KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ELEKTRONİK VE BİLGİSAYAR EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GENETİK ALGORİTMALAR İLE AYDINLATMA HESABI OPTİMİZASYONU

AŞKIN OKKALI

KOCAELİ 2013

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ELEKTRONİK VE BİLGİSAYAR EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

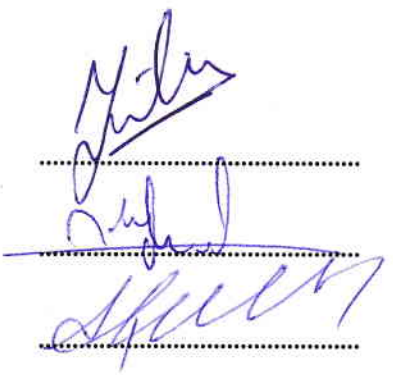
GENETİK ALGORİTMALAR İLE AYDINLATMA HESABI OPTİMİZASYONU

AŞKIN OKKALI

Doç.Dr. Mehmet YILDIRIM
Danışman, Kocaeli Üniv.

Yrd.Doç.Dr. Özcan ATLAM
Jüri Üyesi, Kocaeli Üniv.

Yrd.Doç.Dr. Ali ÇALHAN
Jüri Üyesi, Düzce Üniv.



Tezin Savunulduğu Tarih: 25.06.2013

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Son zamanlarda teknolojinin gelişmesiyle aydınlatma sistemleri büyük aşamalar kaydetmiştir. Sadece bir mekanı aydınlatmakla kalmayıp; estetiksel, kültürel ve vurgusal açıdan nesnelerin aydınlatılması önem kazanmıştır. Genetik algoritmaların karmaşık ve kesin olmayan problemlerin çözümünde kullanılmaya başlanmasıyla birlikte, birçok değişkene sahip olan aydınlatma sistemlerinin iyileştirilmesi ve optimize edilmesi mümkün olabilecektir. Bu tez çalışmasında, MATLAB ile geliştirilen bir arayüz ve genetik algoritmalardan yararlanarak, bir iç mekanın en iyi şekilde ve en ekonomik aydınlatılmasının yapılması amaçlanmıştır.

Yüksek lisans eğitimimi yaptığım süreçte, her türlü konuda bilgi ve birikimlerini benimle paylaşan, büyük bir sabırla, kıymetli zamanından çalarak sorunlarımı dinleyen ve çözmek için vakit ayıran tez danışmanım saygıdeğer hocam Doç. Dr. Mehmet YILDIRIM'a; tez çalışması sürecinde hep yanımda olan ve yazım aşamasında değerli bilgilerini paylaşan araştırma görevlisi arkadaşım Faruk AKTAŞ'a; çok kıymetli arkadaşım, can dostum Barış METİN'e yardım ve desteklerinden dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Beni bugünlere getiren, her an yanımda olup maddi ve manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen çok kıymetli aileme sevgi ve saygılarımı sunar, teşekkürü bir borç bilirim.

Mayıs – 2013 Aşkın OKKALI

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR i
İÇİNDEKİLER ii
ŞEKİLLER DİZİNİ v
TABLOLAR DİZİNİ vi
SİMGELER DİZİNİ VE KISALTMALAR vii
ÖZET viii
ABSTRACT ix
GİRİŞ 1
1. AYDINLATMA 6
1.1. Amacı Bakımından Aydınlatma Çeşitleri 6
1.1.1. Fizyolojik Aydınlatma 6
1.1.2. Dekoratif Aydınlatma 6
1.1.3. Dikkati Çeken Aydınlatma 6
1.2. Aydınlatma Sistemleri 7
1.2.1. Genel aydınlatma 7
1.2.2. Bölgesel aydınlatma 8
1.3. Aydınlatma Türleri 9
1.3.1. Doğal (Günışığı) aydınlatma türleri 10
1.3.2. Yapay aydınlatma türleri 12
1.3.2.1. Dolaysız aydınlatma 13
1.3.2.2. Yarı dolaysız aydınlatma 14
1.3.2.3. Karma ya da yayınık aydınlatma 14
1.3.2.4. Yarı dolaylı aydınlatma 14
1.3.2.5. Dolaylı aydınlatma 14
1.3.3. Bütünleşik aydınlatma 15
1.4. Aydınlatılan Yere Göre Aydınlatma Çeşitleri 15
1.4.1. İç mekan aydınlatma 15
1.4.2. Dış mekan aydınlatma 15
1.5. Aydınlatma elemanları 15
1.5.1. Akkor flamanlı (enkandesan) lamba 16
1.5.2. Flüoresan lamba(deşarj) 18
1.5.3. Gazlı deşarj lambalar 19
1.5.4. Yarı iletken (LED) lambalar 19
1.6. Aydınlatmanın Etkileri 21
1.6.1. İyi bir aydınlatmanın sağlayacağı faydalar 21
1.6.2. İnsan psikolojisi üzerindeki etkileri 21
2. İÇ MEKANLAR İÇİN AYDINLATMA HESABI 23
2.1. İç Mekan Aydınlatma Hesabında Kullanılan Terimler 23
2.1.1. Işık akısı 23
2.1.2. Aydınlık düzeyi 23
2.1.3. İç yüzey yansıtma katsayıları 24
2.1.4. Tij boyu 25
2.1.5. Aydınlatma elemanının çalışma düzlemine uzaklığı 27

2.1.6. Yer indisi 28
2.1.7. Oda aydınlatma verimi 29
2.1.8. Kirlenme (bakım) faktörü 30
2.1.9. Çeşitli aydınlatma elemanlarının güç ve ışık akıları 31
2.1.10. Gerekli toplam ışık akısı 32
2.1.11. Gerekli toplam aydınlatma elemanı sayısı 33
2.2. Örnek Bir Aydınlatma Hesabı 33
3. GENETİK ALGORİTMA 35
3.1. Genetik Algoritma Tanımı, Tarihi ve Önemi 35
3.2. Genetik Algoritmanın Temel Kavramları 36
3.2.1. Kromozom (DNA dizileri) 36
3.2.2. Gen 36
3.2.3. Nüfus (Popülasyon) büyüklüğü 37
3.2.4. Uygunluk değeri (f_i) ve uygunluk fonksiyonu 38
3.2.4.1. Orantısal uygunluk atama yöntemi 38
3.2.4.2. Sıra tabanlı uygunluk atama yöntemi 39
3.2.5. Uygun olanların seçilmesi ve seçim yöntemleri 40
3.2.5.1. Elitist strateji yöntemi 40
3.2.5.2. Rulet çarkı yöntemi 40
3.2.5.3. İkili turnuva seçim yöntemi 41
3.3. Genetik İşlemler ve Genetik Parametreler 42
3.3.1. Üreme (Reproduction) 43
3.3.2. Çaprazlama (Crossover) 44
3.3.2.1. Tek noktalı çaprazlama 45
3.3.2.2. İki noktalı çaprazlama 45
3.3.2.3. Çok noktalı çaprazlama 45
3.3.2.4. Tekdüze (Uniform) çaprazlama 46
3.3.3. Mutasyon (Mutation) 47
3.4. Genetik Algoritma ve Sonlandırma Koşulu 49
3.5. Genetik Algoritma Aşamaları ve Akış Şeması 49
3.5.1. Genetik algoritma ve aşamaları 49
3.5.2. Genetik algoritmanın akış şeması 51
3.6. Genetik Algoritmanın Yararları ve Sakıncaları 51
3.7. Genetik Algoritmanın Uygulama Alanları 53
3.7.1. Optimizasyon 53
3.7.2. Otomatik programlama 53
3.7.3. Yapay zaka ile öğrenme 53
3.7.4. Finans 53
3.7.5. Sosyal Sistemler 54
3.8. Genetik Algoritmayı Kullanma Nedenleri 54
4. MATLAB GRAFİKSEL KULLANICI ARA YÜZÜ 55
4.1. Giriş 55
4.2. Matlab ile Gui Oluşturma 55
4.3. GUI Bileşenleri ve Özellikleri 57
4.3.1. GUI bileşenlerini çalışma alanına ekleme 58
4.3.2. GUI bileşenlerinin özelliklerini değiştirme 58
4.3.3. GUI tasarımını kaydetme 59
4.3.4. GUI bileşenlerinin programlanacağı fonksiyonlar oluşturma 59
4.4. Uygulamada Kullanılan GUI Bileşenlerinin Açıklanması 60

4.4.1. Push button 60
4.4.2. Edit text 61
4.4.3. Static text 61
4.4.4. Listbox 61
4.4.5. Pop-up menu 61
4.4.6. Axes 61
5. AYDINLATMA HESAPLARININ GENETİK ALGORİTMA İLE OPTİMİZASYONU UYGULAMASI 62
5.1. Giriş 62
5.2. Uygulamaya Genel Bakış 62
5.3. Uygulamanın Çalışması 65
5.3.1. Aydınlatma hesabı rakamsal veri giriş bölümü 65
5.3.2. Tavan, duvar, zemin renk ve malzeme seçim bölümü 65
5.3.3. Mekanın kullanım amacının seçimi 66
5.3.4. Genetik algoritma parametreleri bölümü 67
5.4. Geliştirilen Sistem İçin Örnek Uygulama 67
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 69
KAYNAKLAR 71
EKLER 74
ÖZGEÇMİŞ 79

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Erdem tarafından yapılan 1. aydınlatma örneği simülasyonu 2
Şekil 2. Erdem tarafından yapılan 2. aydınlatma örneği simülasyonu 3
Şekil 3. Aydınlatma hesabı çalışması 4
Şekil 1.1. Camın ışık geçirgenliği, yansıtıcılığı ve yutuculuğu.....11
Şekil 1.2. Akkor flamanlı lambanın şematik gösterimi 17
Şekil 2.1. Birim alana düşen ışık akısı 23
Şekil 2.2. Aydınlatma elemanının çalışma düzlemine uzaklığının gösterimi 27
Şekil 2.3. Zijl yöntemine göre iç mekan hacminin bölümlendirilmesi.....28
Şekil 2.4. Amerikan ve İngiliz yöntemine göre iç mekan hacminin bölümlendirilmesi 28
Şekil 3.1. İkili turnuva yönteminin akış diyagramı 42
Şekil 3.2. Genetik algoritmalarda çaprazlama işlemi 44
Şekil 3.3. Tek noktalı çaprazlama.....45
Şekil 3.4. İki noktalı çaprazlama 45
Şekil 3.5. Çok noktalı çaprazlama 46
Şekil 3.6. Tekdüze çaprazlama 46
Şekil 3.7. Mutasyon 47
Şekil 3.8. Mutasyon çeşitleri ve örnekleri.....48
Şekil 3.9. Genetik algoritma akış şeması 51
Şekil 4.1. MATLAB ana çalışma ekranı 55
Şekil 4.2. GUI oluşturma veya oluşturulmuş GUI açma penceresi.....56
Şekil 4.3. Yeni oluşturulmuş GUI görünümü.....56
Şekil 4.4. Bileşenlerin isimleriyle görünümü 57
Şekil 4.5. “Property Inspector” penceresi 58
Şekil 4.6. GUI kaydetme penceresi 59
Şekil 4.7. Programlama yapılan m-file düzenleyici penceresi 60
Şekil 4.8. M-file düzenleyici penceresinde bileşenleri programlama.....60
Şekil 5.1. Uygulamanın .fig dosyası 63
Şekil 5.2. Uygulamanın çalışan görüntüsü.....64
Şekil 5.3. Aydınlatma hesabı rakamsal veri giriş bölümü 65
Şekil 5.4. Tavan,duvar ve zemin renk seçimi bölümü 66
Şekil 5.5. Hesaplama yapılacak mekanın seçim ekranı 66
Şekil 5.6. Genetik algoritma özellikleri düzenleme bölüm ekranı 67
Şekil 5.7. Örnek uygulama çalıştırılarak sonuç bulan ekran görüntüsü 68

