$

Gerekli aydınlık düzeyi: 100 lux

Kullanılacak armatürün ışık akısı: 2500 lümen

Çözüm:

$$k = \frac{a \times b}{h \times (a + b)} = 0,97$$

Çizelge 6.1'den η değeri yaklaşık 0,36 olarak bulunur. Çizelgeden bu değer bulunurken hesaplanan k değerinin yanı sıra, tavan duvar ve zemin yansıtma katsayıları da dikkate alınmalıdır.

$$\phi_t = \frac{E \times A \times d}{\eta} = \frac{100 \times (4,35 \times 3,5) \times 1,25}{0,36} \cong 5286,46$$

$$S = \frac{\phi_t}{\phi_a} = \frac{5286,46}{2500} \cong 2,11$$

Kullanmamız gereken armatür sayısını 2 alabiliriz.

6.2. Armatür Yerleşimi

Yukarıdaki örnek için aydınlatılacak odada armatürlerin yerleşimi aşağıdaki gibi yapılabilir:



Şekil 6.1. Armatürlerin yerleşimi

Bu yerleşimde armatürler arası mesafe $2x$, armatürle duvar arasındaki uzaklık x 'tir. Armatürler arasında kalan alanda her iki armatürün ışık akısından da yeterince yararlanılabileceği için, bu uzaklık ayarlamasıyla aydınlatmada homojenliğin sağlanması amaçlanmıştır. Bilgisayar programlarıyla yapılan hesaplarda da bu algoritma baz alınabilir.

7. BİLGİSAYAR PROGRAMI

Bu çalışma kapsamında Matlab’da bir program geliştirilmiş ve hesaplamaların yanı sıra çalışma düzlemindeki aydınlık seviyelerinin simülasyonu da sağlanmıştır.

Bu çalışmada simülasyon için esas alınan nokta çalışma düzleminde elde edilen aydınlık düzeyidir. Çünkü ihtiyaç duyulan uygun çalışma ortamının yaratılmasıdır.

Bu hesaplama için temel fiziksel denklemler ve armatürlerle lambaların karakteristikleri baz alınmış, oda özelliklerine ilişkin veriler de girilerek hesaplamalar çeşitlendirilmiştir.

Bilgisayar programında hesaplama için aşağıdaki değişkenler kullanılmıştır:

- a: Mahallin boyu
- b: Mahallin eni
- m: Mahallin yüksekliği
- c: Çalışma düzleminin yüksekliği
- d: Kirlenme faktörü
- E: Mahal için gereken aydınlık düzeyi
- f: Armatürün ışık akısı
- k: Oda indeksi
- n: Verim
- t: Tavanın yansıtma katsayısı
- u: Duvarın yansıtma katsayısı
- z: Zeminin yansıtma katsayısı
- S: Hesaba göre kullanılması gereken yaklaşık armatür sayısı

Arayüz oluşturulurken Matlab’ın Guide özelliğinden yararlanılmıştır. Matlab’da “Guide” fonksiyonu oluştuktan sonra, farklı alanlara birçok veri ve değişken girişi kullanıcı arayüzünden sağlanmış, bu girişler için gerekli altyapıyı sağlayacak matrisler için ayrı “.m” dosyaları oluşturulmuştur.

Yapılan seçimlere veya girişlere göre hemen hesaplamalar güncellenmekte ve seçilen armatüre ilişkin temel verilerle armatür ve ampul resimlerinin bulunduğu “.jpg” dosyalarından matristeki armatür indisine karşılık gelen görüntülenmektedir. Her değişken için “callback” fonksiyonlarının dinamik olarak güncellenebilmesi ve bu sayede ayrıca bir hesaplama tuşuna basılmasına gerek duyulmaksızın her değişiklikte sonuçların hızlı bir biçimde yenilenmesi sağlanmıştır. Tüm değişkenler gözönüne alınarak bir hesaplama algoritması geliştirilmiştir.

7.1. Mahal Verimi

Öncelikle oda yüksekliğinden çalışma düzleminin yüksekliği çıkartılarak hesaplama için gerekli olan yükseklik bulunmakta; oda eni ve boyu da dikkate alınarak aşağıdaki formülle mahal indeksi hesaplanmaktadır:

$$k = \frac{a \times b}{(m - c) \times (a + b)} \quad (7.1)$$

Hesaplanan oda indeksine ve seçilen yansıtma katsayılarına (tavan, duvar, zemin) göre oda aydınlatma verimi Çizelge 6.1 esas alınarak bulunmaktadır. Ancak program hazırlanırken çizelgeden veri bulmak yerine hesaplama yöntemi tercih edilmiştir. Çünkü çizelgede ara değerleri bulmak mümkün değildir, yalnızca tahmin yürütülebilir. Ayrıca çizelgeden değer bulmak programın çalışmasını yavaşlatacaktır. Her iki sebeple de hesaplama yönteminin verimi bulmak için kullanılması daha mantıklı gözükmektedir.

Bu hesaplama için Matlab’ın verilere göre uygun fonksiyonu üretme yöntemi (curvefit) kullanılmıştır. Bu yöntemde veriler göre grafik çizilmekte ve grafikteki değerlere göre en uygun eğri denklemi hesaplanmaktadır. Tabloda 4 farklı değişken olduğu için bulacağımız verim değeri de katılırsa toplam beş eksenli bir grafiğe ihtiyaç duyulacaktır. Bu nedenle tek seferde bir eğri denklemi bulmak mümkün

değildir. Öncelikle Çizelge 6.1'deki ilk iki sütun alınarak Çizelge 7.1 oluşturulmuş, mahal endeksine göre mahal verimi için bir fonksiyon bulunmuştur. İki değişkenden ilki k değerini ikincisi de buna karşılık gelen oda verimi değerini göstermektedir.

Çizelge 7.1. Oda verimi fonksiyonunun eğrisini bulmak için kullanılan değerler

x	y
0,60	0,24
0,80	0,31
1,00	0,36
1,25	0,41
1,50	0,45
2,00	0,51
2,50	0,56
3,00	0,59
4,00	0,63
5,00	0,66

Bu değerler için belirlenen yaklaşık fonksiyon Matlab'da aşağıdaki gibi ifade edilebilmektedir:

$$n = 0.008 * k^3 - 0.093 * k^2 + 0.39 * k + 0.049$$

Burada etkinlik yalnızca çizelgedeki ilk sütun değerlerine göre mahal indeksinin bir fonksiyonu olarak değerlendirilmiştir. Çizelgedeki sütunlar karşılaştırılıp tavan (t), duvar (u) ve zemin (z) yansıtma faktörlerine göre uyarlandığında, yine Matlab dilinde yazılan aşağıdaki fonksiyon çizelgedeki tüm değerleri ve çizelgede de bulunmayan ara değerleri yaklaşık olarak verebilmektedir:

$$n = ((0.008 * k^3 - 0.093 * k^2 + 0.39 * k + 0.049) ... \\ * (1 - (0.66 * (0.8 - t))) ... \\ - 2 * (0.5 - u) / 10 ... \\ - k * (0.3 - z) / 100);$$

Oda verimi çizelgesi her armatür için farklılık göstermektedir. Ancak oda indeksi ve yansıtma katsayılarına göre değişim farklı armatürlerde de yakın özelliklerdedir. Asıl

farklılık gösteren değer en yüksek verim değeridir. Bu nedenle her armatür için Çizelge 6.1'deki en büyük değerden sapmalar dikkate alınmış, armatürlerin verimleri bu çizelgedeki en büyük değer olan 0,66 ile oranlanarak hesaplamalara dahil edilmiştir. Ancak bunun için hesaplanan verim değeri değiştirilmemiş, bunun yerine programdaki armatür aydınlık düzeyi değerlerinin tümü, armatür veriminin 0,66'ya oranı ile çarpılarak yazılmıştır. Bu sayede verim farkı armatür aydınlık düzeyine yansıtılarak programda her bir armatür için farklı verim değerlerinin dikkate alınması sağlanmıştır.

7.2. Gerekli Aydınlik Düzeyi

Mahal için gereken ortalama aydınlık düzeyi, mahal ismi seçildiğinde, mahal isminin sırasına karşılık gelen matris satır indisindeki sayıyla elde edilmektedir. Aydınlik şiddetlerinin tutulduğu ".m" dosyası aşağıdaki formatta yazılmıştır

```
function selectedValue = CalcSelectedValue(index)
luxMatrix = [250; ...
             150];
selectedValue = luxMatrix(index);
```

Burada tüm fonksiyon yazılmamış, sadece 2 değer için fonksiyon örneklenmiştir. Programdaki matrise ise Ek 1'deki tüm değerler atanmıştır.

7.3. Armatürlerle İlgili Veriler

Armatürler için hesaplamada kullanılan önemli veriler ışık akısının yanı sıra, armatürün ışık verebileceği maksimum açı değeri, her bin lümen ışık akısı için yaydığı ışık şiddeti (cd/klm), ampul başına akı değeri ve ampul sayısıdır. Tüm bu değerlerden armatürün hangi şiddette ve hangi açıda ışık yaydığı hesaplanabilmektedir. Armatüre ilişkin bu veriler için de aşağıdaki formatta bir fonksiyon hazırlanmıştır:

```

function [phi, radius, e0] = CalcSelectedArmPhiRadiusDistValue(index)
phiMatrix = [6670; ...
             867];
radiusMatrix = [45; ...
               30];
e0Matrix = [2018.4; ...
           1502.2];
phi = phiMatrix(index);
radius = radiusMatrix(index);
e0 = e0Matrix(index);

```

Yukarıda programdaki fonksiyonun tümü yazılmamış, her bir değişken için sadece ikişer değerle fonksiyon örneklenmiştir. Programdaki matrise ise bütün armatürler için üç değerle yazılmıştır. İlk matris armatürün ışık akısını, ikinci matris armatürün ışık verebileceği açının sınırını, üçüncü matris de armatürün dik doğrultudaki ışık şiddetini aynı zamanda 1 metre uzaklıkta sağladığı aydınlık düzeyini içermektedir.

7.4. Armatürlerin Yerleşimi

Armatür yerleşimi algoritması için bağımsız bir fonksiyon hazırlanmış, ve asıl kod içinden çağırılarak kullanılmıştır.

Bu fonksiyonun elde edilmesinde, mahalın eni ve boyuyla orantılı olarak toplam armatür sayısının dağıtılması gerektiği dikkate alınmıştır. Yani a/b oranı bu kenarlardaki armatür sıralarının sayısının da oranı olmalıdır. Ayrıca bu sıraların çarpımı da armatür sayısını vermelidir. Sonuç olarak o değişkeni a uzunluklu kenardaki armatür sıralarının sayısı, p değişkeni de b uzunluklu kenardaki armatür sıralarının sayısı olmak üzere, aşağıdaki iki bilinmeyenli iki denklemin çözümü gerekmektedir:

$$o/p = a/b \quad (7.2)$$

$$o \times p = S \quad (7.3)$$

a, b ve S her hesaplamada değiştirilmekle birlikte denklemler için bilinen değerlerdir. Bu denklemlerin çözülmesiyle o ve p aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$o = \sqrt{a \times S / b} \quad (7.4)$$

$$p = \sqrt{b \times S / a} \quad (7.5)$$

Bulunan o ve p değerleri mahalın uzun ve kısa kenarlarındaki armatür sıralarının sayısını ve aynı zamanda buldukları kenar boyunca aralıkların sayısını da ifade etmektedir. Aralıkların eşit olması için o ve p değerleri yuvarlanarak kullanılmalıdır. Bu ifade Matlab'da aşağıdaki gibi yazılmıştır:

```
o = round(sqrt(a*S/b));
p = round(sqrt(b*S/a));
```

Sonuç olarak armatürlerin yerleşimi için, aşağıdaki fonksiyon yazılmış ve programın çalışması sırasında çağrılmıştır:

```
function [sx, sy] = yerlesim(a, b, S)
o = round(sqrt(a*S/b));
p = round(sqrt(b*S/a));
[sx,sy]= meshgrid( a/(2*o) : a/o : a, b/(2*p) : b/p : b);
```

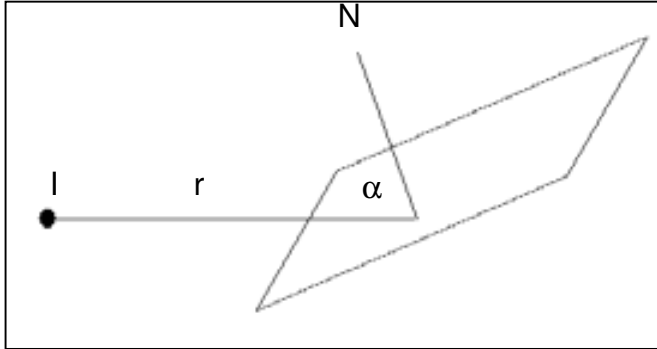
Burada $a/(2*o)$ noktasından başlayarak a kenarı boyunca a/o aralıklarla bölmeler işaretlenmekte, aynı işlem b kenarı boyunca da yapılarak tüm koordinat eksenini küçük gözlemlere bölünmektedir. Bu gözlemler oluşturulurken kesim noktaları da armatürlerin yerleşeceği koordinatları vermektedir. Yani a kenarı boyunca x eksenindeki değerler, b kenarı boyunca da y eksenindeki değerler çaprazlanarak her x değeri her y değerine eşlenmekte ve tüm koordinatlar tespit edilmektedir.