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 1.1. Yapay aydınlatma biçimleri tablosu.....14
Tablo 1.2. Akkor lambaların fayda ve zararları 17
Tablo 1.3. Flüoresan(deşarj) lambaların fayda ve zararları 18
Tablo 1.4. Işık ve renk ilişkisinin psikolojik etkileri 22
Tablo 2.1. En az aydınlık düzeyi tablosu 24
Tablo 2.2. Bazı malzeme ve duvar renklerinin yansıma katsayıları.....25
Tablo 2.3. Büro, okul ve konutlarda kullanılan armatürlerin kordon uzunluğu.....26
Tablo 2.4. Yer indisi değişkenin çeşitli yöntemlere göre hesaplanması.....29
Tablo 2.5. *k* değerlerine göre oda aydınlatma verimi η 30
Tablo 2.6. Kirlenme (bakım) faktörü tablosu.....31
Tablo 2.7. Çeşitli lambaların güç ve ışık akıları.....32
Tablo 3.1. Orantısal uygunluk ataması 39
Tablo 3.2. Sıra tabanlı uygunluk ataması.....40

SİMGELER DİZİNİ VE KISALTMALAR

A : İç mekan alanı, ($m^{2)}$
a : Odanın eni, (metre)
b : Odanın boyu, (metre)
c : Tij boyu, (metre)
d : Kirlenme bakım faktörü, (birimsiz)
E : Oluşan aydınlık şiddeti, (lm/m^2)
f_i : Birey i'nin amaç fonksiyon değeri
f_{max} : En yüksek amaç fonksiyon değeri
f_{min} : Amaç fonksiyon minimum değeri
H : Oda yüksekliği, (metre)
h : Aydınlatma elemanının çalışma düzlemine uzaklığı,(metre)
$hç$: Çalışma düzleminin zeminden yüksekliği
k : Yer indisi, (birimsiz)
ms : Milisaniye
N : Topluluktaki birey sayısı
P_i : Birey i'nin sıra numarası
S_i : Rulet çarkında birey seçilme olasılığı
U_i : Birey i'nin uygunluk değeri
U_{max} : En yüksek uygunluk değeri
W : Watt, (J/sn)
Z : Toplam aydınlatma elemanı sayısı, (adet)
Φ : Işık akısı, (lümen)
Φ_T : Toplam ışık akısı, (lümen)
η : Oda aydınlatma verimi, (birimsiz)

Kısaltmalar

CIE :Commission Internationale de I'Eclairage (Uluslar arası Aydınlatma Komisyonu)
GA :Genetic Algorithms (Genetik Algoritmalar)
GUI :Graphical User Interface (Grafiksel Kullanıcı Arayüzü)
GUIDE :Graphical User Interface Design Environment (Grafiksel Kullanıcı Arayüzü Tasarım Ortamı)
LED : Light Emitting Diode (Işık Yayan Diyot)
MATLAB :Matrix Laboratory (Matris Laboratuvarı)

GENETİK ALGORİTMALAR İLE AYDINLATMA HESABI OPTİMİZASYONU

ÖZET

Günümüzde enerji ihtiyacı, ulusal ve uluslararası gündemde oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Enerji kaynaklarının azalması ve enerji tüketiminin artması, ülke ekonomilerinin dışa bağımlılığını arttırmakta ve ekonomik problemlere yol açmaktadır. Enerji maliyetlerini azaltmak adına birçok çalışma yapılmış ve halen de yapılmaktadır. Gerektiği kadar aydınlatma yapılarak aydınlatma maliyetlerinin azaltılması, enerjiyi verimli kullanmak açısından önemlidir.

Yapay aydınlatma sistemleri, gelişen teknoloji ile beraber çok çeşitli aydınlatma elemanlarıyla oluşturulabilmektir. Uygun görme koşullarını sağlayabilmek için, aydınlatma elemanının seçimi ve gerekli aydınlatma elemanı sayısının bulunması, iç mekan aydınlatma hesaplarıyla yapılabilmektedir. Temel hesaplama yöntemleri, iç mekanın yansıma ve ebat bilgilerinin yanı sıra, aydınlatma elemanının bilgilerini ve tij boyunu girdi olarak kullanmakta ve sadece gerekli aydınlatma elemanı sayısını çıktı olarak vermektedirler.

Bu tez çalışması ile, genetik algoritmaların bir optimizasyon aracı olarak kullanıldığı iç mekan aydınlatma hesaplama yöntemi önerilmektedir. Önerilen yöntemde, mevcut yöntemlerin aksine, aydınlatma elemanı sayısıyla beraber, aydınlatma elemanının tipi ve tij boyu da belirlenebilmekte ve bu en ekonomik koşullarda gerçekleştirilmektedir. Matlab-GUI kullanılarak hazırlanmış görsel bir ara yüz ile, veri tabanından en uygun aydınlatma elemanı seçimi, yapılan seçime göre aydınlatma elemanı sayısı ve uygun tij boyu bulunmaktadır. Tez çalışmasında, gerekli veriler toplanıp Microsoft Excel çalışma kitabına kaydedilerek veri tabanı oluşturulmuştur. Bu verileri işleyen, kullanımı kolay, görsel ve çalışma hızı veri yoğunluğundan etkilenmeyen, pratik bir yazılım gerçekleştirilmiştir. Bu yazılım kullanılarak, örnek aydınlatma hesapları yapılmış ve sonuçları incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Genetik Algoritma, İç Mekan Aydınlatma Hesabı, Matlab GUI

LIGHTING CALCULATION OPTIMIZATION WITH GENETIC ALGORITHMS

ABSTRACT

Nowadays, demand for energy has become an important issue both in national and international agenda. Decrease in the number of energy sources and increase in energy consumption has raised the economic dependence of one country to another and economical crisis. Large number of studies has been carried out to reduce the energy cost. For efficent use of energy, keeping the lighting at the needed level and reducing the cost of lighting is vital.

With today's technology, artificial lighting systems can be created by using various lighting tools. To provide clear seeing conditions, choosing appropriate lighting tools in the required amount is necessary. And this can be done by calculating indoor lighting. Basic calculation methods can just tell the required amount of lighting tools as output by using the lighting tools information, the length of rod and also the reflection and size of indoor information as input.

With this thesis, indoor lighting calculation method that genetic algorithms is used as an optimization tool is recommended. The proposed method, unlike the existing methods, with the number of lighting elements, lighting element type and rod length can be determined and this is also the most economical conditions, are carried out. Using an visual interface prepared with Matlab-GUI, to be found the selection of the most appropriate lighting element in the database, number of lighting elements and appropriate rod size. In this thesis study, database has been created after collecting necessary data and recording it on Microsoft Excel study book. A practical software has been created which processes the data, easy to use, visual and operation speed is not affected by intensity of data. And results regarding the input data have been examined.

Keywords: Genetic Algorithms, Interior Lighting Calculations, Matlab GUI

GİRİŞ

Mekanları ve içinde bulunan nesneleri gerçek büyüklükleri ve doğal renkleri ile fark edebilmemiz için, doğal ve yapay aydınlatma araçları ile nesnelerin üzerine ışık göndererek görmemizi sağlayan sistemlere aydınlatma denir. Günümüzde iç aydınlatmadan, sadece etrafımızdaki cisimlerin seçilebilmesinin çok ötesinde, fizyolojik bakımdan yeterli ve hızlı görmeyi sağladığı gibi, psikolojik bakımdan da huzur vermesi, sıcak bir atmosfer sağlaması, konfor ihtiyacını temin etmesi ve ekonomik olması beklenmektedir [1].

Aydınlatma sistemlerinin amacı, aydınlık seviyesini belirli bir noktaya getirmekten ziyade en iyi şekilde görüş koşullarına ulaşmaktır. Doğal ışık kaynaklarının istenilen görüş koşullarını sağlayamadığı kapalı mekanlarda yapay ışık kaynakları kullanılarak hedeflenen görüş koşullarına ulaşılmaktadır. Yapay ışık kaynakları iç mekan aydınlatmalarında doğal ışık kaynağı olmaksızın istenilen görüş koşulunu sağlamaktadır.

Günümüzün karmaşık ve zor koşulları, problemlere hızlı ve kolay çözüm veren yeni çözüm yöntemleri arayışına neden olmuştur. Özellikle sert (hard) optimizasyon teknikleri yerine, yumuşak hesaplama (soft computing) ve evrimsel algoritma (evolutionary algorithm) kullanımı ön plana çıkmıştır. Evrimsel yaklaşımlardan olan genetik algoritmalar da, bu arayışlar içinde önemli bir yer tutmaya başlamıştır. Uygulama başarısı artan ve sürekli geliştirilmeye çalışılan genetik algoritmalar, diğer yumuşak hesaplama yöntemleri ile birlikte kullanılarak, hibrit çözümler geliştirilmesine çalışılmaktadır [2].

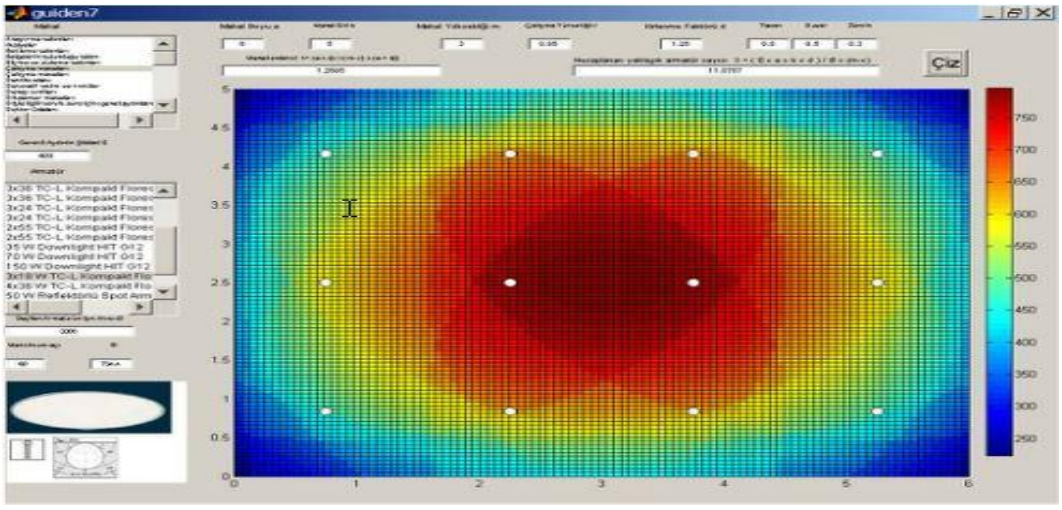
Genetik algoritmalar, doğal seçilim ilkelerine dayanan bir arama ve optimizasyon yöntemidir. Temel ilkeleri John Holland tarafından ortaya atılmıştır ve sonrasında, genetik algoritmalar hakkında birçok bilimsel çalışma yayınlanmıştır. Ayrıca, genetik algoritmaların teorik kısmı ve uygulamaları hakkında birçok uluslararası konferans da düzenlenmektedir. Genetik algoritmaların, fonksiyon optimizasyonu,

çizelgeleme, mekanik öğrenme, tasarım, hücresel üretim gibi alanlarda başarılı uygulamaları bulunmaktadır.

Bu tez çalışmasında, genetik algoritmaların farklı yöntemlerle birlikte kullanılabilme esnekliğinden yararlanılarak, birçok değişkene sahip olan aydınlatma sisteminin değişkenlerinin genetik algoritma ile optimize edilmesi hedeflenmiştir. Çalışma kapsamında; yapay ışık kaynakları ile yapılan iç mekan aydınlatması, aydınlatma hesabı ile ilgili bilgiler, tasarım için gerekli koşullar, hesaplama yöntemleri ve genetik algoritmalar konu edilmektedir.

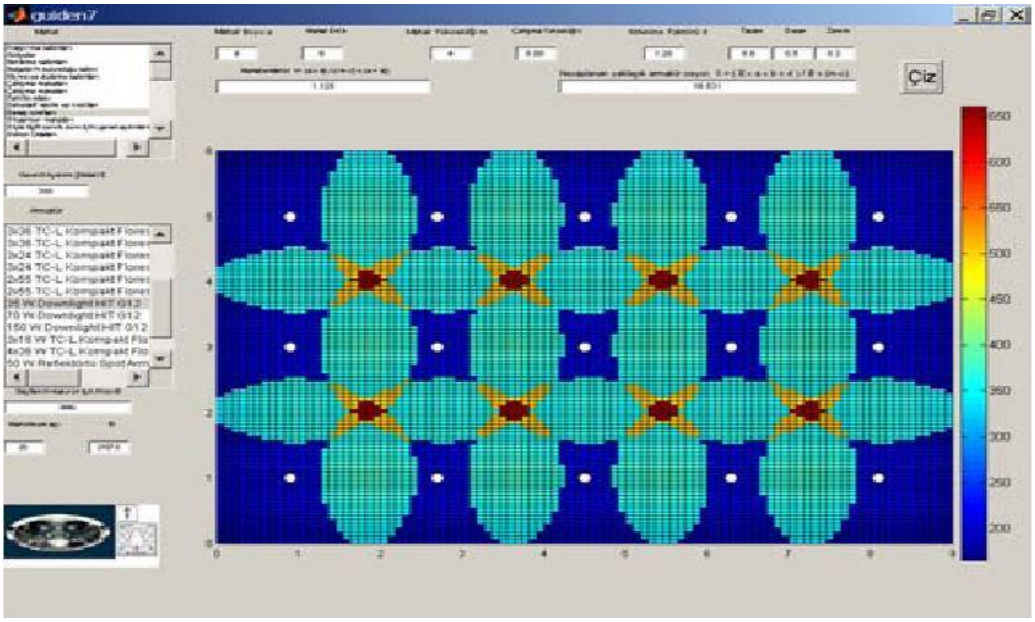
İç mekanlarda aydınlatma hesabı için gerekli verilerin barındırılması için Microsoft Excel çalışma kitabı kullanılmıştır. Bu veriler genetik algoritmalar kullanılarak optimize edilmiştir. Doğru hesaplama ve ışık kaynağı seçimi yapılarak iç mekanda olması gerekli aydınlık düzeyinin bilgisayar desteği ile hesaplanması amaçlanmıştır.

Son yıllarda aydınlatma sistemleri alanında önemli gelişmelerin kaydedildiği gözlenmektedir. Gelişen teknoloji ve imkanlarla her geçen gün iç ve dış mekan aydınlatma bir üst seviyeye taşınmaktadır. Bu alanı daha iyiye taşımak adına birçok tez ve makaleler yazılıp çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bunlar arasından birkaç örnek verecek olursak; Erdem'e [3] ait yüksek lisans tezinde, aydınlatma sistemine ait veriler ve tasarım ölçütleri dikkate alınmış, aydınlatmada sorun teşkil eden veriler için bir veri tabanı oluşturulmuş, armatür seçimine göre aydınlatma hesabı yapılmış, armatür sayısı ve yerleşimi belirlenmiştir.



Şekil 1. Erdem [3] tarafından yapılan 1. aydınlatma örneği simülasyonu

Şekil 1'deki simülasyonda çalışma masalarının bulunduğu, 400 lüks minimum aydınlık düzeyine ihtiyaç duyulan bir mahal ele alınmıştır. 3 x 18 W TC-L kompakt flüoresan 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 açılara da ışık verebildiği için mahalde orta kesimler daha aydınlık gözükmektedir [3].



Şekil 2. Erdem [3] tarafından yapılan 2. aydınlatma örneği simülasyonu

Şekil 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 [3].

Bir diğer çalışmada ise, Aytimur [4] Microsoft Excel'de Şekil 3'te görülen hesaplama sistemini hazırlamış olup, aydınlatılacak mekana ait tüm veriler alınarak o mekanı aydınlatmak için gerekli olan armatür sayısı hesaplanmıştır.

İç mekan aydınlatma için yapılan bütün bu çalışmalarda, aydınlatma elemanı bilgileri hesaplamalarda veri olarak kullanılmış, seçilen aydınlatma elemanına göre lamba

sayısı hesaplanmıştır. Bu tez çalışmasında ise, bunlardan farklı olarak, aydınlatılacak iç mekan için uygun lamba türünün seçimi ve tij boyu yapılan bilgisayar destekli program tarafından belirlenmektedir. Aydınlatma elemanının seçiminde, ekonomiklik ve gerekli aydınlık düzeyinin karşılanması göz önünde bulundurulmaktadır.

AYDINLATMA HESABI

MAHAL İSMİ	SALON	ODA	MUTFAK	DÜKKAN	ATELYE	OTOPARK
Mahal eni (a) (m)	4,3	2,45	3,2	3,2	3,2	3,2
Mahal boyu (b) (m)	6,8	3,1	4,6	4,6	4,6	4,6
Mahal yüksekliği (H) (m)	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60
Armatür yüksekliği (h) (m)	2,60- 0,85	2,60- 0,85	2,60- 0,85	2,60- 0,85	2,60- 0,85	2,60- 0,85
İstenilen aydınlık şiddeti (E) Lüx	100	50	125	250	250	60
Tavan-duvar-yer yansıtma faktörü	80-50-30	80-50-30	80-50-30	80-50-28	80-50-29	80-50-30
Mahal endeksi (k) k=a x b / h x (a+b)	1,51	0,78	1,08	1,08	1,08	1,08
Mahal verimi (cetvelden) (h)	0,45	0,29	0,37	0,37	0,37	0,37
Seçilen armatür gücü (W)	100	100	60	40	40	40
Seçilen armatür ışık akısı (Ø)	1380	1380	730	2050	2050	2050
Seçilen armatür tipi	N	J	J	U	U	U
Hesaplanan armatür sayısı Z=E x a x b x 1,25 / Ø x h	5,89	1,19	8,52	6,06	6,06	1,46
Kullanılacak armatür sayısı	N3x100W	J1 x 100 W	J9 x 60 W	U6 x 40 W	U6 x 40 W	U1 x 40 W

Şekil 3. Aydınlatma hesabı çalışması [4]

Bu çalışma toplam altı bölümden oluşmaktadır. Bölüm 1'de, aydınlatma ve aydınlatma sistemleri konusu, kapsamı, kullanım amaçları, çeşitleri ve etkilerinden bahsedilmektedir.

Bölüm 2'de, iç ve dış mekan olarak ikiye ayrılan aydınlatma sisteminin, iç mekan kısmı ele alınmakta, iç mekanlarda aydınlatma hesabının nasıl yapılacağı açıklanarak, farklı mekan ve veriler için örnek hesaplamalar yapılmaktadır.

Bölüm 3'te, genetik algoritmalar konusu anlatılmakta, bir genetik algoritmanın akış diyagramı verilmekte, kullanım alanlarından bahsedilmekte, genetik operatörler açıklanmaktadır.

Bölüm 4'te, uygulamanın gerçekleştirileceği Matris Laboratuvarı Grafiksel Kullanıcı Ara Yüzü (MATLAB-GUI) araçları ve özellikleri hakkında açıklamalar yapılıp, örnekler verilmektedir.

Bölüm 5'de, genetik algoritmaların aydınlatma sistemi hesaplamalarında kullanılabilmesi için bir uygulama yazılımı gerçekleştirilmiş olup, gerçekleştirilen yazılımın çalışması açıklanmaktadır.

Bölüm 6'da ise, genetik algoritmaların aydınlatma sistemi hesaplamalarında kullanılmasına ilişkin genel bir bakış yapılmakta, tez çalışması ile elde edilen sonuçlar değerlendirilmektedir.

1. AYDINLATMA

Mekanları ve içinde bulunan nesneleri gerçek büyüklükleri ve doğal renkleri ile fark edebilmemiz için, doğal ve yapay aydınlatma araçları ile nesnelerin üzerine ışık göndererek görmemizi sağlayan sistemlere aydınlatma denir. Günümüzde iç aydınlatmadan, sadece etrafımızdaki cisimlerin seçilebilmesinin çok ötesinde, fizyolojik bakımdan yeterli ve hızlı görmeyi sağladığı gibi, psikolojik bakımdan da huzur vermesi, sıcak bir atmosfer sağlaması, konfor ihtiyacını temin etmesi ve ekonomik olması beklenmektedir [1].

Aydınlatmanın amacı; belli bir aydınlık düzeyi elde etmekten ziyade, iyi görme koşullarının sağlanmasıdır. Aydınlatılacak olan mekanlarda nesnelerin görsel olarak algısının iyi olması için doğru aydınlatma türü seçilmelidir. Amacı bakımından aydınlatma üçe ayrılır:

1.1. Amacı Bakımından Aydınlatma Çeşitleri

1.1.1. Fizyolojik Aydınlatma

Burada amaç, cisimleri şekil, renk ve ayrıntıları ile rahat ve hızlı görebilmektir. Dolayısıyla bu koşulları sağlayan bir aydınlatmaya fizyolojik aydınlatma denir. Herhangi bir aydınlatma türünde olduğu gibi fizyolojik aydınlatmada da gözün görme yeteneğini bozabilecek ve fizyolojik rahatsızlıklar doğurabilecek etkilerden, örneğin göz kamaşmasından, kesinlikle kaçınılması gerekir.