Armatürler arasındaki mesafeleri sabit tutabilmek için hesaplanan armatür sayısı ile çizimdeki armatür sayısı her zaman eşit olmayabilmektedir. Zaten hesaplanan armatür sayısı yaklaşık bir değer olduğu ve armatürlerin yerleşimdeki karakteristiklerinden de etkileneceği için bu yaklaşım bir sakınca doğurmayacak, aksine görsel olarak simetri ve homojenlik sağlanacağından olumlu bir özellik olarak göze çarpacaktır.

7.5. Elde Edilen Aydınlık Düzeyi

Armatürler yerleştirildikten sonra çalışma düzlemindeki noktalar için tüm armatürlerden gelen katkılar sonucu oluşan aydınlık düzeyi hesaplanmıştır.

Her zaman armatürün tam altında maksimum aydınlığın oluşacağı kanısı yaygın olsa da, çoğunlukla karşılaşıldığı gibi, birden fazla armatürün kullanıldığı durumlarda, en çok girişimin olduğu yani en fazla armatürün aydınlatılmasına katkı sağladığı noktalarda en yüksek aydınlık seviyesine erişilebilmektedir.



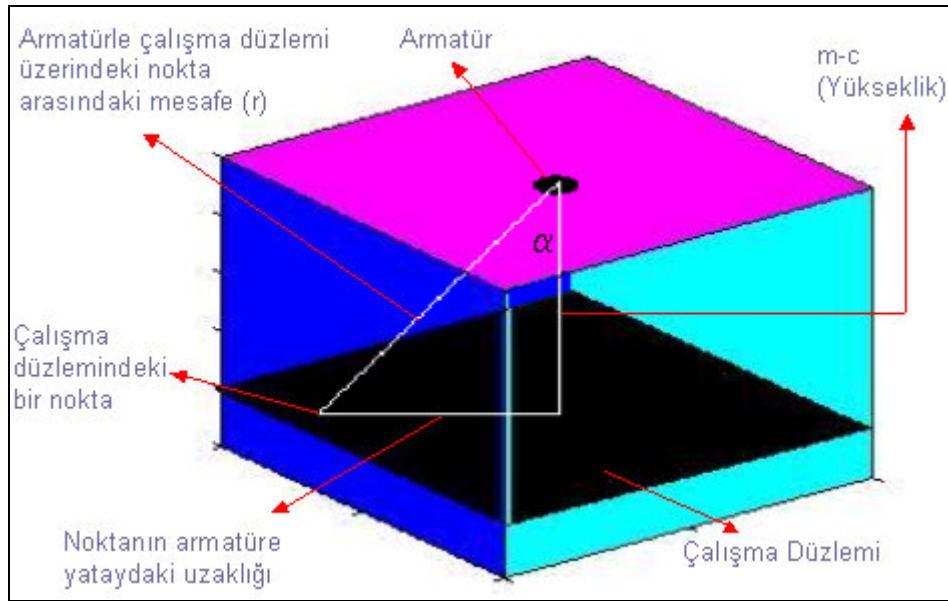
Şekil 7.1. Işık kaynağı ve aydınlatılacak düzlem

Yüzeydeki aydınlık düzeyi hesaplanırken kaynaktan gelen ışık şiddetinin yanı sıra ışının yüzeye geliş açısı (ışının geliş doğrultusuyla yüzey normali N arasındaki açı) da dikkate alınmalıdır.

$$E = I \cos \alpha / r^2 \quad (7.6)$$

Armatür için belirlenmiş olan aydınlatma açısı, yani aydınlatılabileceği en geniş açı, her nokta için değerlendirilmektedir. Her nokta için oluşan açının tanjantı, yatay mesafenin düşey mesafeye oranıdır. Eğer bir nokta için hesaplanan açı değeri, armatürün aydınlatılabileceği en geniş açı değerinden küçükse, bu armatürden gelen katkının hesaplanması için $E = I \cos \alpha / r^2$ formülü ile elde edilen değer matrise atanmaktadır. Aksi takdirde bu nokta için bu armatürün aydınlatmaya katkısı sıfırdır. Programda bu işlem her bir armatür-nokta kombinasyonu için yapılmaktadır.

Gözönünde bulundurulan nokta sayısının artırılması daha hassas bir modelleme sağlayabilecektir ancak programın çalışma hızı da bu noktaların çokluğu nispetinde azalacaktır.



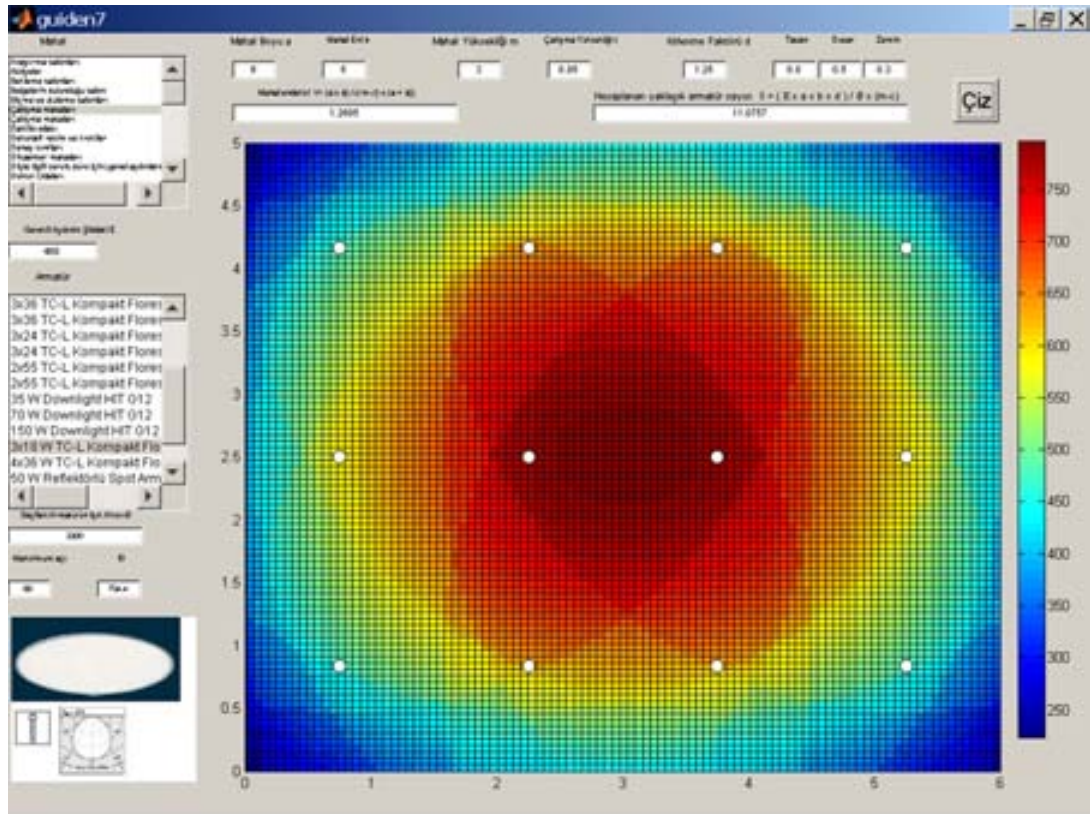
Şekil 7.2. Çalışma düzlemi üzerindeki bir nokta için uzaklıklar

Şekil 7.2'de görülen mahal yüksekliğinin ve armatürün düşeydeki izdüşümünün aydınlatılacak noktaya uzaklığının karelerinin toplamı, armatürle aydınlatılacak nokta arasındaki mesafenin karesini vermektedir.

Elde edilen çizimlerde gerçekte hesaplanması gereken ve kullanımda, mahal içindeki en önemli yer olan çalışma düzlemindeki aydınlık düzeyi renklerle kademelendirilerek gösterilmektedir.

7.6. Programın Kullanıcı Arayüzü ve Elde Edilen Sonuçlara Örnekler

Bu taz çalışması kapsamında hazırlanan bilgisayar programının kullanımına ilişkin örnekler bu bölümde verilmiştir. Farklı parametre girişleri ve seçimlerle aydınlatma simülasyonları yapılmış ve hesaplama sonuçları ile çalışma düzlemlerinde elde edilen aydınlık düzeyleri irdelenmiştir.

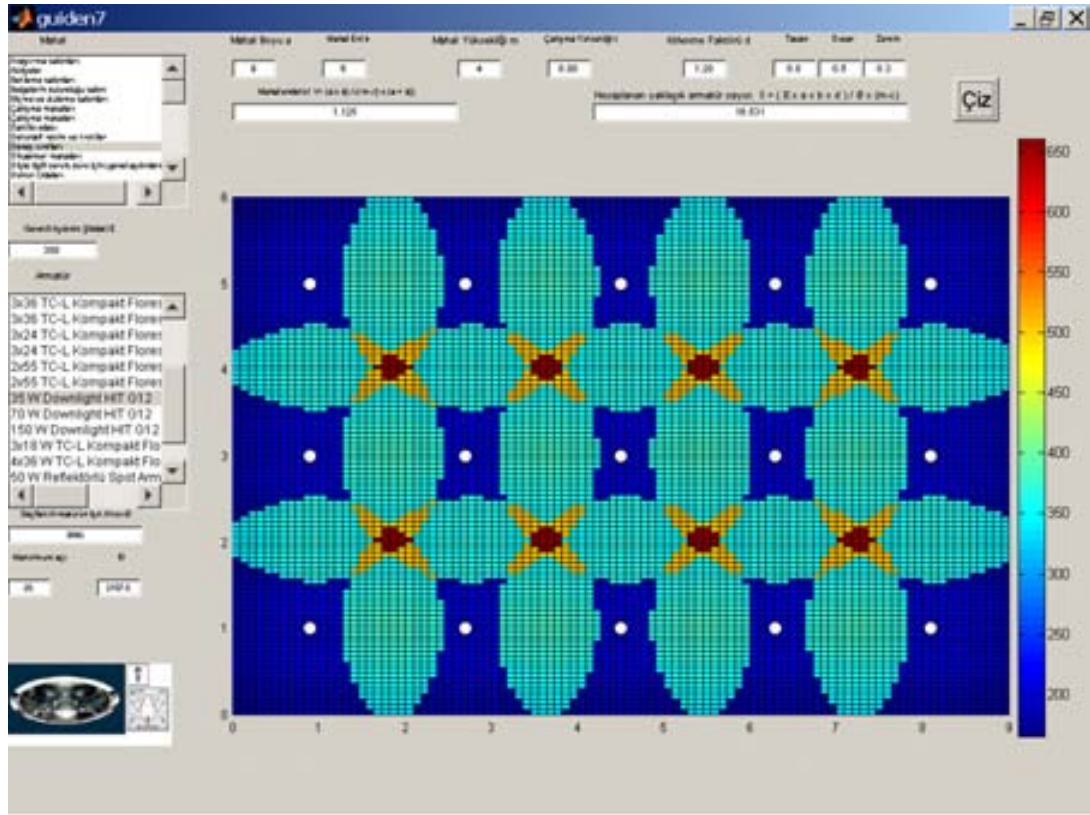


Resim 7.1. Bilgisayar programı ile yapılan 1. aydınlatma simülasyonu

Resim 7.1'deki simülasyonda çalışma masalarının bulunduğu, 400 lüks minimum aydınlık düzeyine ihtiyaç duyulan bir mahal ele alınmıştır. 3 x 18 W TC-L kompakt floresan lamba içeren bir armatür seçilmiştir.

Kullanılması gereken armatür sayısı yaklaşık 12 olarak hesaplanmış ve 12 adet armatür oda boyutlarına göre homojen olarak yerleştirilmiştir.

Kullanılan armatürler geniş açılarda ışık verebildiği için mahalde orta kesimler daha aydınlık gözükmektedir.



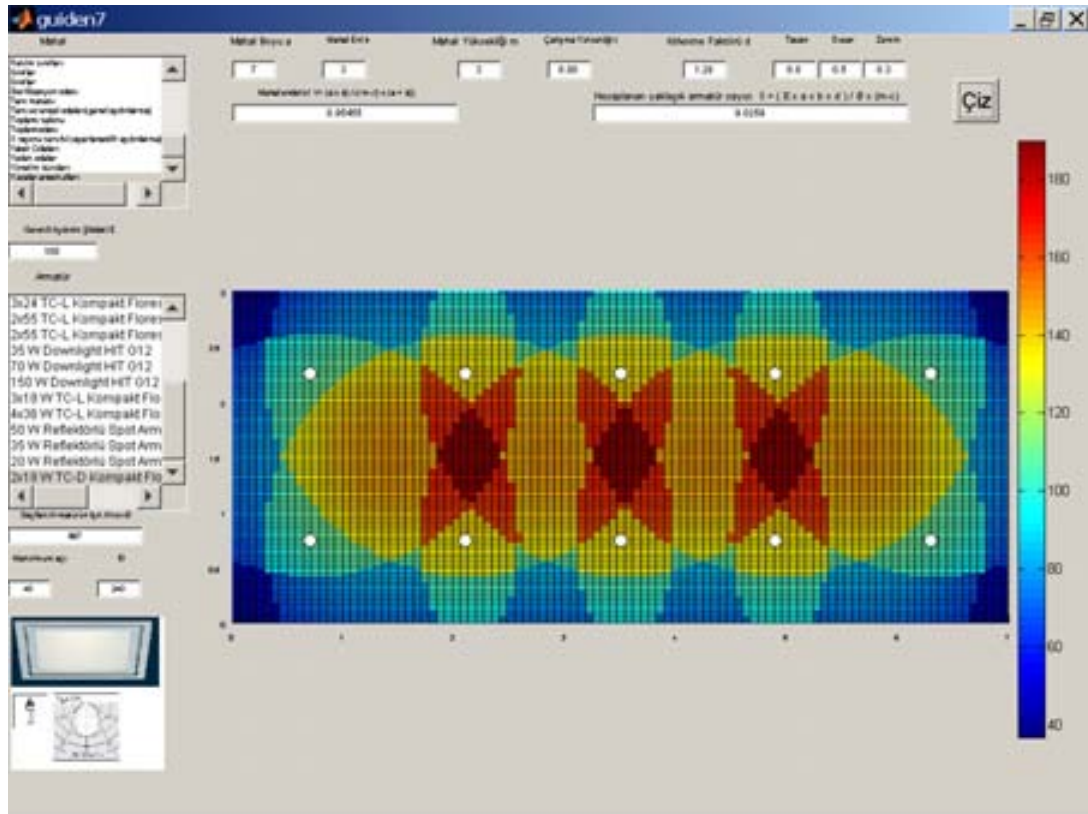
Resim 7.2. Bilgisayar programı ile yapılan 2. aydınlatma simülasyonu

Resim 7.2'deki örnekte 9 x 6 x 4 boyutlarında bir deney sınıfının aydınlatılması için hesap yapılmıştır. Mahal yüksek olduğu için 35 W'lık spot lambalı downlight armatürler tercih edilmiştir.

Hesaplama sonucunda yaklaşık 16 armatür kullanılması gerektiği bulunmuş, 15 adet armatürle homojen bir dağılım sağlanmıştır.

Elde edilen aydınlık düzeyi değerlerinin yeterli olduğu skala incelendiğinde görülmektedir.

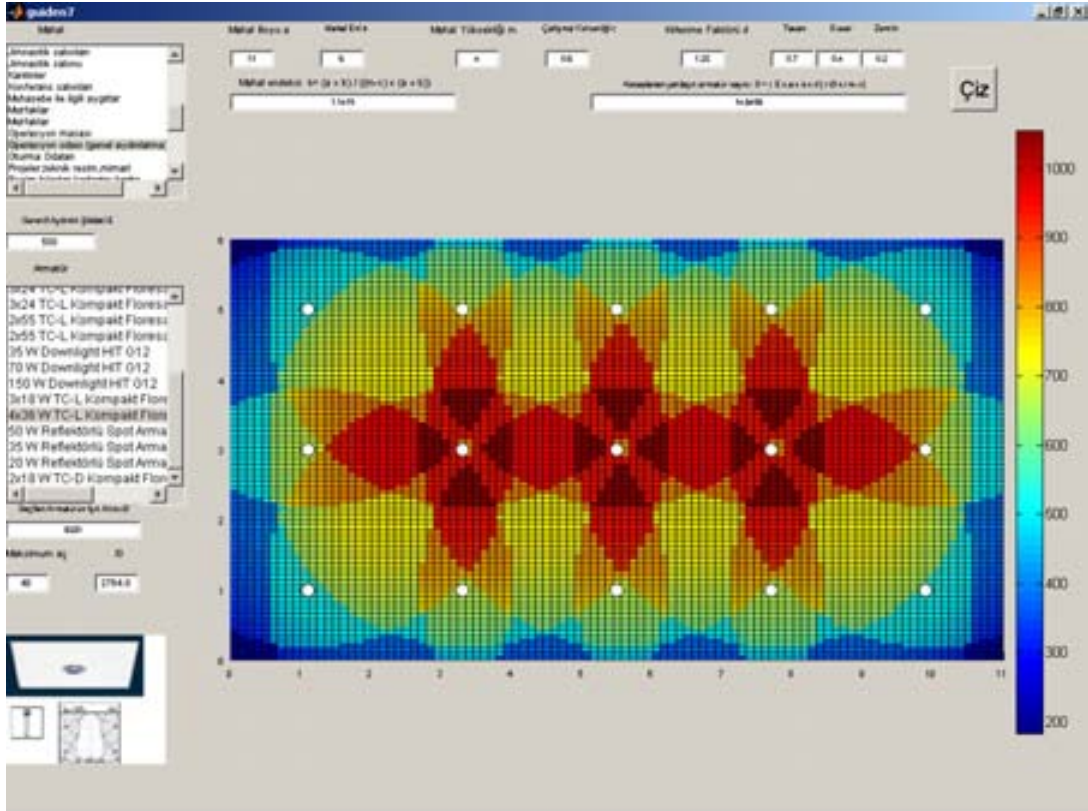
Aydınlığın en yoğun olduğu bölgeler, bu örnekte, girişim nedeniyle dört armatürün kesişim noktalarına denk gelen noktalar olmuştur.



Resim 7.3. Bilgisayar programı ile yapılan 3. aydınlatma simülasyonu

Resim 7.3'teki örnekte, yuvalar-anaokulları kategorisinde seçilen bu mahal için çok yüksek bir aydınlık düzeyi gerekmediğinden difüzörlü 2 x 18 W kompakt floresanlı armatür tercih edilebilir. Bu armatür aynı zamanda çarpmalara ve darbelere karşı bir miktar korumanın yanı sıra rahatsızlık vermeyen, dinlendirici bir ışık sağlayacaktır.

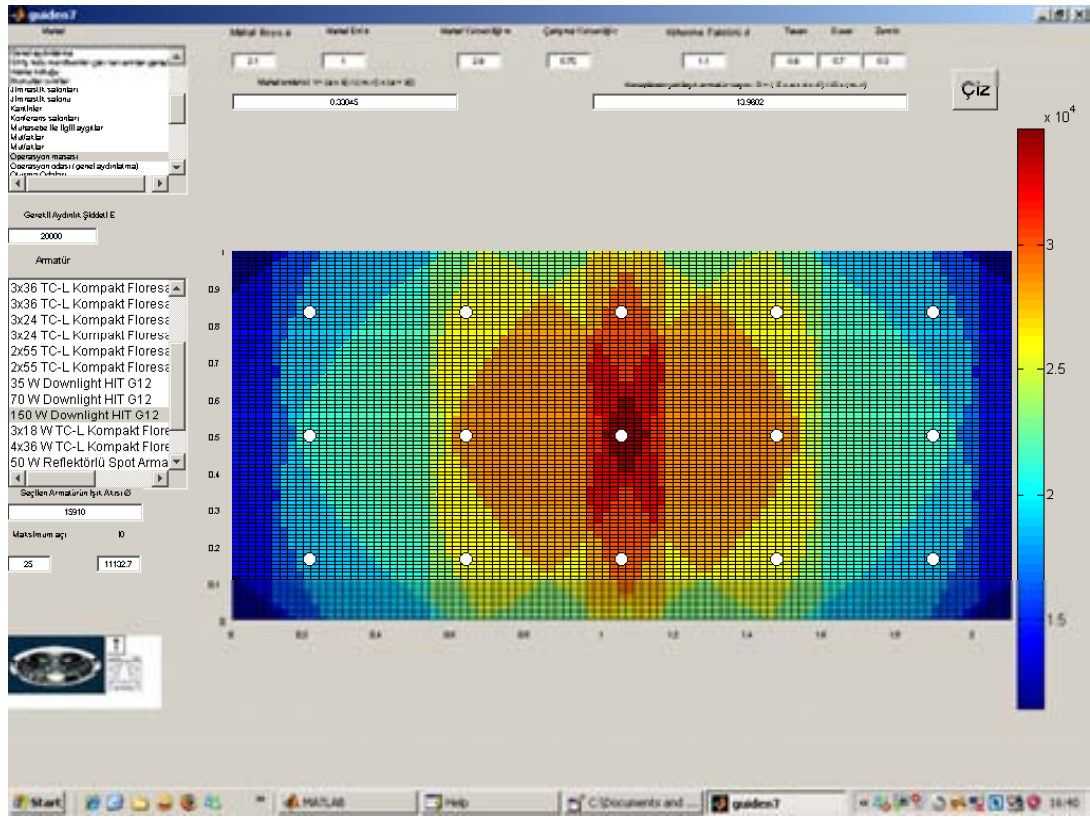
Hesaplanan yaklaşık 10 armatür programda mahale eşit aralıklarla yerleştirilmiş ve şekildeki aydınlık düzeyi durumu skalaya yansıtılmıştır.



Resim 7.4. Bilgisayar programı ile yapılan 4. aydınlatma simülasyonu

Resim 7.4'te operasyon masasının bulunduğu bir mahallin genel aydınlatması ele alınmıştır. Bu mahalde 500 lüks gibi yüksek sayılabilecek bir aydınlatma düzeyine ihtiyaç duyulmaktadır. Mahallin kullanım amacının yanı sıra, boyutlarının büyük oluşu da gözönünde bulundurularak yüksek ışık akısı sağlayabilen 4x36 W TC-L armatür tercih edilmiştir.

Sonuçta skalada görüldüğü üzere 1 000 lüksü de aşan değerler ortadaki bölümlerde elde edilmiş, mahallin genelinde de istenen aydınlık düzeyi sağlanabilmiştir.

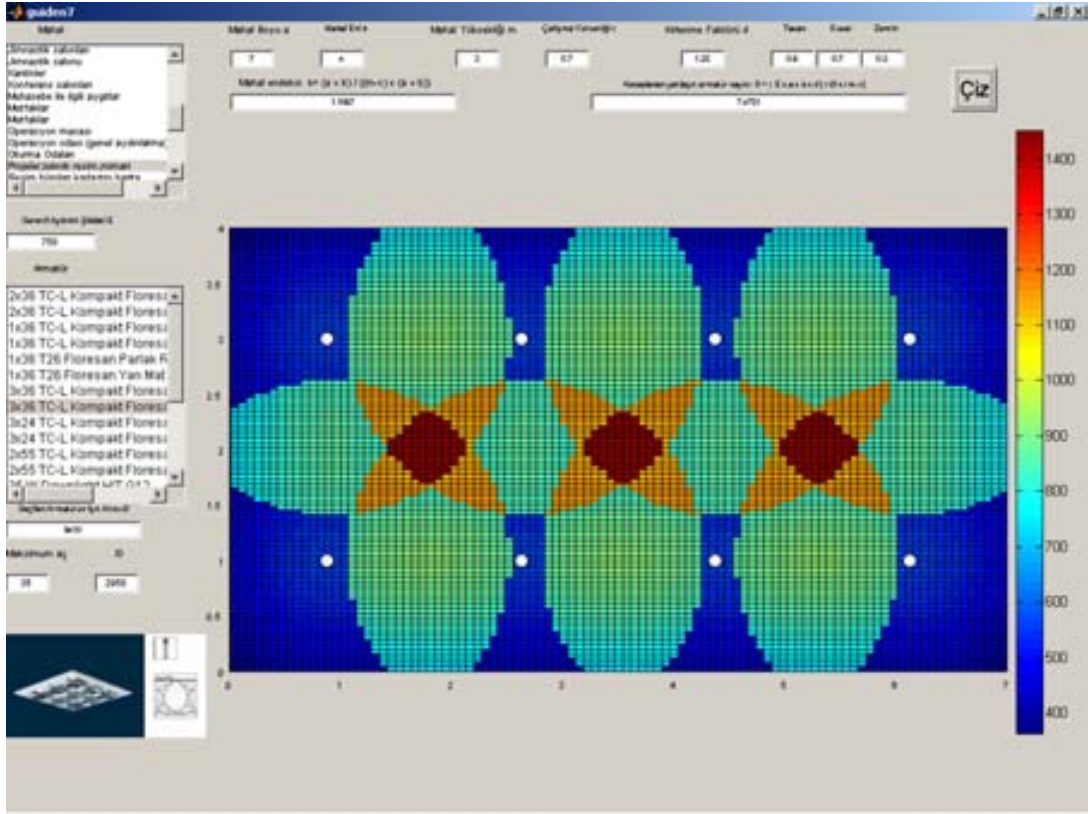


Resim 7.5. Bilgisayar programı ile yapılan 5. aydınlatma simülasyonu

Resim 7.5'te bir operasyon masasının aydınlatılması ele alınmıştır. Bu mahalde 20000 lüks değerinde çok yüksek bir aydınlatma düzeyine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu kadar yüksek bir düzeye erişebilmek için ışık akısı çok fazla olan bir armatür tercih edilmelidir.

Mahalin genel aydınlatması değil de yalnızca operasyon masasının aydınlatılması söz konusu olduğu için mahallin boyutları çok küçüktür.

Burada dar bir açığa yüksek şiddette ışık verebilen 150 W downlight HIT armatür kullanılmıştır. Gereken aydınlık düzeyi elde edilmiş, hatta özellikle orta kesimlerde 40000 lüks gibi değerlere kadar çıkmıştır.