1.1.2. Dekoratif Aydınlatma

Burada amaç, görülmesi istenen cisimleri bütün ayrıntıları ile göstermek değil, daha çok estetik etkiler uyandırmaktır. Bu aydınlatma türünde mimarın rolü büyüktür.

1.1.3. Dikkati Çeken Aydınlatma

Bu tür aydınlatmanın kullanılmasındaki amaç genel olarak ışıklarla dikkati çekerek reklam yapmaktır. Bu aydınlatma türünde genellikle renkli ışıklar, hareketli düzenekler kullanılır.

1.2. Aydınlatma Sistemleri

Aydınlatma sistemleri en genel haliyle, aydınlatılan mekan ve bu mekanda bulunan her türlü nesneyi canlı, net, gerçek boyutlarıyla görebilmemiz için gerek doğal gerekse yapay aydınlatma araçlarının kullanılarak ışığın nesnelerin üzerine yollanmasıdır.

Aydınlatma sistemlerinin en temel amacı; sadece belirli bir bölgeyi aydınlatmak değil, o bölgede görme koşullarını en yüksek düzeyde tutmaktır. Bunun sağlanması içinde hangi nesne ve bölge aydınlatılacaksa ona göre en uygun aydınlatma türü seçilmelidir.

Bölgelik aydınlatmanın ön plana çıkarılması için yapılan aydınlatma düzeyinin, genel aydınlık düzeyinden en az üç kat daha fazla olması gerekmektedir [5].

1.2.1. Genel aydınlatma

Bir yerin, bazı bölgelerindeki özel gereksinimler dikkate alınmadan, oldukça eş değerde bir aydınlık düzeyinin elde edilmesine genel aydınlatma denir. Örneğin bir sınıfta, okuma salonunda, aynı türden işlerin yapıldığı yerlerde genel aydınlatmaya gereksinim vardır [6].

Bir bölgenin aydınlatılmasının genel veya bölgesel aydınlatma olması var olan aydınlık düzeyi değişimine bağlıdır. Belirli bir mekanda aydınlığın dağılımı yeterince düzgünse ve değişim göstermiyorsa buna genel aydınlatma denir. Genel aydınlatma tanımı Sirel [5] tarafından, belli yerlerde özel gereksinimler dikkate alınmadan bir alanın bütünüyle aydınlatılması olarak verilmiştir. Genel aydınlatmanın bir diğer adı da fizyolojik aydınlatmadır. Genel aydınlatmanın amacıysa, mekan içerisindeki nesnelerin net bir şekilde algılanabilmesi için aydınlığı en iyi düzeye getirmektir. Bu düzeyi ayarlarken dikkat edilmesi gereken nokta ise mekanın tamamını aynı düzeyde aydınlatmaktır.

İdeal bir genel aydınlatma sistemi, görsel açıdan yormayan bir aydınlık düzeyiyle yapılanıdır. Bunları yaparken de armatürler kullanılır, bu armatürler farklı fiziksel özelliklere sahiptir. Armatürlerin sahip olduğu fiziksel farklılıklar genel aydınlatma

biçimlerini oluşturmuştur. Bu biçimlerin özelliğiyse, aydınlatılan mekanda belirli bir kısmın diğer kısımlara göre aydınlık düzeyinin az ya da çok olmasıdır.

1.2.2. Bölgesel aydınlatma

Bir bölgede belirli bir kısmın diğer taraflardan farklı olarak yüksek oranda aydınlatılıp bu bölgenin öne çıkmasını sağlamak amacıyla yapılan aydınlatmaya bölgesel aydınlatma denir. Bir alanda bölgesel aydınlatma yapılıyorsa, o alanın genel olarak aydınlatılması, istenilen bölgenin de aydınlık düzeyinin doğru olarak belirlenmesi gerekir.

Bölgesel (lokal) aydınlatma, genel aydınlatma ile aydınlatıldığı halde istenilen detayların yeterince gösterilemediği ve kullanıcının dikkatinin mekan içinde bir noktaya ya da yöne çekmede genel aydınlatmanın yetersiz kaldığı durumlarda genel aydınlatmaya ek olarak yapılan aydınlatma biçimidir [7].

Bölgesel aydınlatma bazen genel aydınlatmanın yapılmadığı yerlerde de kullanılmaktadır. Bu yanlış bir uygulamadır, çünkü bölgesel aydınlatma yapabilmenin ilk şartı ortamın görselliği sağlamak için genel olarak aydınlatılmasıdır. Ortamın genel olarak aydınlatılmasından sonra bölgesel aydınlatılmaya geçildiğinde dikkat edilmesi gereken bir durum vardır. Bu durum, bölgesel aydınlatma yapılacak yerin görüş açısından sorun yaşatmaması için belirli oranlarda genel aydınlatma yapılmalıdır.

Bölgesel aydınlatma, yönelik olduğu amaca göre farklı isimler alır. Bunlara örnek olarak noktasal aydınlatma, bölge vurmalı aydınlatma, vurgu aydınlatması, dekoratif aydınlatmayı verebiliriz [8].

Genel aydınlatma ve bölgesel aydınlatmayı kıyaslayacak olursak, bölgesel aydınlatma, aydınlık düzeyi olarak genel aydınlatmaya göre daha zayıf ve düşük etkiye sahiptir.

Bir mekanın aydınlatılması için tasarım yapılırken, bölgesel aydınlatmanın genel aydınlatmayı geri planda bırakmamasına özen gösterilmelidir. Bölgesel aydınlatma yapılan bir mekanda, görsel algı iyi bir düzeyde değilse, yapılan aydınlatma tasarımı başarısız ve etkisiz olmuştur. Bölgesel aydınlatmanın başarılı olmasının en önemli

koşulu genel aydınlatmanın iyi olmasıdır. Bölgesel aydınlatmanın yapılmasının amacı bir mekanda belirlenen bir bölgenin istenilen şekil ve özelliklere göre aydınlatılmasıdır. Bölgesel aydınlatmaya bir örnek verecek olursak; flüoresan lamba kullanılarak aydınlatılan bir mekanda, bazı yerlerin daha net görülebilmesi için o kısımların akkor lambalarla aydınlatılarak gölgeli bir aydınlık elde edilir. Bölgesel aydınlatmada önemli olan belirli bir bölgeyi ön plana çıkarmaktır. Örneğin; bir sanat merkezinde sadece genel aydınlatılma kullanılması yeterli bir uygulama değildir. Sergilenen eserler yeteri kadar ön plana çıkmaz, bu nesneleri ön plana çıkarmak için bölgesel aydınlatma yapılmalıdır.

Bölgesel aydınlatmanın bir diğer işlevi mekan içerisinde yönlendirme yapmasıdır. Bu yönlendirme sayesinde mekan algılanması kolaylaşır. Bölgesel aydınlatma gerekli teknik özellikleri sağlarken tasarımcının vermek istediği mesajı da iyi bir şekilde vurgulamalıdır. Tasarımcı bu vurgulamayı ışığı kullanarak yapar.

Mekanda oluşturulan aydınlık mimarisi ile kullanıcının görme duyusu yanında duygularına da hitap edilmiş olunur. Mekanda verilmek istenen mesaj, diğer öğelerin toplamıyla kullanıcıya hissettirilir. Kullanıcı fizyolojik olarak içinde bulunduğu ortamı farklı aydınlatmalarla farklı şekilde algılayabilir. Bu durumun ortaya çıkmasında kullanıcının geçmişten gelen deneyimleri, o an içinde bulunduğu durum vb. birçok faktör vardır [8].

1.3. Aydınlatma Türleri

Aydınlatma yapılacak mekanın, görsel olarak anlaşılabilir, görüntüsünün kaliteli ve mimari olarak kurallara uygun olarak tasarlanıp aydınlatılması aydınlatma sistemin en önemli amacıdır. Bu amacı gerçekleştirirken kullanılan ışık, aydınlatma sisteminin en önemli unsurudur. Aydınlatmada kullanılan ışık, fiziksel ve niteliksel açıdan aydınlanma tekniğine uygun olmalıdır.

Aydınlanma tekniğine uygun olmayan biçimlendirilmemiş ışıklar, ışığın görsel olarak kalitesinin düşmesine, enerji kaybına, maliyetin artmasına ve birçok olumsuzluğa neden olur. Bu olumsuzları en aza indirmek ya da önlemek için kullanılan doğal ya da yapay ışık, aydınlatma tekniğine uygun olarak düzenlenmelidir.

Aydınlatmayı yapacak olan tasarımcılar ilk etapta mekanı kullanacak olan grubun ihtiyaçlarını, ekonomik şartlarını, estetik ve mimari konuları bir bütün olarak ele alıp bu şartlara göre mekanı aydınlatmalıdırlar. Mekan aydınlatmada üç yöntem vardır. Bunlar;

- Doğal Aydınlatma
- Yapay Aydınlatma
- Bütünleşik Aydınlatma

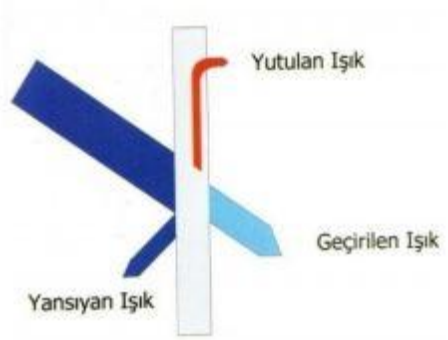
1.3.1. Doğal (Günışığı) aydınlatma türleri

Aydınlatma sistemlerinin ilk ışık kaynağı günışığı olmuştur. Geçmişten günümüze mimari işlemlerde günışığı, tasarımı yönlendiren etkenlerden biri olmuştur. Mimari yapılarda günışığından doğru şekilde yararlanarak iyi bir ışık dağılımı yapılması amaçlanmaktadır. Bu durum mimari çalışmaları bir nevi kısıtlamaktadır. Yapay aydınlatma elemanlarının bulunmasıyla mimari tasarımlarda özgürleşme yoluna girilmişse de yapma ışık kaynaklarının enerji tüketiyor olması günışığıyla birlikte kullanımını gerektirmiştir. Günışığının etkin bir şekilde kullanılması enerji tasarrufu sağlamaktadır.

Binalarda aydınlatma enerjisi tüketiminin azaltılması amacıyla öncelikle günışığının etkin kullanımına yönelik çözümler geliştirilerek yapma aydınlatma sisteminin devrede olması gereken süre olabildiğince kısaltılmalıdır. Günışığının etkin kullanımını sağlayan bir tasarım, yerleşme ölçeğinden başlamak üzere bina, hacim, yapı elemanı ve malzeme ölçeklerinde alınacak kararlara bağlıdır [9].

Günışığı kullanılarak yapılan doğal aydınlatma sistemleri iki tür değişkene sahiptir. Bu değişkenler doğal değişkenler ve yapay çevre değişkenleridir. Doğal değişkenler içerisinde yer alan dış çevrenin aydınlık düzeyi ve mekanın özellikleri, tasarımı gerçekleştirecek olan çalışanlar için tasarım verisi olarak ele alınırlar. Doğal değişkenlerden olan dış aydınlık düzeyi çevrenin iklimi, coğrafi şartlar, atmosferin durumuna göre sürekli değişen değerlere sahiptir. Çeşitli hesaplama yöntemleriyle bu değişkenlerin değerleri hesaplanır.