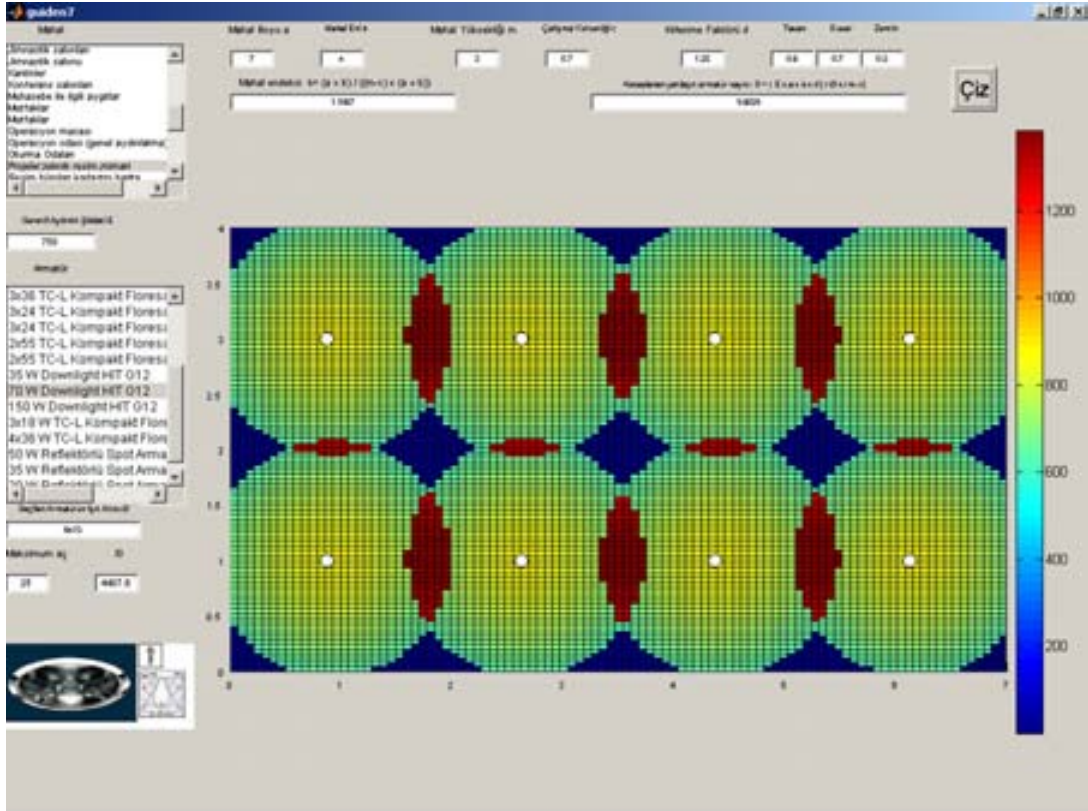
Resim 7.6. Bilgisayar programı ile yapılan 6. aydınlatma simülasyonu

6. örnekte projelerin çizildiği bir mahallin aydınlatılması incelenmiştir.

3x36 W floresan armatür seçilmiştir. Bu armatürlerin ışık akısı oldukça yüksektir. Çizim yapılırken de ihtiyaç duyulan aydınlık düzeyinin 750 lüks olması bu armatür seçiminin uygun olduğunun bir göstergesidir. Ayrıca armatür resminden de ofis tipi mekanlar için estetik olarak da uygun olduğu görülmektedir.

Hesap sonucuna göre yaklaşık sayıları 7,4 olan armatürler de çizimde 8 adet olarak yerleştirilmiştir.

Genel olarak 600-1400 lüks arasındaki aydınlık düzeyine erişilmiştir.

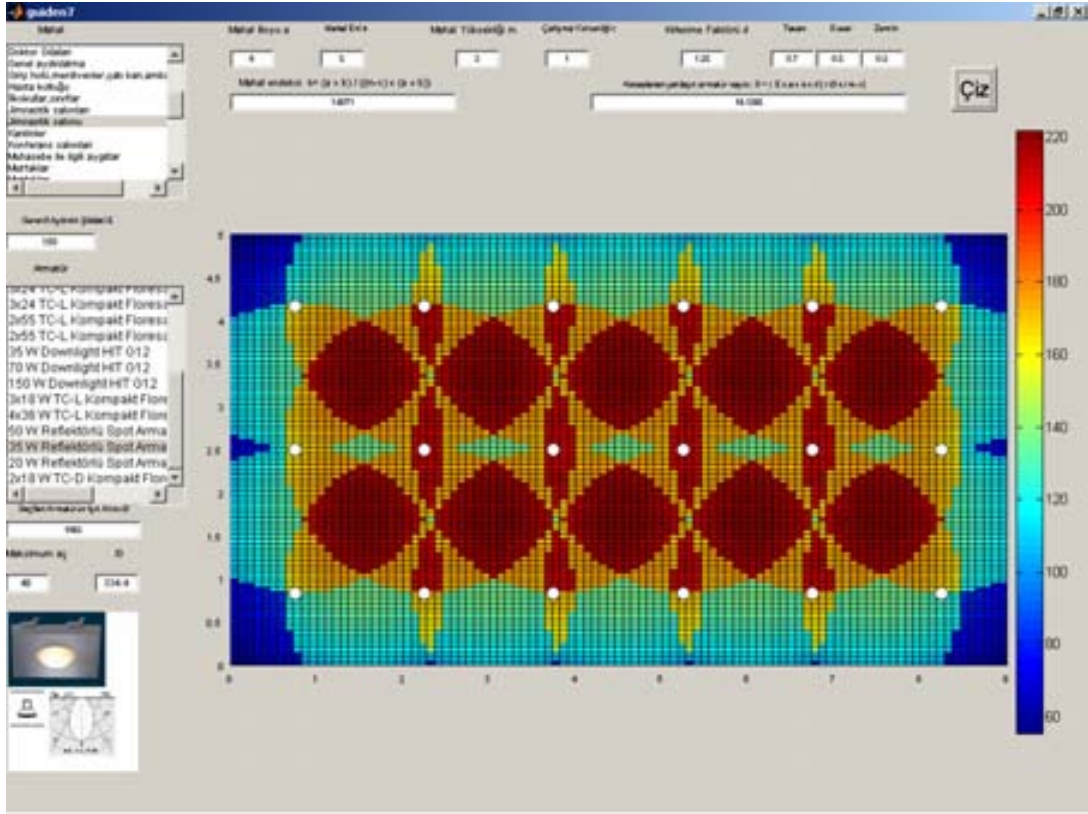


Resim 7.7. Bilgisayar programı ile yapılan 7. aydınlatma simülasyonu

Resim 7.7 hatalı bir aydınlatma tasarımını örneklemektedir. Resim 7.6’da aydınlatılan mahal için bu kez de 70 W downlight armatür tercih edilmiştir.

Her ne kadar hesaplamada ışık akıları dikkate alındığında 8 adet armatür yeterli gibi gözükse de, bu armatürler 25°’lik bir açıyla ışık verdiği için armatürlerin altında fazla, aralarında ise yetersiz bir aydınlatma olacaktır.

Her armatürün altında 800 lüks, iki armatürün katkılarının kesişebildiği küçük bölgelerde 1300 lüks civarındaki aydınlık düzeyi, dörtlü armatür gruplarının ortalarında kalan bölgelerde neredeyse sıfır lükse kadar düşebilmektedir.

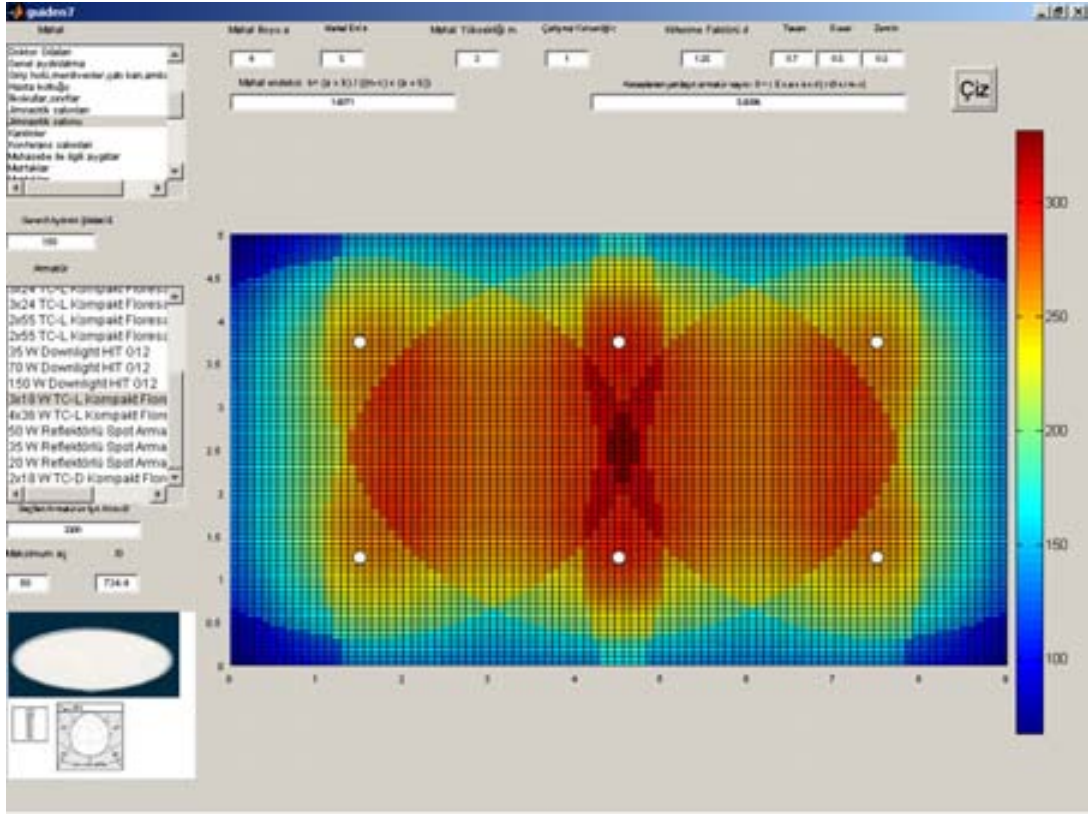


Resim 7.8. Bilgisayar programı ile yapılan 8. aydınlatma simülasyonu

Resim 7.8'de bir jimnastik salonunun aydınlatılması için 35 W reflektörlü spot armatürün kullanılması düşünüldüğünde oluşan durum gösterilmiştir.

18 tane armatürle, aydınlatmanın homojenliği çok iyi olmasa da, gerekli olan aydınlık düzeyi sağlamıştır.

Bu armatürlerin bir jimnastik salonunda kullanılmasının bir olumsuz etkisi de ısınmadır. Spor yapılacak bir ortamda tavandan da ilave bir ısı yayılması istenen bir durum değildir.



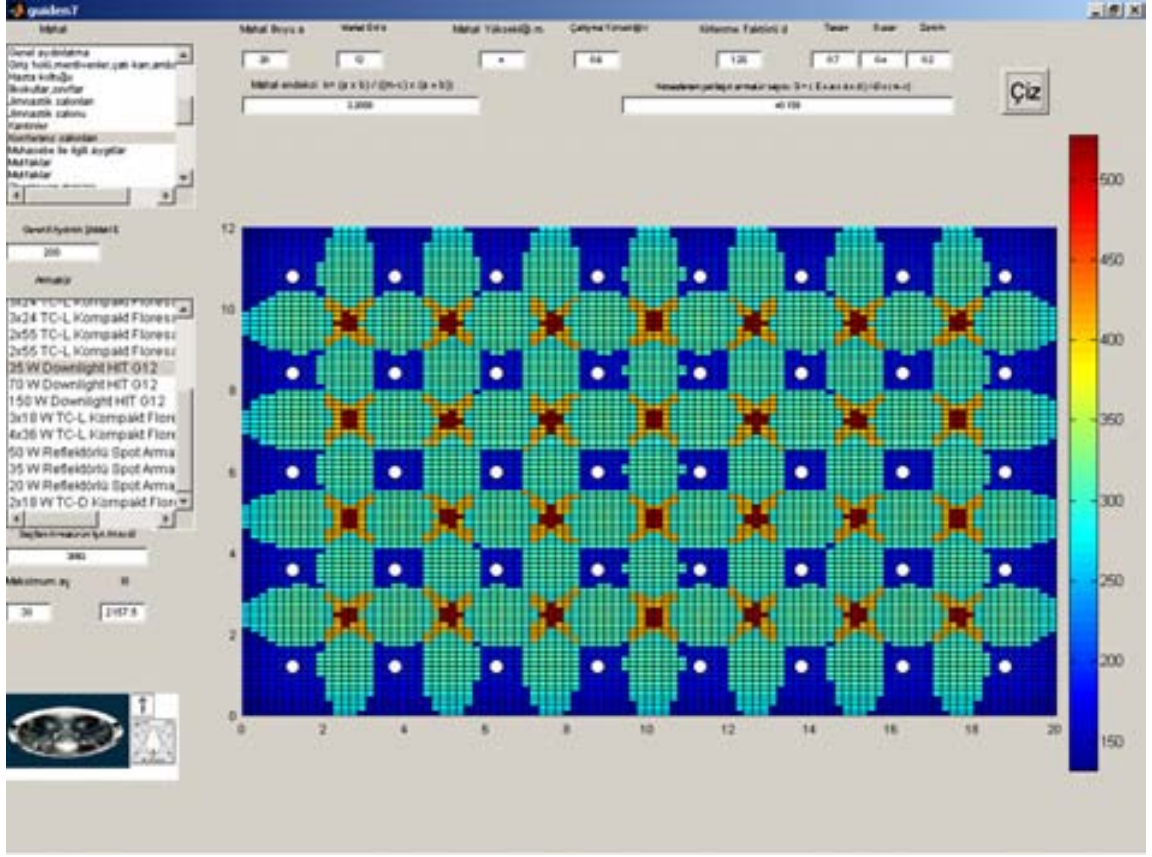
Resim 7.9. Bilgisayar programı ile yapılan 9. aydınlatma simülasyonu

9. örnekte ise, 8. örnekten farklı olarak bu kez aynı jimnastik salonunun aydınlatılması amacıyla 3x18 W TC-L floresan armatür kullanılmıştır.