Mimari yapılarda günışığının iç ortama taşınmasını sağlayan, yapının dış tarafında bulunan yapı elemanlarına pencere denir. Günışığını iç ortama yansıtan pencereler tasarlanırken birçok durumdan etkilenirler. Bunlar fiziksel, psikolojik, estetik ve kültürel etkenler olarak sıralanabilir. Pencerelerle aydınlatma yapılırken uygun boyutlar ve konumlar seçilmelidir. Şekil 1.1'de, pencereye gelen günışığının iç ortama nasıl yansıtıldığı görülmektedir.



Şekil 1.1. Camın ışık geçirgenliği, yansıtıcılığı ve yutuculuğu [10]

Güneşin değişik konumları mimari bir mekanda ışığa bağlı olarak farklı mekan izlenimleri verir. Yapının üç boyutlu ve sabit olmasına rağmen değişen zaman boyutu mekan algılamasında da farklı boyutlar ekleyerek, çeşitli mekan görüşlerini oluşturur. Yeryüzünde bir mekanın nasıl göründüğü, beyinde mekan kavramının nasıl algılandığı, ışığın mimari mekana olan etkisinin önemini anlamak açısından önemlidir [10].

Işık, ışığın sağladığı aydınlık, ışığın olmaması durumunda ortaya çıkan karanlık ve iki faktörün birleşimi olan gölgeler, içinde bulunulan mekana anlam yüklenmesinde yardımcı olurlar. Mekanın ışık boyutu, kişinin algılamasını yönlendirerek kullanıcıya mekan içinde bir yol çizer. Aynı oda, duvarlarındaki açıklıkların boyutlarının ve yerleşimlerinin değişmesi sonucu çok farklı mekansal izlenimler verebilir. Bir pencereyi duvarın ortasından köşeye doğru kaydırmak odanın tüm karakterini tamamen değiştirebilir [11].

İç ve dış mekan aydınlatmada günışığı, kullanılan temel kaynaktır. Doğal aydınlatma yapılırken kullanılan elemanlar pencereler ve çatıdan gelen ışıklardır. Aydınlatmanın gerçekleşmesi için kullanılan araç gereçler ne olursa olsun günışığının doğru

kullanılması, çalışılan mekanda aydınlatma problemiyle karşılaşılmasını ortadan kaldırır.

1.3.2. Yapay aydınlatma türleri

İç mekanların aydınlatılmasında günışığının yanı sıra kullanılan bir diğer etmen ise yapay aydınlatmadır. Yapay aydınlatma kavramının ortaya çıkışı ateşin bulunmasına dayanmaktadır. Daha sonra ampulün bulunmasıyla yapay aydınlatma teknolojisinin ilerleyişi hızlanmıştır. Ateşin bulunuşu toplumları karanlıktan kurtarmış ve geceleri biten hayatı canlandırmıştır. Ateşten sonra ampulün icadı ile bu teknoloji farklı bir şekil almış ve aydınlanmanın yanı sıra başka amaçlara da hizmet etmeye başlamıştır. Günümüze geldiğimizde, yapay aydınlatma sistemleri estetik ve görsel zevklerimize hitap edip ruhsal olarak insanlara farklı duygular hissettirebilmektedir.

Biyolojik bakımdan insan gözü farklı türdeki aydınlatma değerlerini algılayabilir. Aydınlatmada kullanılan ışığın yapısına göre, çevreyi görüp algılamamızı sağlayan gözümüz, etraftaki nesneleri farklı algılayabilir. Gözün bu özelliğinden faydalanarak tasarımcılar, yapay ışığı kullanıcıyı etkilemek için bir malzeme olarak kullanma imkanına sahip olurlar.

Günümüz teknolojisinde mimarinin gelişmesiyle çok katlı binalar yapılmaya başlanmıştır. Bu tarz yüksek bina veya kapalı yapılarda aydınlatma yapılırken günışığından yararlanma imkansız hale gelmiş olup, aydınlanma için yapay ışığa olan ihtiyaç ortaya çıkmıştır. Aydınlanma teknolojisinin ilerlemesiyle yapay ışığın kontrolü de ilerleme kaydetmiştir. Günışığından yararlanamama, yapay aydınlatma teknolojisindeki hızlı gelişmeler yapay ışığı popülerleştirmiştir.

İç mekan aydınlatılırken kullanılan yapay ışığın bir diğer işlevi de atmosfer yaratmaktır. Yapay ışık, kullanım olarak kolay olması, teknik özellikleri ve kontrol edilebilirlik açısından bir mekanda farklı atmosferler yaratmak için tasarımcıların vazgeçemedikleri bir öğe olmuştur.

Yapay ışığın oluşturduğu aydınlığı etkileyen değişkenler [12];

- Lambaların özellikleri (verim, ışık rengi, ömür, vb.)

- Aydınlatma aygıtlarının (armatürlerinin) özellikleri (verim, ışık yoğunluk dağılımı, konum, sayı, vb.)
- Hacim iç yüzeylerinin ışık yansıtma özellikleri

olarak sıralanabilir. Bu nedenle, yapay aydınlatma tasarımı yapılırken, söz konusu değişkenler gereksinim duyulan, hem nicelik hem de niteliği sağlayacak özellikte seçilmelidir. Yapay ışıktan gereği gibi yararlanabilmek için, aydınlığın niceliği bakımından belli bir aydınlık düzeyini sağlayacak lamba ve aygıtlar seçilirken örneğin; ışık rengi açısından konunun özelliklerine uygun lamba seçilmelidir.

Bir mekan aydınlatılırken kullanılan aydınlatma elemanından çıkan ışığın, kullanılacak mekana yansıma oranına aydınlatma şekli denir. Üç tür aydınlatma şekli bulunmaktadır.

Kapalı mekanların aydınlatılması olan iç mekan aydınlatmada çalışma alanına ışığın gönderilmesi tavan ve duvarlardan yansıtmayla yapılır. Böylelikle çalışma alanı aydınlatılmış olur. Bu tür aydınlatmanın kullanıldığı mekanlar; hastaneler, evler, okullar, sinemalar gibi kapalı ortamlardır. Kullanılan bu aydınlatma türünün de değişen bazı özelliklerden dolayı alt türleri vardır. Bunlardan ilki dolaysız aydınlatma olup, aydınlatma elemanından çıkan ışığın toplam akısının %90 ile %100'ünün alt yarı uzaya gitmesi olarak tanımlanabilir. İkinci tür olan yarı-direk (yarı dolaysız) aydınlatmada, toplam ışık akısının %60 ile %90'ının alt yarı uzaya gitmesi söz konusudur. Üçüncü tür olan karma aydınlatma sisteminde ise, ışık akısının %40 ile %60'ı alt uzaya gider. Alt uzaya giden toplam ışık akısı, %10 ila %40 ise yarı-endirekt (yarı dolaylı), %0 ila %10'u alt uzaya gidiyorsa endirekt (dolaylı) aydınlatma sistemi olarak adlandırılır. Tablo 1.1'de yapay aydınlatma biçimleri tablosu verilmektedir.

1.3.2.1. Dolaysız aydınlatma

İç mekanı aydınlatmak için kullanılan aydınlanma kaynağından çıkan toplam ışık akısının %90 ile %100'ünün aydınlatılacak yüzeye yollanmasına dolaysız aydınlatma denir. Dolaysız aydınlatma kullanılan mekanlarda sert gölgeler elde edilmektedir. Bu tür aydınlatmaya en iyi örnek spotlardır ve en çok sanat eserlerinin aydınlatılmasında

kullanılırlar. Bu sanat eserleri hacimli olmalıdır. Heykeller gibi keskin sınırlar ve gölgelerle bu tür eserler çok iyi aydınlatılırlar.

1.3.2.2. Yarı dolaysız aydınlatma

İç mekanı aydınlatmak için kullanılan aydınlanma kaynağından çıkan toplam ışık akısının %60-%90'nın aydınlatılacak yüzeye yollanmasına denir.

1.3.2.3. Karma ya da yayınık aydınlatma

Çalışma düzlemine ışığın %40~60 oranında gönderilmesini sağlayan aydınlatma sistemine karma ya da yayınık aydınlatma denir. Tavan ve duvar yansıtıcıları bu aydınlatma türüne en iyi örnektir.

1.3.2.4. Yarı dolaylı aydınlatma

Işık yoğunluğu dağılımı, yayımlanan ışık akısının %10~40 oranı, sınırsız varsayılan yararlı düzleme düşecek biçimde olan ışıklıklar ile yapılan aydınlatma türüdür [13].

1.3.2.5. Dolaylı aydınlatma

Işık yoğunluğu dağılımı, yayımlanan ışık akısının % 0~10 oranı, sınırsız varsayılan yararlı düzleme düşecek biçimde olan ışıklıklar ile yapılan aydınlatma türüdür [14].

Tablo 1.1. Yapay aydınlatma biçimleri tablosu

	Işığın Yönü (Aşağı)	Işığın Yönü (Yukarı)	Enerji Harcaması	Verim Durumu	Gölge Durumu	Yansıma Kamaşma Durumu
Dolaysız Aydınlatma	%90-100	%10-0	Az	Yüksek	Sert	Gölge Oluşur
Dolaylı Aydınlatma	%10-0	%90-100	Çok	Düşük	Yumuşak	Gölge Oluşmaz
Yarı Dolaylı Aydınlatma	%40-10	%60-90	Orta	Yüksek	Sert	Gölge Oluşur
Yarı Dolaysız Aydınlatma	%60-90	%40-10	Orta	Düşük	Yumuşak	Gölge Oluşmaz
Karma Aydınlatma	%50	%50	Orta	Orta	Oluşmaz	Oluşmaz

Yapay ışıklar çevredeki nesnelerin renklerinin algılanmasında büyük rol oynar. Aydınlatılacak mekanlarda kullanılan yapay ışık kaynaklarından elde edilecek görüntünün iyi olması için üç amaç vardır.

- Görünürlülüğün sağlanması: Aydınlatılacak yüzeydeki nesne ve varlıkların görselliğinin anlaşılabilmesidir.
- İyi bir görüntünün elde edilmesi: Mekanda bulunan nesnelerin renklerini doğru bir şekilde ayırt edebilmek, en ufak detayın bile görünmesini sağlamaktır.
- Yapay ışık ile elde edilen görüntünün gereği gibi olması: İç mekanda yaratılmak istenen atmosferi oluşturmak ve belirli kısımları öne çıkarabilmek amaçlanır.

1.3.3. Bütünleşik aydınlatma

Mekana uygulanan aydınlatma sisteminde, gün ışığından yararlanmanın olanaksız olduğu kısımlarda, yapay ışığın kullanıldığı sistemlere bütünleşik aydınlatma sistemi denir.

1.4. Aydınlatılan Yere Göre Aydınlatma Çeşitleri

1.4.1. İç mekan aydınlatma

Bir takım özellikleriyle dış çevreden bağımsızlaşmış, iç mekanların aydınlatılmasını içerir.

1.4.2. Dış mekan aydınlatma

Mimari yapının dışının çeşitli şekilde aydınlatılmasını konu alır.

1.5. Aydınlatma elemanları

Işık oluşturmak için kullanılan mum, lamba ve ampule ışık kaynağı denir. Lamba veya ampul elektrik enerjisinden ışık elde eden aydınlanma elemanlarıdır. Bu aydınlanma elemanlarında olması gereken özellikler aşağıda belirtilmiştir. Bunlar;

- Kullanılan ışık renk olarak gündüz ışığına yakın olmalıdır.
- Işık kaynağının ömrü uzun olmadır.
- Kullanım bakımından kolay olmalıdır.

- Bağlantı açısından karmaşık olmamalıdır.
- Fiziksel yapısı açısından darbelere karşı dayanıklı olmalıdır.
- Teknik açıdan çalışma kararlılığına sahip olmalı.
- Büyük ışık etkisine sahip olmalı.(birimi: Lümen / Watt.)

1.5.1. Akkor flamanlı (enkandesan) lamba

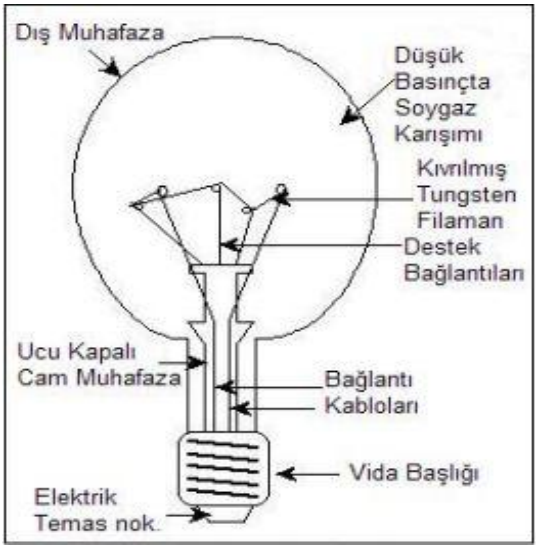
Yüksek sıcaklık altında kalan bir maddenin ışık üretmesiyle oluşan lambalara akkor flamanlı lamba denir. Katı ya da gaz halinde olan bu maddeler yakılarak veya içlerinden belirli bir miktar elektrik akımı geçirilip ısıtılarak maddenin cinsine göre bir ışık salar.

Akkor lambanın keşfi 1802 yılında Sir Humphry Davy tarafından platin şeritlerinin açık hava ortamında ısıtılmasıyla elde edilmiştir. Platin şeritlerin dayanıklılığının uzun süreli olmaması olumsuzluk yaratmıştır. Frederick de Moleyns 1841 yılında ısıtılmış olan odun kömürü tozunu platin şeritlerin arasına yerleştirerek ilk akkor lambayı bulmuştur. Şekil 1.2'de akkor flamanlı lambanın şematik gösterimi verilmiştir.

Bir ampulün içindeki havayı tamamen boşaltmaya yarayan vakumlu pompaların ortaya çıkması, aydınlatma sistemlerinde kullanılacak olan akkor lambaların bulunmasına zemin hazırlamıştır.

Aydınlatma sistemlerinde kullanılacak akkor lambanın gerekli teknik iş ve işlemlerini geliştiren Edison olmuştur.

Akkor lamba teknolojisi zaman içerisinde gelişmiş olup akkor telin yerini 1911'li yıllarda tungsten teli almıştır. Bu gelişmeden iki yıl sonra teller kıvrılarak halka biçimini almış ve ampullerin içi soy gaz olan azotla doldurulmuştur. Zamanla ampuller, istenilen aydınlatma gücüne göre farklı soy gazlarla doldurulmuştur. Yapılan bütün bu işlemler lambaların verimini arttırmıştır. Daha sonra, 1925'li yıllarda telin parlaklığını gizlemek için ampuller hidroflüorik asitle buzlandırılmıştır.



Şekil 1.2. Akkor flamanlı lambanın şematik gösterimi [15]

Akkor lambada üç kısım vardır:

- İlk kısım; akımın geçtiği ve madeni tel,
- İkinci kısım; cam tüp,
- Üçüncü kısım; başlık.

Tablo 1.2'de akkor telli lambaların üstünlükleri ve sakıncaları işlenmiştir.

Tablo 1.2. Akkor lambaların fayda ve zararları

Akkor flamanlı lambalar	
Üstünlükleri	Sakıncaları
1. Bağlantısı kolaydır.	1. Işık etkinliği küçüktür. (8-18,6 lm/W)
2. İlk tesis masrafı ucuzdur.	
3. Az yer kaplar.	2. Fazla enerji tüketir.
4. Hemen ışık verir.	3. Yeşile çalan renkleri iyi göstermez.
5. Doğru ve alternatif akımda kullanılabilir.	4. Fazla ısınır.
6. Çok sık yakılıp söndürülmesi ömrünü azaltmaz.	5. Ömrü oldukça kısadır.(1000 saat)
7. Kullanım alanı geniştir, az kullanılan tesisler için uygundur.	

1.5.2. Flüoresan lamba (deşarj)

Tüp şeklinde tasarlanmış olan flüoresan lamba, ışık vermeye yarayan bir maddeyle kaplanmış olup cıva buharlı lambadır. Bu tür lambalar monte edilirken elektrik şebekesine doğrudan bağlanmaz. Tablo 1.3'de bir flüoresan lambanın üstünlüğü ve sakıncalarından bahsedilmektedir.

Tablo 1.3. Flüoresan (deşarj) lambaların fayda ve zararları

Flüoresan (deşarj) lambalar	
Üstünlükleri	Sakıncaları
1. Işık etkinliği büyüktür.	1. Işık verme süresi uzundur.
2. Az enerji tüketir.	2. Bağlantısı zordur.
3. Fazla ısınmaz.	3. Yardımcı araçlara ihtiyaç duyarlar. (balast, starter, soket)
4. Yüksek aydınlıklar elde etmeye elverişlidir.	4. Kuruluş masrafı fazladır.
5. Ömrü oldukça uzundur. (12000 saat)	5. Çalışırken çıkardıkları ses gürültü halini alabilir.
6. Bazı türleri bütün renkleri iyi gösterir.	6. Yüksek tavanlı yerlerde kullanılmaya elverişli değildir.

Gazlar genel olarak yalıtkandır, fakat enerji verilip serbest elektronlar üretilirse iletken olurlar. Gazın iletkenliği, verilen gücün büyüklüğüne, gazın cinsine, basıncına, kabın ve elektrotların geometrik boyutlarına bağlıdır. Elektrik alanının etkisi altında serbest elektronlar anoda doğru hızla hareket ederler ve bu sırada gaz atomları ile çarpışırlar [16]. Çarpışma sırasında:

- Düşük hızda gerçekleşen çarpışmada, elektronların da hızları düşüktür ve atoma çarptıktan sonra elastik yansıma yapar. Burada kaybedilen enerji ısı enerjisine dönüşmüştür.
- Çarpışma hızı yüksek ise, elektronlar atoma çarptıktan sonra tüm enerjisini atoma geçirir.
- Elektronlar hız bakımından atomların gerilim hızıyla aynı büyüklükte ise, bu çarpışma sonucunda yeni parçalar oluşur.

1.5.3. Gazlı deşarj lambalar

Dış aydınlatmada daha çok tercih edilen gazlı deşarj ampuller iç mekanda genellikle endüstriyel alanda kullanılır. Gazlı deşarj lambaların bazı çeşitleri vardır. Bunlar;

- Cıva buharlı ampul,
- Sodyum buharlı ampul,
- Metal halide ampul,
- Neon ampul, şeklindedir.

1.5.4. Yarı iletken (LED) lambalar

Işık yayan diyotlar (Light Emitting Diode - LED), ilk olarak 1954 yılında bulunmuştur. Galyum fosfat (GaP) ile yapılmış bir diyotun, iletim yönünde akım geçirildiğinde kırmızı bir ışık yaydığı fark edilmiştir [17].

İlk ticari LED 1962 yılında üretilmiş olan kırımız renkteki LED'lerdir. Bu kırmızı LED'ler sinyal göstergelerinde kullanılmıştır. 1972 yılında ise, LED'lere radyal kılıflar üretilmiştir.

1980 ve 1990 yıllarının ilk dönemlerinde, LED teknolojisinde çok büyük gelişmeler yaşanmış, kırmızı LED'lerden sonra sarı, mavi, yeşil ve beyaz renkli LED'ler yapılmıştır.

Teknoloji geliştikçe, mevcut aydınlatma kaynaklarına bir yenisi daha eklenmekte ya da bunlara alternatif kaynaklar aranmaktadır. Aydınlatma sistemlerinde amaç günışığına en yakın ışığı, düşük maliyet, yüksek verim ve kullanım ömrü fazla olacak şekilde imal etmektir.

Bu yönde yapılan çalışmalar sonuç vermiş ve LED'leri kullanımımıza sunmuştur. Işık yayan diyot lambası da bir tür ışıldamalı lambadır. Aygıt yarı iletken bir diyot kristalinden oluşur. Akımın diyotun içinden geçmesiyle elektronlar oyuklarla (bölgesel pozitif yükler) birleşir ve daha düşük bir enerji düzeyine iner. Serbest kalan enerjinin bir bölümü bir foton olarak yayılır. Yayılan ışığın rengi, kullanılan kristal malzemeye bağlıdır. Örneğin yeşil LED'ler azotla işlenmiş galyum fosfordan yapılır [18].

Bir LED yongası yapı itibarı ile N ve P tipi yarı iletken katmanlar arasında sıkıştırılmış aktif katman tabakasından ve bunların elektriksel bağlantılarından oluşan opto-elektronik bir elemandır [19].

Yarı iletken madde olan LED'lerin temel maddesi silikondur. LED'ler ışık verirken foton açığa çıkarırlar. LED'lerin akıma karşı dirençleri sabit değil değişkendir. Akım ne kadar değişirse LED'in direncide o kadar değişir. Bu özelliğinden dolayı Bir LED'i akım kaynağına direkt olarak bağlayamayız.

LED aydınlatma sistemi, diğer sistemlerle karşılaştırıldığında düşük enerji, yüksek verim ve uzun ömür yönünden öne geçmektedir. LED lambalar parlaklıklarını çok uzun süre koruyabilir. Bu durum hem enerji tasarrufu sağlar hem de maliyeti düşürür.

LED'lerin avantajlarını şu şekilde sıralayabiliriz:

- Yaklaşık 100.000 saat ömre sahiptir.
- Dayanıklıdır, özellikle şoklara karşı.
- İçerisinde cıva yoktur.
- Yangın çıkarma riskine sahip değildir.
- Kullanıldığı armatürü ısıtmaz.
- Manyetik bir çakışmaya mahal vermez.
- Düşük enerji harcar.
- Kurulumu kolaydır.
- Verimi yüksektir.
- Çok kısa sürede ışık verir, bu süre 20 ms'dir.
- Bütün renklerde olabilirler.
- İçerisinde kırılgan bir yapı yoktur.
- Çalışırken doğru akımı kullanır.