Daha geniş açılı bu armatürler daha homojen bir aydınlatmanın sağlanabilmesini mümkün kılmıştır.

Spot armatürlerde karşılaşılan ısı sorunu da çözülmüştür. Çünkü floresan lambaların yaydıkları ısı halojen lambalara göre çok daha düşüktür.

Köşelerdeki çok küçük bölgelerin 150 lüks yerine 100 lüks civarında kalması dışında, mahallin geneli iyi bir düzeyde aydınlatılabilmektedir.

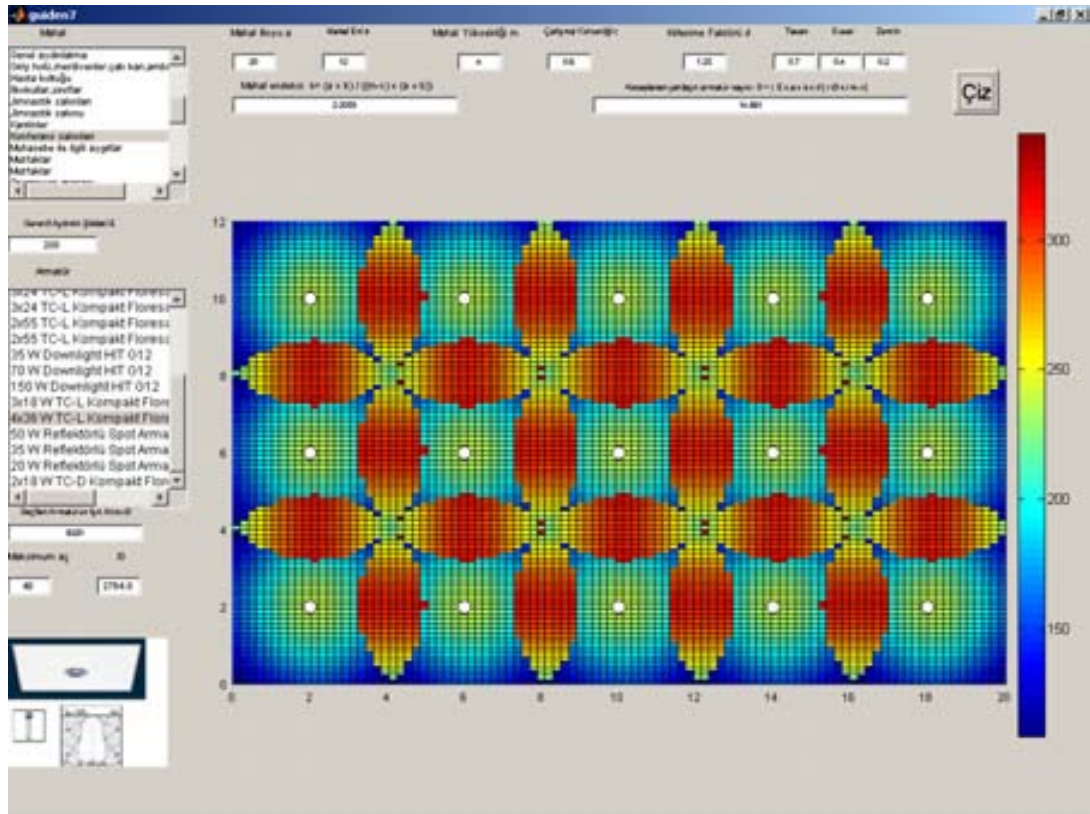


Resim 7.10. Bilgisayar programı ile yapılan 10. aydınlatma simülasyonu

Resim 7.10'da bir konfrans salonunun aydınlatması simüle edilmiştir.

Bu geniş mahal için hesaplandığı gibi 40 adet armatür gerektiği biçimde yerleştirilmiştir. Mahal yüksekliği de 4 metre gibi bir değerde olduğu için spot armatürlerin kullanılması uygundur. Konferans salonlarında spot armatürler sıkça tercih edilmektedir.

Skaladaki aydınlık şiddeti değerleri 150-550 lüks aralığında değişmektedir. Aralığın geniş olması ve resimde keskin renk farklılıklarının görülmesi aydınlatmanın yeterince homojen yapılamadığını göstermektedir. Ancak aydınlık düzeyi genel olarak yeterli gözükmemektedir.



Resim 7.11. Bilgisayar programı ile yapılan 11. aydınlatma simülasyonu

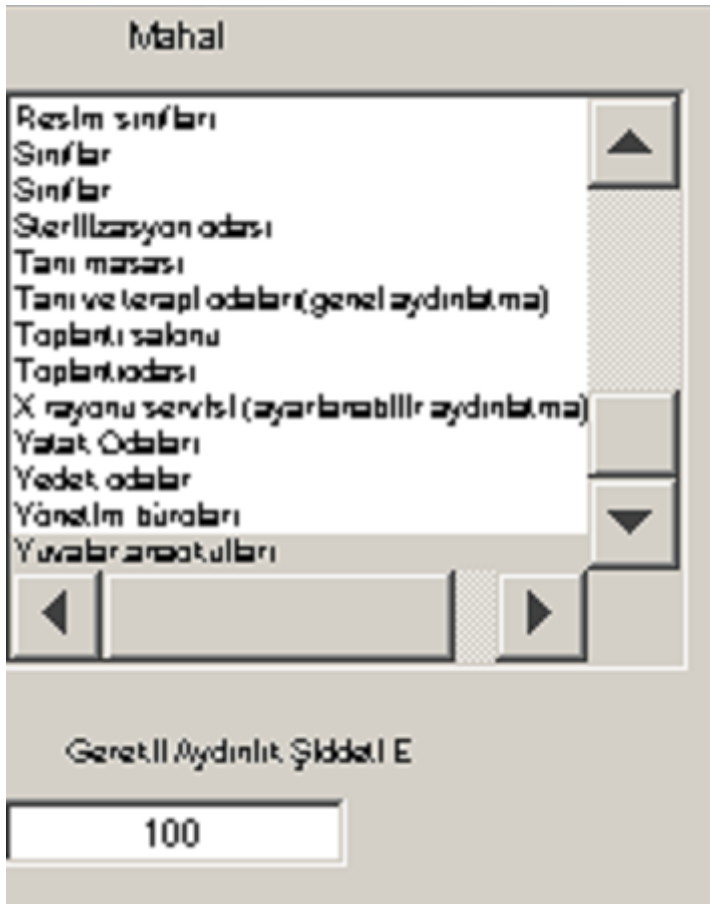
7. örnekteki konferans salonu bu kez de farklı bir armatürle aydınlatılmış ve sonuç Resim 7.11’de gösterilmiştir.

Biraz daha dağınık ve yüksek ışık sağlayabilen floresan armatürlerle, sayıca çok daha az armatür kullanılmasına rağmen biraz daha homojen bir aydınlatmanın elde edilmesi mümkün olmuştur. Köşeler hariç mahallin genelinde 200-400 lükslük yeterli bir aydınlatma düzeyi sağlanabilmiştir.

Ancak bu armatürün konferans salonunda kullanılması estetik bakımdan çok uygun olmayabilir.

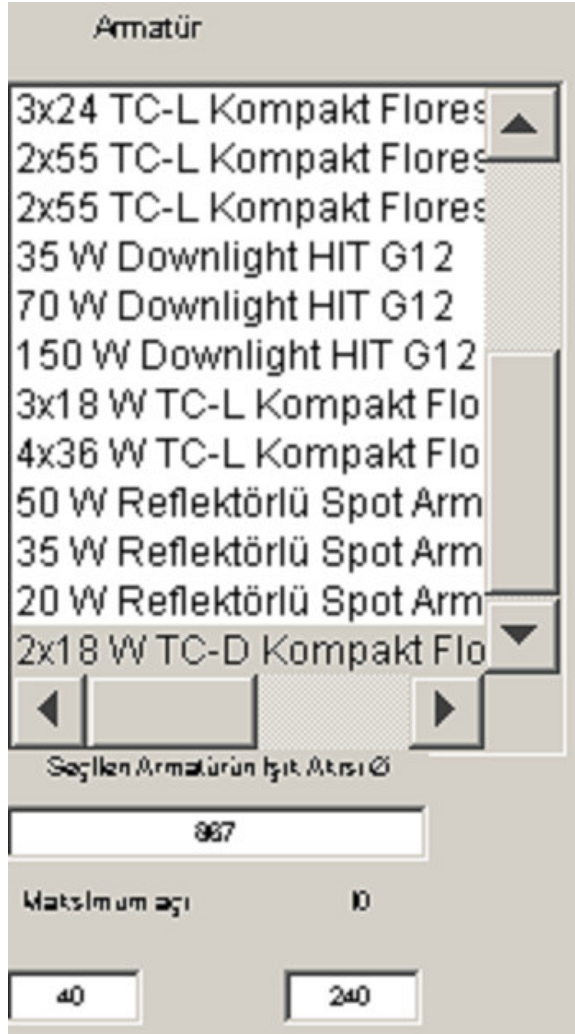
7.7. Programın Kullanıcı Arayüzünün Bölümleri

Tek bir arayüz sayfasında tüm işlemler yapılabilmekte ve tüm sonuçlar görülebilmektedir. Burada bu bölümlerin işlevleri ve kullanılışları resimleriyle açıklanmıştır.



Resim 7.12. Arayüzde mahal seçiminin yapıldığı bölüm

Arayüzün sol üst köşesinde mahallere ilişkin bilgiler yer almaktadır. Buradan mahallin türü seçildiğinde, karşılık gelen aydınlık düzeyi görüntülenmekte ve hesaplamada kullanılmak üzere gerekli fonksiyonlara aktarılmaktadır.



Resim 7.13. Arayüzde armatür bilgilerinin bulunduğu bölüm

Mahal seçimine benzer biçimde hemen altındaki bölümde armatür tercihi de yapılabilmektedir.

Armatürün ışık akısı hesaplamada kullanılmaktadır. Maksimum açı değeri herbir nokta ile armatürün düşey izdüşümü arasındaki norm değeriyle karşılaştırılarak geçerli değerler için armatürün aydınlatacağı noktaların belirlenmesinde rol oynamaktadır. I_0 değeri ise armatürün 1 m uzaklıkta sağladığı ışık şiddetini göstermekle beraber mesafenin karesiyle ters orantılı olarak azalmakta ve hesaplamalarda geliş açısının kosinüsüyle de çarpılarak armatür ve nokta bazında aydınlatma şiddeti değerini vermektedir.



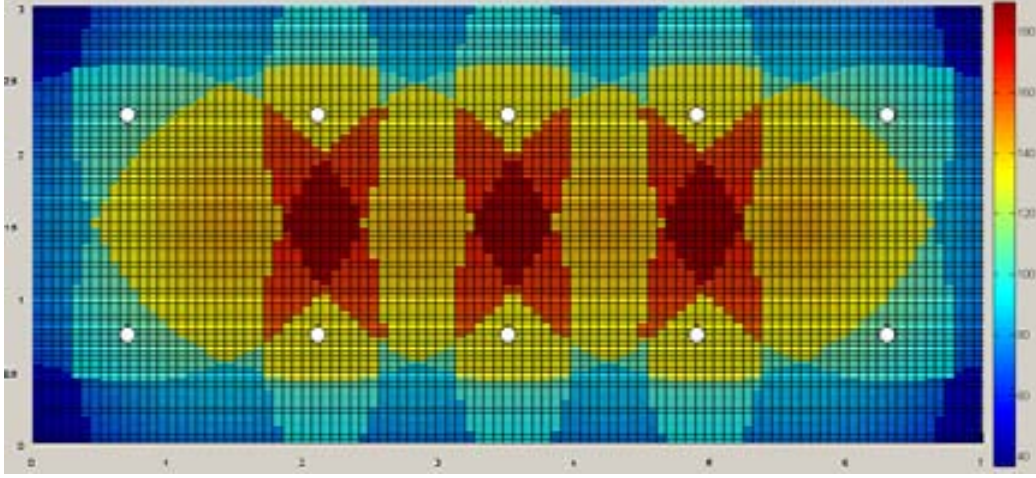
Resim 7.14. Arayüzde armatür resimlerinin bulunduğu bölüm

Bu bölümde armatürün görünüşü, lamba tipine ilişkin bir çizim ve ışık dağılım eğrisi yine armatür seçimi ile görüntülenmekte ve armatürün genel karakteristiğine ilişkin bir fikir verilmesi amaçlanmaktadır.

Mahal Boyu a	Mahal Eni b	Mahal Yüksekliği m	Çalışma Yüksekliği c	Kirlenme Faktörü d	Tavan	Duvar	Zemin
7	3	3	0.80	1.28	0.8	0.5	0.3
Mahal endeksi $k = (a \times b) / ((m-c) \times (a+b))$				Hesaplanan yaklaşık armatür sayısı $S = (E \times a \times b \times d) / \Phi \times (m-c)$			
0.95455				9.0259			

Resim 7.15. Arayüzde mahal boyutları ve özellikleri ile sonucun yer aldığı bölüm

Çizimin üzerindeki bölümde ise mahal boyutları, çalışma yüksekliği, kirlenme faktörü ile tavan, duvar ve zemin yansıtma katsayıları için giriş alanları bulunmakta, hesaplanan mahal endeksi ve kullanılması gereken yaklaşık armatür sayısı değeri görülmektedir.



Resim 7.16. Arayüzde çizimin yapıldığı bölüm

Çizim alanında oda boyutları eksenlere orantılı olarak çizilmekte, beyaz dairelerle sembolize edilen armatürler program için geliştirilen algoritma doğrultusunda yerleştirilmekte ve aydınlık düzeyleri tanımlanan sayıda nokta için renklerle kademelendirilerek gösterilmektedir.

Sağda kalan renk skalasının görevi de çizim içinde gözlenen aydınlık düzeyi kademelerinin sayısal değerlerini belirtmektir. Her hesaplamada çizim içindeki değerleri baz alarak yenilenmektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma kapsamında aydınlatma tekniğine ilişkin bilgiler derlenerek hesaplamaları kolaylaştırmak ve görselleştirebilmek amacıyla bir program yazılmıştır.

Sonuçta kullanımı kolay, hesaba ilişkin tüm önemli bilgilerin ve elde edilen sayısal sonuçla birlikte çizimin aynı sayfada görülebildiği hızlı çalışan ve pratik bir yazılım hazırlanmıştır. Elde edilen çizimlerde gerçekte hesaplanması gereken ve kullanımda, mahal içindeki en önemli yer olan çalışma düzlemindeki aydınlık şiddeti renklerle kademelendirilerek gösterilmektedir.

Kullanıcı arayüzü, programın yapısında veya veri tabanında doğrudan eklemeler veya değişiklikler yapılmasına izin vermemektedir ancak programdan çağırılan “.m” dosyalarındaki matrislere eklemeler yapılarak mahal aydınlık düzeyleri çizelgesinin ve armatür veri tabanının değiştirilmesi ve geliştirilmesi mümkündür.

Doğrudan uygulamayı etkilemeyen uzun hesaplamalardan ve çizimlerden dolayı uzun süre sonucun bekleneceği bir program yerine, kullanıcının yaptığı değişikliklere anında tepki verebilen, direkt olarak esas amaca yönelik bir program hazırlanmıştır.

Bazı armatürlerin duvara bitişik görülmesi veya aralıkların homojen olmaması gibi bazı programlarda görülmekte olan yerleşim sorunları bu çalışma sonucunda elde edilen yazılımın sorunlarından biri değildir. Homojen ve düzgün bir yerleşimin sağlanacağı biçimde algortima hazırlanmıştır ve sorunsuz çalışmaktadır.

Bununla birlikte veri tabanının daha da geliştirilmesi ve bir çizim programına entegre edilmesi yazılımı daha etkin kılacaktır. Ayrıca her ne kadar duvarların yansıtma faktörleri hesaplamalarda göz önüne alındıysa da, duvarlardan yansıyan ışıkların katkısı da aydınlık düzeylerine ilave edilebilir.

KAYNAKLAR

1. Internet: Elektrik Mühendisleri Odası, “Etkinlikler-Ulusal Aydınlatma Sempozyumu-II. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu-Bildiriler-İç ve Dış Aydınlatmada Malzemenin Rolü, Nursen Işık”
http://www.emo.org.tr/resimler/ekler/a0cd50ecce34cfd_ek.pdf (2007)
2. Sirel, Ş., “Müzelerde ve Bürolarda Aydınlatma”, *YFU Yayınları*, İstanbul,4-13 (1997).
3. Sirel, Ş., “Aydınlatma Tasarımında Temel Kurallar”, *YFU Yayınları*, İstanbul, 3-5 (1996).
4. Internet: Elektrik Mühendisleri Odası, “Teknik Bilgiler-Aydınlatma-Işık Tekniği İle İlgili Bilgiler”
http://www.emo.org.tr/resimler/ekler/035d6563a2adac9_ek.doc?tipi=34&turu=X&sube=0 (2007)
5. Internet: Elektrik Mühendisleri Odası, “Teknik Bilgiler-Aydınlatma-Lambalar Hakkında Genel Bilgiler”
http://www.emo.org.tr/resimler/ekler/e043a5e421240eb_ek.xls?tipi=34&turu=X&sube=0 (2007)
6. Sirel, Ş., “Aydınlatmada Enerji Kaybı”, *YFU Yayınları*, İstanbul, 3-5 (1991).
7. Internet: The Lighting Research Center Rensselaer Polytechnic Institute, “New York Energy Smart SM Small Commercial Lighting Program Technical Guide for Effective, Energy-Efficient Lighting”
<http://www.nyscrda.org/SCLP2/pdf/SCLP%20Technical%20Guide%20-%20Entire%20Document%2001-10-07.pdf> (2007)
8. Internet: Elektrik Mühendisleri Odası, “Teknik Bilgiler-Aydınlatma-Oda Aydınlatması Verim Tablosu”
http://www.emo.org.tr/resimler/ekler/6cf4da5ced8580c_ek.doc?tipi=34&turu=X&sube=0 (2007)
9. Internet: Elektrik Mühendisleri Odası, “Teknik Bilgiler-Aydınlatma-Aydınlatma Hesapları”
http://www.emo.org.tr/resimler/ekler/20ca817ebe8caa7_ek.doc?tipi=34&turu=X&sube=0 (2007)
10. Internet: Elektrik Mühendisleri Odası, “Teknik Bilgiler-Aydınlatma-En Az Aydınlik Düzeyleri Tablosu”
http://www.emo.org.tr/resimler/ekler/2cf8d98dca2b9de_ek.xls?tipi=34&turu=X&sube=0 (2007)

EKLER

EK-1 En düşük aydınlık düzeyleri [10]

Çizelge 1.1. En düşük aydınlık düzeyleri

YER	GENEL (lux)	ÖZEL (lux)
KONUTLAR		
Oturma Odaları	50	500
Mutfaklar	125	250
Yatak Odaları	50	250
Giriş holü,merdivenler,çatı karı,ambar,garajlar	50	250
BÜROLAR		
Resim büroları,kadastro,harita	2500	
Projeler,teknik resim,mimari	750	
Dekoratif resim ve krokiler	500	
Muhasebe ile ilgili aygıtlar	500	
Hesaplamalar	400	
Daktilo odası	500	
Belgelerin bulunduğu salon	100	
Yönetim büroları	250	
Bekleme salonları	150	
Konferans salonları	200	
Kantinler	150	
OKULLAR		
Yuvalar,anaokulları	100	
Sınıflar	200	
Jimnastik salonları	100	
İlkokullar,sınıflar	250	
Deney sınıfları	300	
Toplantı salonu	150	
Jimnastik salonu	150	
Meslek Okulları		
Biçme ve ütöleme salonları	400	
Mutfaklar	250	
İlk ve ortaokul düzeyindeki teknik okullar		
Sınıflar	250	
Resim sınıfları	400	
Atölyeler	250	
HASTANELER		
Doktor Odaları	100	
Çalışma masaları	400	
Dispanser		
Genel aydınlatma	150	
Dispanser masaları	400	

EK-1 (Devam) En düşük aydınlık düzeyleri

Çizelge 1.1. (Devam) En düşük aydınlık düzeyleri

YER	GENEL (lux)	ÖZEL (lux)
Yedek Odalar	150	
Toplantı odası	100	
Laboratuvarlar		
Araştırma salonları	250	
Çalışma masaları	400	
Tanı ve terapi odaları(genel aydınlatma)	250	
Tanı masası	500	
Operasyon odası (genel aydınlatma)	500	
Operasyon masası	20000	10000
Sterilizasyon odası	400	
X rayonu servisi (ayarlanabilir aydınlatma)	80	
Dişle ilgili servis,büro için (genel aydınlatma)	250	
Hasta koltuğu	5000	
WC	50	
Doğum Servisi		
Annelerin yatakları	5000	
Çalışma salonu (genel aydınlatma)	250	
Çocukların odası	100	
Bekleme salonları	100	
Hastaneler için özel odalar (genel aydınlatma)	50	
Yatak aydınlatması	200	
HOTEL VE RESTORANLAR		
Banyolar	100	
Aynalar(ek aydınlatma)	200	
Hol ve merdivenler	50	
Mutfaklar	250	
Odalar	50	
Yatak ucu aydınlatması	150	
Büro masası	200	
Tuvalet masası	150	
Önemli Mekanlar		
Konferans salonları	75	
Platform	200	
Sergileme ve tanıtımlar	150	
Salonlar	50	
Restorantlar	75	
Barlar	75	

EK-1 (Devam) En düşük aydınlık düzeyleri

Çizelge 1.1. (Devam) En düşük aydınlık düzeyleri

YER	GENEL (lux)	ÖZEL (lux)
ÇAMAŞIRHANE		
Yıkama yeri	150	
Onarım sayım,işaret	200	
Özel parça onarımı	400	
MAĞAZALAR		
Vitrinler	1000	
Büyük kentlerdeki satın alma merkezleri(genel aydınlatma)	1000	
Spotla ek aydınlatma	5000	
Diğer yerlerde (genel aydınlatma)	500	
Spotla ek aydınlatma	2500	
Mağaza İç Mekanı		
Büyük mağazalar	500	
Büyük kentlerin ticaret merkezleri	500	
Diğer yerler	250	
DEPOLAR		
Genel mağazalar(az uğranan bölümler)	25	
Fabrika Mağazaları(çok uğranılan bölümler)		
Büyük parçaların yeri	50	
Küçük parçaların yeri	100	
Çok küçük parçaların yeri	200	
MÜZELER	150	
Tablolar(bölgesel aydınlatma)		200
Heykel ve diğer nesnelere	400	
TİYATROLAR		
Giriş ve fuaye	200	
Salon	50	
Orkestra yeri	100	
İBADETHANE	80	
SİNEMALAR		
Giriş ve kasa	200	
Fuaye	50	
Salon	100	
SPOR SALONLARI		
Stad	200	
Futbol alanı	100	
Antreman alanı	25	
Tenis kortu	250	

EK-1 (Devam) En düşük aydınlık düzeyleri

Çizelge 1.1. (Devam) En düşük aydınlık düzeyleri

YER	GENEL (lux)	ÖZEL (lux)
Patent sahası	15	
Patent sahası(yarışmalar için)	40	
EKMEK FIRINLARI		
Karışım salonları	200	
Hamur reyonları	125	
Fermantasyon salonu	125	
Hazırlama salonu	200	
Fırınlaraın bulunduğu salon	150	
Süsleme ve soğutma	250	
Ambalaj salonu	150	
DEĞİRMENLER		
Karıştırma tem.	200	
Ambalaj salonu	100	
Mamul kontrolü	400	
Silo temizliği	100	
TREN İSTASYONLARI		
Bekleme salonları	100	
Bilet alma ve bürolaraın bulunduğu yerler	400	
Serinleme ve dinlenme salonları	150	
Bavul emanet yeri	200	
Peronlar	100	
WC	100	
GARAJLAR		
Atölye	250	
Tezgahtar	500	
Yağlama bölümleri	150	
Yağlama yerleri	250	
Yıkama yerleri	250	
Park yerleri	50	
Sergileme salonları	400	
OTOMOBİL FABRİKALARI		
Şasilerin toplanması,birleştirilmesi	200	
Şasilerin dizilimi	400	
Döşemenin yapımı,çeşitli parçaların toplanıp birleştirilmesi	300	
Genel birleştirme	400	
Bitirme ve denetleme	750	
BOYA FABRİKALARI	150	1000

EK-1 (Devam) En düşük aydınlık düzeyleri

Çizelge 1.1. (Devam) En düşük aydınlık düzeyleri

YER	GENEL (lux)	ÖZEL (lux)
MATBAA		
Matris imal	400	
Harflerin hazırlanması	200	
Renk ayırımı		1000
Baskı yeri	250	
Mizampaj masası	500	
KAĞIT FABRİKASI		
Karıştırma odası	150	
Kağıt makinaları	200	
Kesme dek.	200	
Kontrol laboratuvarı	400	
CAM FABRİKASI		
Karıştırma	150	
Fırınlama,soğutma	150	
Mak. İşleme salonu	150	
Ölçüye göre kesme	200	
Parlatma	200	
Pahlandırma	400	
Gravür işleme		1000
Kontrol		1000
ÇELİK FABRİKASI		
Haddehane	150	
Boru çubuk tel im.	200	
Galvanizasyon	200	
Makine dairesi	150	
Kalite kontrol	400	
YÜKSEK FIRIN		
Kömür ve cevher deposu	50	
Yükleme	100	
Kontrol kapakları	150	
Fırın kapakları bakımı	100	
Demir kütük deposu	50	
Çelik fabrikası	150	
KERESTE FABRİKASI		
Makine ile ilk kesme	150	
Y. Hassas işleme	200	
Hassas işleme	400	