LED'lerin ışık yayma süreleri genel olarak 100.000 saat olarak verilir. Bazı etkenlerin ortaya çıkması sonucunda LED'lerin ömürleri 50.000 saate kadar düşebilmektedir.

Bir LED'in ortama vereceği ışığın yarısını verene kadar geçirdiği süre o LED'in ömrünü göstermektedir.

1.6. Aydınlatmanın Etkileri

1.6.1. İyi bir aydınlatmanın sağlayacağı faydalar

Aydınlatma doğru bir şekilde yapıldığında;

- Görme açısından bakıldığında görüş yeteneği artar.
- Göz sağlığı açısından bakıldığında görme bozukluklarına engel olur.
- Görme açısından yeteneği ve performansı arttırdığı için verimli ve ekonomik olur.
- Görsel bakımdan rahatlatması psikolojik açıdan da rahatlatır.
- Kişilerin bulundukları yerde kendilerini iyi hissetmesini sağlar.
- Kişiler kendini güvende hisseder.

1.6.2. İnsan psikolojisi üzerindeki etkileri

Işığı tam olarak bir kalıp içerisine yerleştirmek mümkün değildir. Işık fizyolojik olarak aynı şekilde yansısa da psikolojik olarak farklı etkiler yaratır. Işık rengi, hareketi ve yönüyle bu farklı etkileri oluşturur. Işığın dört yönü vardır. Bunlar, şu şekilde açıklanabilir:

- Işık algısal bir kavramdır. Etrafımızdaki nesneleri algılamamızı sağlayan ışık kaynağı özneldir. Her bireyde farklı bir izlenim yaratır.
- Işık fizikseldir. Aydınlatılan mekandaki nesneleri görmemizi sağlayan ışık fiziksel enerjidir. Işık ölçülebilir, çeşitli formüller kullanılarak hesaplanabilir nesnel bir kavramdır.
- Işık varlığı bilinip kabul edilen ama ulaşılması mümkün olmayan bir kaynaktır.
- Tasarım elemanlarından renk, doku, gölgenin yardımıyla algılanan ışık, bu elemanların tümüyle oluşur. Etrafımızda gördüğümüz her şeyde ışığın varlığını algılarız. Mimari bir olay olan ışık farklı dallarda farklı şekilde değerlendirilir. Farklı uzmanlık alanlarına sahip kişiler, ışığı farklı değerlendirirler. Tablo 1.4'de ışık ve renk ilişkisinin insan psikolojisi açısından etkileri verilmiştir.

Tablo 1.4. Işık ve renk ilişkisinin psikolojik etkileri

Işık	Renk	Psikolojik Etki
Kör edici, titrek ışık	Zıt renkler, koyu renkler	Gerilim
Yumuşak ışık	Sakin renkler, beyaz-gri-mavi-yeşil	Rahatlık, gevşeme, dinlenme, huzur
Soluk ve titrek ışık veya tam tersine çok parlak kör edici ışık	Soğuk mavi	Korku
Yumuşak ışık	Sarı	Duygusal sevgi
Işık huzmeleriyle yaygın ışık	Beyaz	Saygı ve hayranlık duygusu
Hoşa gitmeyen ışık kalitesi	Donuk, düzensiz, çarpıcı renkler	Hoşnutsuzluk
Aydınlık, parlak veya hafif pırıl pırıl, delici ışık	Sıcak, parlak renkler	Neşe
Yumuşak yaygın ışık	Sakin, uzaklaştırıcı renkler	İçe kapanma, düşünme
Eğik ışık	Mor, yeşil, sarı	Dinamik, hareket

2. İÇ MEKANLAR İÇİN AYDINLATMA HESABI

2.1. İç Mekan Aydınlatma Hesabında Kullanılan Terimler

2.1.1. Işık akısı

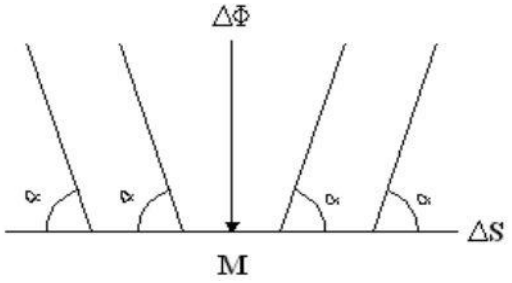
Işınımın Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (Commission Internationale de l´Eclairage - CIE)'nun ışık ölçümsel referans gözlemcisi üzerindeki etkisine göre değerlendirme ile ışınım biçiminde yayımlanan güçten (erkesel akı) türetilmiş büyüklüğe ışık akısı ya da ışıksal akı denir [20].

Işık akısı, normal gözün aydınlık görmesine ait spektral duyarlılık eğrisine göre ışık olarak değerlendirilen enerji akısıdır. Işık akısı Φ sembolü ile gösterilmektedir. Birimi lümen (Lm) dir.

Işık akısı genel olarak düzgün yayılmaz. Uzayın muhtelif doğrultularında yoğunluğu farklıdır. Bu nedenle genel olarak bir ışık kaynağının toplam ışık akısı, uzayın muhtelif yerlerine yayılan kısmi ışık akılarının toplamı olarak düşünülebilir.

2.1.2. Aydınlık düzeyi

Birim yüzeyin birim alanına birim zamanda düşen ışık akısı miktarıdır. Birimi lüks olup, "E" harfi ile gösterilir. Aydınlık düzeyi kısaca, Şekil 2.1'de görüldüğü gibi birim alana düşen ışık akısı olarak tanımlanabilir. $1m^2$'lik bir yüzeye düşen ışık akısı 1 lm ise bu yüzey üzerinde oluşan aydınlık düzeyi 1 lüks veya 1 lm/m^2 dir. Bu yüzeyde oluşan aydınlık düzeyi, yüzeyin türüne bağlı değildir [21].



Şekil 2.1. Birim alana düşen ışık akısı [21]

Tablo 2.1'de bazı iç mekanlar için olması gereken en az aydınlık düzeyleri bulunmaktadır.

Tablo 2.1. En az aydınlık düzeyi tablosu

AYDINLATILACAK YER	GENEL LÜKS	AYDINLATILACAK YER	GENEL LÜKS
BÜROLAR		OKULLAR	
Mimari Proje Çizimi	750	Ana Sınıfı	100
Dekoratif Çizimler	500	İlköğretim Sınıfı	200
Hesap, Yazı	500	Teneffüs Ortamı	100-200
Konferans Salonu	200	Lise Sınıfı	250
Dosyalama	100	Laboratuvar	300
Yönetici Odası	250	Teknik Okul Sınıfı	250
Bekleme Odası	150	Proje Çizim Sınıfı	400
BOYA FABRİKASI		Teknik Okul Atölyesi	250
Genel Aydınlatma	150	MATBAA	
Renk Ayrım Yeri	500	Baskı Yeri	250
HASTANELER		Renk Ayrımı	1000
Muayenehane	100-400	MAKİNA ATELYESİ	
Ameliyathane	500	Kaba İşleme	250
Mutfak	250	İnce İşleme Parlatma	400
Röntgen Odası	0-50	Çok İnce İşleme	2500
Laboratuvar	300	MÜZELER	
Diş Muayene	250-5000	Genel Aydınlatma	150
		Tabloların Üzeri	
Tuvalet	50	Aydınlatma	200
Doğum Odası	250-5000	Heykel vb. Aydınlatma	400

2.1.3. İç yüzey yansıtma katsayıları

Aydınlatma elemanının sağladığı ışık akısının tavan, duvar ve zemine çarparak ortama yansıması söz konusudur. Ortama yansıyarak aydınlatma sağlayacak miktar tavan, duvar ve zeminde kullanılan malzeme ve bu malzemelerin renkleriyle ilgilidir. Bazı malzemeler üzerine çarpan ışık akısını büyük oranda ortama yansıtırken, bazıları da büyük oranda soğurmaktadır. Tablo 2.2'de bazı duvar boyası renklerinin ve bazı malzeme türlerinin, en az ve en çok yansıtma katsayıları gösterilmektedir.

Tablo 2.2. Bazı malzeme ve duvar renklerinin yansıma katsayıları

Duvar Boyaları	%	Malzeme	%
Koyu Kahverengi	0,10 - 0,20	Meşe Açık Renk	0,25 - 0,35
Açık Sarı	0,60 - 0,70	Sunta Krem Rengi	0,50 - 0,60
Açık Yeşil	0,45 - 0,55	Alçı Sıva	0,90
Açık Kırmızı	0,30 - 0,50	Ekosallı Alüminyum	0,85
Gök Mavisi	0,35 - 0,45	Beton	0,10 - 0,50
Beyaz	0,70 - 0,90	Cam-Gümüş-Ayna	0,85 - 0,90
Pembe	0,45 - 0,55	Granit	0,20 - 0,25
Açık Gri	0,40 - 0,60	Beyaz Mermer	0,60 - 0,65
Kahverengi	0,20 - 0,30	Kireç Badana	0,40 - 0,45

2.1.4. Tij boyu

Aydınlatma elemanları iç mekan aydınlatma sistemlerinde kullanılırken ihtiyaçlar doğrultusunda ve isteğe bağlı olarak zaman zaman tavanla tümleşik konumda olurken, zaman zaman tavandan belirli bir mesafe altta sarkıtılarak kullanılabilirler. Bu mesafe tij boyu olarak adlandırılmaktadır ve "*c*" sembolü ile gösterilir.

Tij boyu aydınlatma sisteminin verimi ile doğru orantılıdır. Tij boyu arttırıldıkça, kullanılması gereken aydınlatma elemanı sayısı azalmaktadır. Böylece aydınlatma sisteminin verimi arttırılır. Tij boyu arttırılırken dikkat edilmesi gereken bazı kısıtlamalar söz konusudur. Bu kısıtlamalar, aydınlatma yapılacak olan mahal yüksekliği ve çalışma düzleminin zemine uzaklığı değerlerine göre belirlenmektedir.

Büro, okul ve konutlarda tij boyu belirlerken özel kısıtlamalar söz konusudur. Büro, okul ve konutlarda farklı tavan yüksekliği ve oda genişliklerinde kullanılması gereken tij boyları Tablo 2.3'te verilmektedir.