EK-1 (Devam) En düşük aydınlık düzeyleri

Çizelge 1.1. (Devam) En düşük aydınlık düzeyleri

YER	GENEL (lux)	ÖZEL (lux)
KAYNAK		
Genel aydınlatma	250	
Hassas ark kaynağı	2500	
DÖKÜMHANE		
Maça imali (hassas)	350	
Maça imali (kaba)	200	
Döküm salonu	200	
Temizleme parit	200	
Kontrol		1000
AYAKKABI FABRİKASI		
Kesim ve seçme	1000	
Model hazırlanması	1000	
İnce kesim	1000	
Kauçuk hazırlama	125	
Vernikleme	200	
Volkanize,kesme	200	
Taban hazırlama	400	
MAKİNE ATÖLYELERİ		
Kaba işleme	250	
İnce işleme ve parlatma	400	
Çok ince işleme	2500	
GİYİM SANAYİ		
Kumaşların denetimi		
Açık renkli kumaşlar	1500	
Koyu renkli kumaşlar	2500	
Kesim ve Ütüleme		
Açık renkli kumaşlar	500	
Koyu renkli kumaşlar	1000	
Dikme ve Çeşitlendirme		
Açık renkli kumaşlar	750	
Koyu renkli kumaşlar	1500	
BOYAMA		
Belirginleştirme, ayırma,yıkama,temizleme	200	
Denetleme ve lekelerin çıkarılması	1500	
Ütüleme		
Makine ile ya da elle	500	
Katlama ve üzerinde değişiklikler yapma	750	

EK-1 (Devam) En düşük aydınlık düzeyleri

Çizelge 1.1. (Devam) En düşük aydınlık düzeyleri

YER	GENEL (lux)	ÖZEL (lux)
TEKSTİL SANAYİ		
Pamuk		
Pamukların açılıp, karıştırılması, ayrılması	100	
Tarama, makaradan geçirme, iplik durumuna getirme	200	
Haddeden geçirme	400	
Denetleme		
Sabit parçalar	400	
Hareketli (hızlı) parçalar	1500	
İpek ve sentetik telli kumaşlar	100	
Koyu renkli ipliklerle çalışma	750	
Dokuma	400	
Yün		
Yünlerin açılıp, karıştırılması, ayrılması	100	
Denetleme	400	
Tarama, çekip uzatma, çirişleme, bükme, mekik geçirme	200	
Haddeden geçirme		
Beyaz	200	
Renkli	400	
Dokuma		
Beyaz	400	
Renkli	750	
SERAMİK SANAYİ		
Öğütme, filtreleme ve kurutma kompanzasyonu	100	
Foprmlama, bitirme ve temizleme	150	
Reklendirme ve parlatma	400	
Reklendirme ve parlatma (ince detaylar)	750	
KİMYA SANAYİ		
Elle çalıştırılan fırınlar, sabit kurutucular ve kristal. kapları	150	
Ototmatik fırınlar, buharlı kazanlar, damıtma kolonları	150	
Koyulaştırma kazanları, nitrasyon, elektroliz	150	
UÇAK ENDÜSTRİSİ		
Kaynak, cıvata ve taşlama	250	
Boya kabini	400	
Parçaların işlenmesi	400	
İnce kaynak	250	2500
Montaj	400	
İşin tamamlanması	400	
Kanat ve parça montajı	400	

EK-1 (Devam) En düşük aydınlık düzeyleri

Çizelge 1.1. (Devam) En düşük aydınlık düzeyleri

YER	GENEL (lux)	ÖZEL (lux)
UÇAK HANGARI		
Bakım yeri	250	
Motor bakımı	400	
SABUN ENDÜSTRİSİ		
Toz sabun imali	150	
Markalama,paket	150	
Kalıplama,ambalaj	250	
TÜTÜN FABRİKASI		
Kurutma	150	
Ön hazırlama	150	
Kontrol ve seçme		1000
Sigara makinaları	400	
KONSERVE ENDÜSTRİSİ		
Yiyecek ayıklama	200	
Yıkama temizleme	200	
Renklerin ayrılması		1000
Gerekli parçaları ayırma	300	
Kutulara koyma mek.	300	
Kutulara koyma elle	200	
Boş kutuların kontrolü		1000
Kutu kaynağı	300	
Paketleme-ambalaj	150	
SÜT ENDÜSTRİSİ		
Sterilizasyon odası	150	
Pastorizasyon odası	150	
Kalıpların yıkanması	150	
Soğuk odalar	150	
Krema ayrılması	150	
Şişelerin seçimi	200	
Şişe yıkama makinası	400	
Doldurma salonu	125	
Laboratuvar	400	
ŞEKER ENDÜSTRİSİ		
Kesme, karıştırma	200	
Temizleme,arıtma	400	
Renk kontrolü	750	
Depolama	50	

EK-1 (Devam) En düşük aydınlık düzeyleri

Çizelge 1.1. (Devam) En düşük aydınlık düzeyleri

YER	GENEL (lux)	ÖZEL (lux)
ELEKTRİK SANTRALİ		
Yanma hav. haz. Tesis	50	
Akümülatör dairesi	100	
Kazan bakım atölyesi	100	
Kazanların ön kısmı	50	
Kazana yakıt yük.	100	

EK-2 Bilgisayar Programının Kodu

```

function varargout = guiden(varargin)
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name', mfilename, ...
    'gui_Singleton', gui_Singleton, ...
    'gui_OpeningFcn', @guiden_OpeningFcn, ...
    'gui_OutputFcn', @guiden_OutputFcn, ...
    'gui_LayoutFcn', [] , ...
    'gui_Callback', []);
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end
if nargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end

function guiden_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
handles.output = hObject;
guidata(hObject, handles);
currentFigure = findobj(gcf, 'Tag', 'axes2');
axes(currentFigure);
cla;
hold on;
armFig = imread(strcat('armatur', num2str(1), '.jpg'));
imshow(armFig);
function varargout = guiden_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
varargout{1} = handles.output;
hand = findobj(gcf, 'Tag', 'edit1');
set(hand, 'String', 'selim');

```

EK-2 (Devam) Bilgisayar Programının Kodu

```

function edit1_Callback(hObject, eventdata, handles)
function edit1_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
function popupmenu1_Callback(hObject, eventdata, handles)
function popupmenu1_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
function listbox1_Callback(hObject, eventdata, handles)
index = get(hObject,'Value');
selectedValue = CalcSelectedValue(index);
editBoxHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit1');
set(editBoxHandle, 'String', num2str(selectedValue));
SHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit10');
SIntHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit11');
aHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit7');
bHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit2');
cHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit4');
dHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit5');
%EHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit1');
fHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit9');
mHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit3');
tHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit12');
uHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit13');
zHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit14');
a = str2num(get(aHandle, 'String'));

```

EK-2 (Devam) Bilgisayar Programının Kodu

```

b = str2num(get(bHandle, 'String'));
c = str2num(get(cHandle, 'String'));
d = str2num(get(dHandle, 'String'));
%E = str2num(get(EHandle, 'String'));
f = str2num(get(fHandle, 'String'));
m = str2num(get(mHandle, 'String'));
t = str2num(get(tHandle, 'String'));
u = str2num(get(uHandle, 'String'));
z = str2num(get(zHandle, 'String'));
E = selectedValue;
S = E*a*b*d/...
    (f*((0.008* (a*b/((m-c)*(a+b)))^3 - ...
    0.093* (a*b/((m-c)*(a+b)))^2 + ...
    0.39* (a*b/((m-c)*(a+b))) +0.049) ...
    * (1- (0.66*(0.8-t))) ...
    - 2*(0.5-u)/10 ...
    - (a*b/((m-c)*(a+b)))*(0.3-z)/100));
set(SHandle, 'String', num2str(S));
function listbox1_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
function pushbutton2_Callback(hObject, eventdata, handles)
function edit2_Callback(hObject, eventdata, handles)
kHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit8');
aHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit7');
% bHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit2');
cHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit4');
mHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit3');

```

EK-2 (Devam) Bilgisayar Programının Kodu

```

a = str2num(get(aHandle, 'String'));
% b = str2num(get(bHandle, 'String'));
c = str2num(get(cHandle, 'String'));
m = str2num(get(mHandle, 'String'));
b = str2num(get(hObject, 'String'));
set(kHandle, 'String', num2str((a*b)/((m-c)*(a+b))));
SHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit10');
SIntHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit11');
aHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit7');
%bHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit2');
cHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit4');
dHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit5');
EHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit1');
fHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit9');
mHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit3');
tHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit12');
uHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit13');
zHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit14');
a = str2num(get(aHandle, 'String'));
%b = str2num(get(bHandle, 'String'));
c = str2num(get(cHandle, 'String'));
d = str2num(get(dHandle, 'String'));
E = str2num(get(EHandle, 'String'));
f = str2num(get(fHandle, 'String'));
m = str2num(get(mHandle, 'String'));
t = str2num(get(tHandle, 'String'));
u = str2num(get(uHandle, 'String'));
z = str2num(get(zHandle, 'String'));
b = str2num(get(hObject, 'String'));

```

EK-2 (Devam) Bilgisayar Programının Kodu

```

S = E*a*b*d/...
    (f*((0.008* (a*b/((m-c)*(a+b)))^3 - ...
    0.093* (a*b/((m-c)*(a+b)))^2 + ...
    0.39* (a*b/((m-c)*(a+b))) +0.049) ...
    * (1- (0.66*(0.8-t))) ...
    - 2*(0.5-u)/10 ...
    - (a*b/((m-c)*(a+b)))*(0.3-z)/100));
set(SHandle, 'String', num2str(S));
function edit2_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
function edit3_Callback(hObject, eventdata, handles)
kHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit8');
aHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit7');
bHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit2');
cHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit4');
%mHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit3');
a = str2num(get(aHandle, 'String'));
b = str2num(get(bHandle, 'String'));
c = str2num(get(cHandle, 'String'));
% m = str2num(get(mHandle, 'String'));
m = str2num(get(hObject, 'String'));
set(kHandle, 'String', num2str((a*b)/((m-c)*(a+b))));
SHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit10');
SIntHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit11');
aHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit7');
bHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit2');
cHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit4');

```

EK-2 (Devam) Bilgisayar Programının Kodu

```

dHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit5');
EHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit1');
fHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit9');
%mHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit3');
tHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit12');
uHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit13');
zHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit14');
a = str2num(get(aHandle, 'String'));
b = str2num(get(bHandle, 'String'));
c = str2num(get(cHandle, 'String'));
d = str2num(get(dHandle, 'String'));
E = str2num(get(EHandle, 'String'));
f = str2num(get(fHandle, 'String'));
%m = str2num(get(mHandle, 'String'));
t = str2num(get(tHandle, 'String'));
u = str2num(get(uHandle, 'String'));
z = str2num(get(zHandle, 'String'));
m = str2num(get(hObject, 'String'));
S = E*a*b*d/...
    (f*((0.008* (a*b/((m-c)*(a+b)))^3 - ...
    0.093* (a*b/((m-c)*(a+b)))^2 + ...
    0.39* (a*b/((m-c)*(a+b))) +0.049) ...
    * (1- (0.66*(0.8-t))) ...
    - 2*(0.5-u)/10 ...
    - (a*b/((m-c)*(a+b)))*(0.3-z)/100));
set(SHandle, 'String', num2str(S));
function edit3_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');

```

EK-2 (Devam) Bilgisayar Programının Kodu

```

end
function edit4_Callback(hObject, eventdata, handles)
kHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit8');
aHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit7');
bHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit2');
% cHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit4');
mHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit3');
a = str2num(get(aHandle, 'String'));
b = str2num(get(bHandle, 'String'));
% c = str2num(get(cHandle, 'String'));
m = str2num(get(mHandle, 'String'));
c = str2num(get(hObject, 'String'));
set(kHandle, 'String', num2str((a*b)/((m-c)*(a+b))));
SHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit10');
SIntHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit11');
aHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit7');
bHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit2');
%cHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit4');
dHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit5');
EHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit1');
fHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit9');
mHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit3');
tHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit12');
uHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit13');
zHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit14');
a = str2num(get(aHandle, 'String'));
b = str2num(get(bHandle, 'String'));
%c = str2num(get(cHandle, 'String'));
d = str2num(get(dHandle, 'String'));
E = str2num(get(EHandle, 'String'));

```

EK-2 (Devam) Bilgisayar Programının Kodu

```

f = str2num(get(fHandle, 'String'));
m = str2num(get(mHandle, 'String'));
t = str2num(get(tHandle, 'String'));
u = str2num(get(uHandle, 'String'));
z = str2num(get(zHandle, 'String'));
c = str2num(get(hObject, 'String'));
S = E*a*b*d/...
(f*((0.008* (a*b/((m-c)*(a+b)))^3 - ...
    0.093* (a*b/((m-c)*(a+b)))^2 + ...
    0.39* (a*b/((m-c)*(a+b))) +0.049) ...
    * (1- (0.66*(0.8-t))) ...
    - 2*(0.5-u)/10 ...
    - (a*b/((m-c)*(a+b)))*(0.3-z)/100));
set(SHandle, 'String', num2str(S));
function edit4_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
function edit5_Callback(hObject, eventdata, handles)
SHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit10');
SIntHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit11');
aHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit7');
bHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit2');
cHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit4');
%dHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit5');
EHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit1');
fHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit9');
mHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit3');
tHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit12');

```

EK-2 (Devam) Bilgisayar Programının Kodu

```

uHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit13');
zHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit14');
a = str2num(get(aHandle, 'String'));
b = str2num(get(bHandle, 'String'));
c = str2num(get(cHandle, 'String'));
%d = str2num(get(dHandle, 'String'));
E = str2num(get(EHandle, 'String'));
f = str2num(get(fHandle, 'String'));
m = str2num(get(mHandle, 'String'));
t = str2num(get(tHandle, 'String'));
u = str2num(get(uHandle, 'String'));
z = str2num(get(zHandle, 'String'));
d = str2num(get(hObject, 'String'));
S = E*a*b*d/...
    (f*((0.008* (a*b/((m-c)*(a+b)))^3 - ...
    0.093* (a*b/((m-c)*(a+b)))^2 + ...
    0.39* (a*b/((m-c)*(a+b))) +0.049) ...
    * (1- (0.66*(0.8-t))) ...
    - 2*(0.5-u)/10 ...
    - (a*b/((m-c)*(a+b)))*(0.3-z)/100));
set(SHandle, 'String', num2str(S));
function edit5_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
function edit6_Callback(hObject, eventdata, handles)
function edit6_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))

```

EK-2 (Devam) Bilgisayar Programının Kodu

```

set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
function edit7_Callback(hObject, eventdata, handles)
kHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit8');
% aHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit7');
bHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit2');
cHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit4');
mHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit3');
% a = str2num(get(aHandle, 'String'));
b = str2num(get(bHandle, 'String'));
c = str2num(get(cHandle, 'String'));
m = str2num(get(mHandle, 'String'));
a = str2num(get(hObject, 'String'));
set(kHandle, 'String', num2str((a*b)/((m-c)*(a+b))));
SHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit10');
SIntHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit11');
%aHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit7');
bHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit2');
cHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit4');
dHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit5');
EHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit1');
fHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit9');
mHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit3');
tHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit12');
uHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit13');
zHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit14');
%a = str2num(get(aHandle, 'String'));
b = str2num(get(bHandle, 'String'));
c = str2num(get(cHandle, 'String'));
d = str2num(get(dHandle, 'String'));

```

EK-2 (Devam) Bilgisayar Programının Kodu

```

E = str2num(get(EHandle, 'String'));
f = str2num(get(fHandle, 'String'));
m = str2num(get(mHandle, 'String'));
t = str2num(get(tHandle, 'String'));
u = str2num(get(uHandle, 'String'));
z = str2num(get(zHandle, 'String'));
a = str2num(get(hObject, 'String'));
S = E*a*b*d/...
    (f*((0.008* (a*b/((m-c)*(a+b)))^3 - ...
    0.093* (a*b/((m-c)*(a+b)))^2 + ...
    0.39* (a*b/((m-c)*(a+b))) +0.049) ...
    * (1- (0.66*(0.8-t))) ...
    - 2*(0.5-u)/10 ...
    - (a*b/((m-c)*(a+b)))*(0.3-z)/100));
set(SHandle, 'String', num2str(S));
function edit7_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
function edit8_Callback(hObject, eventdata, handles)
function edit8_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
function listbox2_Callback(hObject, eventdata, handles)
index = get(hObject,'Value');
%selectedValue = CalcSelectedArmValue(index);
[phi, radius, e0] = CalcSelectedArmPhiRadiusDistValue(index);

```

EK-2 (Devam) Bilgisayar Programının Kodu

```
editBoxHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit9');
set(editBoxHandle, 'String', num2str(phi));
editBoxHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit17');
set(editBoxHandle, 'String', num2str(radius));
editBoxHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit18');
set(editBoxHandle, 'String', num2str(e0));
SHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit10');
SIntHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit11');
aHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit7');
bHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit2');
cHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit4');
dHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit5');
EHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit1');
%fHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit9');
mHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit3');
tHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit12');
uHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit13');
zHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit14');
a = str2num(get(aHandle, 'String'));
b = str2num(get(bHandle, 'String'));
c = str2num(get(cHandle, 'String'));
d = str2num(get(dHandle, 'String'));
E = str2num(get(EHandle, 'String'));
%f = str2num(get(fHandle, 'String'));
m = str2num(get(mHandle, 'String'));
t = str2num(get(tHandle, 'String'));
u = str2num(get(uHandle, 'String'));
z = str2num(get(zHandle, 'String'));
f = phi;
```

EK-2 (Devam) Bilgisayar Programının Kodu

```

S = E*a*b*d/...
    (f*((0.008* (a*b/((m-c)*(a+b)))^3 - ...
    0.093* (a*b/((m-c)*(a+b)))^2 + ...
    0.39* (a*b/((m-c)*(a+b))) +0.049) ...
    * (1- (0.66*(0.8-t))) ...
    - 2*(0.5-u)/10 ...
    - (a*b/((m-c)*(a+b)))*(0.3-z)/100));
set(SHandle, 'String', num2str(S));
currentFigure = findobj(gcf, 'Tag', 'axes2');
axes(currentFigure);
cla;
hold on;
armFig = imread(strcat('armatur', num2str(index), '.jpg'));
imshow(armFig);
function listBox2_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
function edit9_Callback(hObject, eventdata, handles)
function edit9_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
function edit10_Callback(hObject, eventdata, handles)
armHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit11');
set(armHandle, 'String', num2str(ceil(get(hObject, 'String'))));
function edit10_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),

```

EK-2 (Devam) Bilgisayar Programının Kodu

```

get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
function edit11_Callback(hObject, eventdata, handles)
function edit11_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
function edit12_Callback(hObject, eventdata, handles)
SHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit10');
SIntHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit11');
aHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit7');
bHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit2');
cHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit4');
dHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit5');
EHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit1');
fHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit9');
mHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit3');
%tHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit12');
uHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit13');
zHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit14');
a = str2num(get(aHandle, 'String'));
b = str2num(get(bHandle, 'String'));
c = str2num(get(cHandle, 'String'));
d = str2num(get(dHandle, 'String'));
E = str2num(get(EHandle, 'String'));
f = str2num(get(fHandle, 'String'));
m = str2num(get(mHandle, 'String'));
%t = str2num(get(tHandle, 'String'));

```

EK-2 (Devam) Bilgisayar Programının Kodu

```

u = str2num(get(uHandle, 'String'));
z = str2num(get(zHandle, 'String'));
t = str2num(get(hObject, 'String'));
S = E*a*b*d/...
    (f*((0.008* (a*b/((m-c)*(a+b)))^3 - ...
    0.093* (a*b/((m-c)*(a+b)))^2 + ...
    0.39* (a*b/((m-c)*(a+b))) +0.049) ...
    * (1- (0.66*(0.8-t))) ...
    - 2*(0.5-u)/10 ...
    - (a*b/((m-c)*(a+b)))*(0.3-z)/100));
set(SHandle, 'String', num2str(S));
function edit12_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
function edit13_Callback(hObject, eventdata, handles)
SHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit10');
SIntHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit11');
aHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit7');
bHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit2');
cHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit4');
dHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit5');
EHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit1');
fHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit9');
mHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit3');
tHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit12');
%uHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit13');
zHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit14');
a = str2num(get(aHandle, 'String'));

```

EK-2 (Devam) Bilgisayar Programının Kodu

```

b = str2num(get(bHandle, 'String'));
c = str2num(get(cHandle, 'String'));
d = str2num(get(dHandle, 'String'));
E = str2num(get(EHandle, 'String'));
f = str2num(get(fHandle, 'String'));
m = str2num(get(mHandle, 'String'));
t = str2num(get(tHandle, 'String'));
%u = str2num(get(uHandle, 'String'));
z = str2num(get(zHandle, 'String'));
u = str2num(get(hObject, 'String'));
S = E*a*b*d/...
    (f*((0.008* (a*b/((m-c)*(a+b)))^3 - ...
    0.093* (a*b/((m-c)*(a+b)))^2 + ...
    0.39* (a*b/((m-c)*(a+b))) +0.049) ...
    * (1- (0.66*(0.8-t))) ...
    - 2*(0.5-u)/10 ...
    - (a*b/((m-c)*(a+b)))*(0.3-z)/100));
set(SHandle, 'String', num2str(S));
function edit13_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
function edit14_Callback(hObject, eventdata, handles)
SHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit10');
SIntHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit11');
aHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit7');
bHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit2');
cHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit4');
dHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit5');

```

EK-2 (Devam) Bilgisayar Programının Kodu

```

EHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit1');
fHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit9');
mHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit3');
tHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit12');
uHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit13');
%zHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit14');
a = str2num(get(aHandle, 'String'));
b = str2num(get(bHandle, 'String'));
c = str2num(get(cHandle, 'String'));
d = str2num(get(dHandle, 'String'));
E = str2num(get(EHandle, 'String'));
f = str2num(get(fHandle, 'String'));
m = str2num(get(mHandle, 'String'));
t = str2num(get(tHandle, 'String'));
u = str2num(get(uHandle, 'String'));
%z = str2num(get(zHandle, 'String'));
z = str2num(get(hObject, 'String'));
S = E*a*b*d/...
    (f*((0.008* (a*b/((m-c)*(a+b)))^3 - ...
    0.093* (a*b/((m-c)*(a+b)))^2 + ...
    0.39* (a*b/((m-c)*(a+b))) +0.049) ...
    * (1- (0.66*(0.8-t))) ...
    - 2*(0.5-u)/10 ...
    - (a*b/((m-c)*(a+b)))*(0.3-z)/100));
set(SHandle, 'String', num2str(S));
function edit14_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

```

EK-2 (Devam) Bilgisayar Programının Kodu

```

function pushbutton3_Callback(hObject, eventdata, handles)
editBoxHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit2');
b = str2num(get(editBoxHandle, 'String'));
editBoxHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit7');
a = str2num(get(editBoxHandle, 'String'));
editBoxHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit3');
m = str2num(get(editBoxHandle, 'String'));
editBoxHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit4');
c = str2num(get(editBoxHandle, 'String'));
editBoxHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit17');
radius = str2num(get(editBoxHandle, 'String'));
editBoxHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit18');
e0 = str2num(get(editBoxHandle, 'String'));
editBoxHandle = findobj(gcf, 'Tag', 'edit10');
S = str2num(get(editBoxHandle, 'String'));
[sx, sy] = yerlesim(a, b, S);
currentFigure = findobj(gcf, 'Tag', 'axes1');
axes(currentFigure);
cla;
hold on;
[sizeRowArms, sizeColArms] = size(sx);
numSamplesFora = 100;
numSamplesForb = 100;
[samplesFora, samplesForb] = meshgrid(linspace(0, a, numSamplesFora), linspace...
(0, b, numSamplesForb));
[sizeRow, sizeCol] = size(samplesFora);
lumMatrix = zeros(sizeRow, sizeCol);
for rowCount = 1 : sizeRow
    for colCount = 1 : sizeCol
        for rowIndex = 1 : sizeRowArms

```

EK-2 (Devam) Bilgisayar Programının Kodu

```

        for colIndex = 1 : sizeColArms
            if radius > atand((norm([samplesFora(rowCount, colCount)
samplesForb(rowCount, colCount)] - ...
[sx(rowIndex, colIndex) sy(rowIndex, colIndex)]))/(m-c)) ...
                lumMatrix(rowCount, colCount) = lumMatrix(rowCount, colCount) ...
+ ((m-c)/sqrt(((m-c)^2)+(norm([samplesFora(rowCount, colCount) ...
samplesForb(rowCount, colCount)] - ...
[sx(rowIndex, colIndex) sy(rowIndex, colIndex)]))^2)).*(((m-
c)^2)+(norm([samplesFora(rowCount, colCount) samplesForb(rowCount, ...
colCount)] - [sx(rowIndex, colIndex) sy(rowIndex, colIndex)]))^2).^(-1));
            end
        end
    end
end
end
lumMatrix = e0.*(lumMatrix);
surf(samplesFora, samplesForb, lumMatrix);
colorbar;
maxLumValue = max(max(lumMatrix));
for rowIndex = 1 : sizeRowArms
    for colIndex = 1 : sizeColArms
        plot3(sx(rowIndex, colIndex), sy(rowIndex, colIndex), maxLumValue+1, ...
'o', 'MarkerSize', 9, 'MarkerEdgeColor', 'k', 'MarkerFaceColor', 'w');
    end
end
axis equal;
axis tight;
grid off;
function edit17_Callback(hObject, eventdata, handles)
function edit17_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)

```

EK-2 (Devam) Bilgisayar Programının Kodu

```
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
function edit18_Callback(hObject, eventdata, handles)
function edit18_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
function figure1_WindowButtonUpFcn(hObject, eventdata, handles)
```

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : ERDEM, Selim
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 16.05.1979 Niğde
Medeni hali : Bekar
Telefon : 0 (312) 310 36 46 - 2954
Faks : 0 (312) 311 97 56
e-mail : selim79@gmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	Gazi Ü./Elk-Elok Müh.	2003
Lise	Niğde Anadolu Lisesi	1997

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2005	Türk Telekom A.Ş.	Uzman Yardımcısı
2005-...	T.C.M.B.	Elk. Elok. Müh.

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Yüzme, Basketbol, Futbol, Tenis