Tablo 2.3. Büro, okul ve konutlarda kullanılan armatürlerin kordon uzunluğu

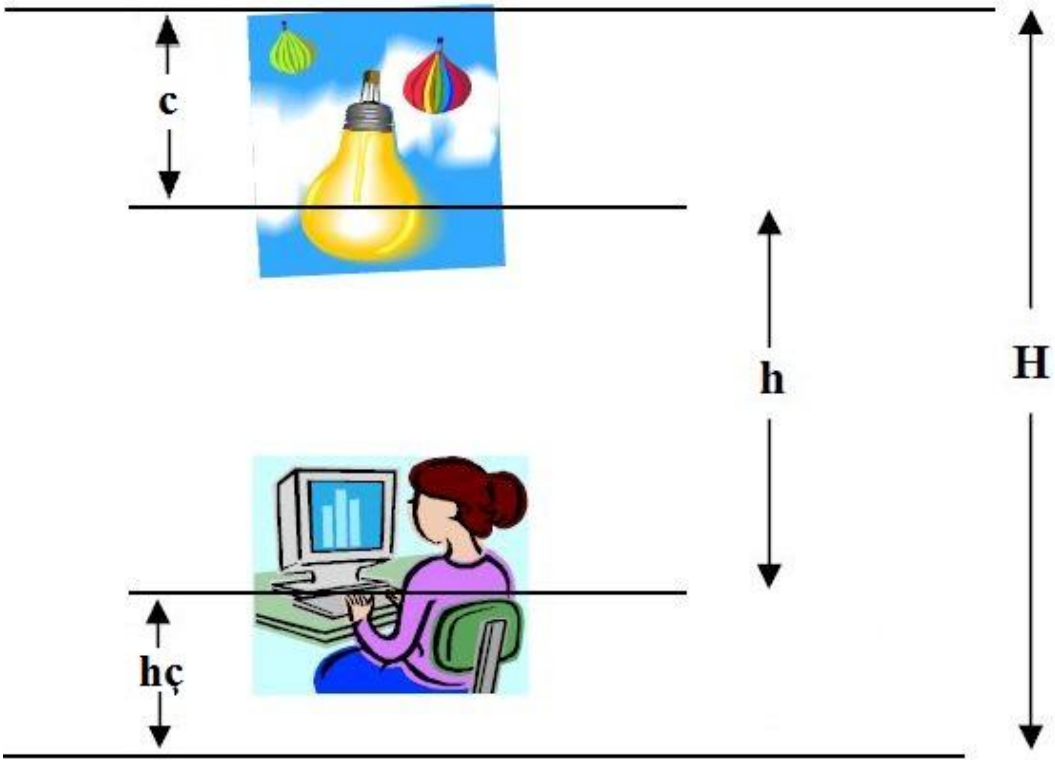
Tavan Yüksekliği *H* (m)	Oda Genişliği *a* (m)	Kordon Uzunluğu *c* (m)	Aydınlatma Aracının Tabandan Yüksekliği *H-c* (m)
2,00	2,00	0,00(Tavana)	2,00
	4,00	0,00(Tavana)	2,00
	8,00 ya da daha yüksek	0,00(Tavana)	2,00
2,50	2,50	0,15(Tavana)	2,35(2,50)
	5,00	0,15(Tavana)	2,35(2,50)
	10,00 ya da daha yüksek	0,15(Tavana)	2,35(2,50)
3,00	3,00	0,40(0,50)	2,60(2,50)
	6,00	0,25(0,40)	2,75(2,60)
	12,00 ya da daha yüksek	0,30(Tavana)	2,70(3,00)
3,50	3,50	0,50(0,60)	3,00(2,90)
	7,00	0,50(0,60)	3,00(2,90)
	14,00 ya da daha yüksek	0,40(0,50)	3,10(3,00)
4,00	4,00	0,60	3,40
	8,00	0,60	3,40
	16,00 ya da daha yüksek	0,60	3,40
4,50	4,50	0,90	3,60
	9,00	0,60	3,90
	18,00 ya da daha yüksek	0,50	4,00
5,00	5,00	1,00	4,00
	10,00	0,90	4,10
	20,00 ya da daha yüksek	0,70	4,30
5,50	5,50	1,10	4,40
	11,00	0,90	4,60
	22,00 ya da daha yüksek	0,70	4,80
6,00	6,00	1,30	4,70
	12,00	1,10	4,90
	24,00 ya da daha yüksek	0,80	5,20

2.1.5. Aydınlatma elemanının çalışma düzlemine uzaklığı

İç mekan aydınlatma hesaplarında yer indisi hesabı yapılmadan önce, aydınlatma elemanı ile çalışma düzlemi arasındaki uzaklık hesaplanmaktadır. Aydınlatma elemanı ile tavan arasında kalan uzaklık tij boyu olarak ifade edilmektedir. Oda yüksekliğinden, çalışma düzleminin zemine olan yüksekliği ve tij boyunun toplamı çıkartılarak hesaplanmaktadır. Aydınlatma elemanın çalışma düzlemine olan uzaklığını bulmak için Denklem (2.1) kullanılmaktadır.

$$h = H - (hç + c) \quad (2.1)$$

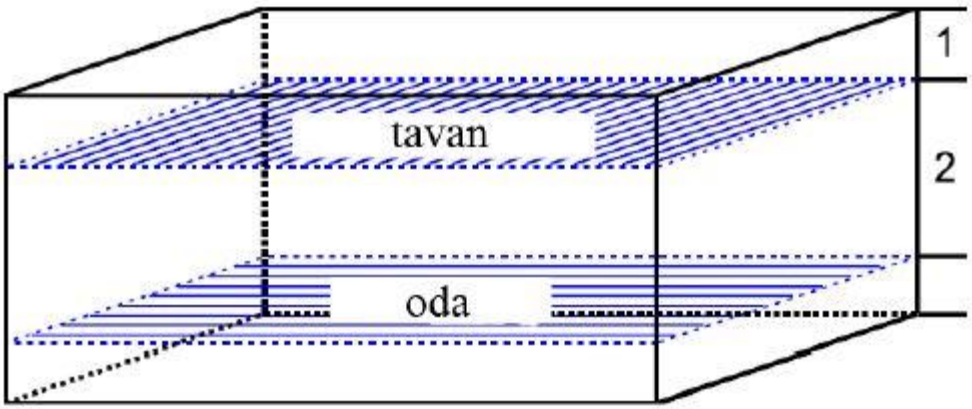
Denklem (2.1)'deki formülün şematik gösterimi Şekil 2.2'te yer almaktadır. Burada; *H* oda yüksekliğini, *hç* çalışma düzleminin zeminden yüksekliğini, *c* tij boyunu, *h* aydınlatma elemanının çalışma düzlemine olan uzaklığını göstermektedir.



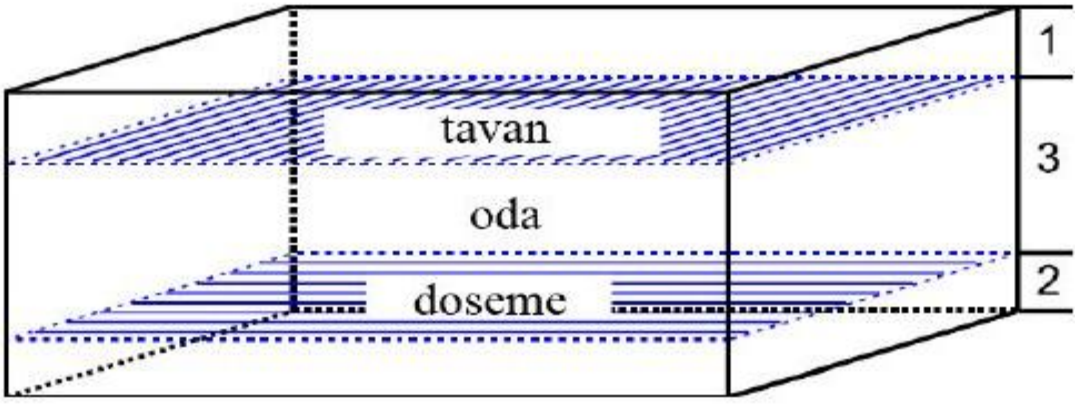
Şekil 2.2. Aydınlatma elemanının çalışma düzlemine uzaklığının gösterimi [22]

2.1.6. Yer indisi

İç mekanlar için yapılan aydınlatma hesaplarında, mekanın geometrik özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan yer indisi *k*, Tablo 2.4'teki gibi farklı yöntemlerle hesaplanabilmektedir. Yine Tablo 2.4'te hacim boşluk sayısı başlıklı sütunda görüldüğü gibi, Zijl yöntemi diğer iki yöntemden farklılık göstermektedir. Bu yöntem, çalışma düzleminin altında kalan zeminden yansıyan ışıkların aydınlatma hesabına katkısını dikkate almadığı için hacim boşluk sayısı 2 olarak belirlenmiştir. Zijl yönteminin iç mekanı bölümlendirme biçimi Şekil 2.3'te gösterilmektedir. Amerikan ve İngiliz yöntemleri zeminden gelen yansımaları da aydınlatma hesabına dahil ettiğinden dolayı iç mekanın hacmini 3 bölüme ayırmışlardır. Amerikan ve İngiliz yöntemlerinin iç mekanı bölümlendirme biçimi Şekil 2.4'te gösterilmektedir.



Şekil 2.3. Zijl yöntemine göre iç mekan hacminin bölümlendirilmesi [23]



Şekil 2.4. Amerikan ve İngiliz yöntemine göre iç mekan hacminin bölümlendirilmesi

Yer indisi hesabı Zijl, Amerikan ve İngiliz yöntemlerine göre farklı şekillerde hesaplanmaktadır. Tablo 2.4'te yer indisi hesabının bu yöntemlere göre değişimi (*a*: en, *b*: boy, *h*: aydınlatma elemanı – çalışma düzlemi arasındaki yükseklik) gösterilmektedir [23].

Tablo 2.4. Yer indisi değişkenin çeşitli yöntemlere göre hesaplanması

YÖNTEM	BENZERLİKLER	AYRIMLAR		
		Hacim Boşluk Sayısı	Yer İndisi (*k*)	Değer Düşme Çarpanı (*d*)
Zijl	Hacimler dikdörtgenler prizması biçiminde ve boştur.	2 (tavan, oda)	$k = \frac{(8\times a) + (2\times b)}{10\times h}$	Kullanma çarpanı çizelgesine bağlı bir sayısal sabit değer
Amerikan	Hacim yüzeyleri ışık yansıtma biçimleri izotrop yayınık yansımadır.	3 (tavan, oda, döşeme)	$k = 5\times h\,\frac{a+b}{a\times b}$	Çeşitli değişkenlere bağlı olarak hesaplanır
İngiliz	Hacim yüzeylerinin yansıtma çarpanı tekdüzedir. Aygıtlar düzgün yayılmış aydınlık oluşturacak biçimde yerleştirilir.	3 (tavan, oda, döşeme)	$k = \frac{a\times b}{(a+b)\times h}$	Çeşitli değişkenlere bağlı olarak hesaplanır

Bu tez çalışması ile gerçekleştirilen aydınlatma hesabında, Denklem (2.2)'de verilen ve İngiliz yöntemine göre yer indisi hesaplaması kullanılacaktır.

$$k=\frac{a\times b}{(a+b)\times h} \tag{2.2}$$

2.1.7. Oda aydınlatma verimi

İç mekan aydınlatma hesabında tavan, duvar ve zemin çeşitli malzeme ve renkli boyalardan oluşmaktadır. Bu malzeme ve renkler yansıtma katsayılarına sahiptir. Bu katsayılar ve oda yer indisi kullanılarak oda aydınlatma verimi "η" Tablo 2.5'teki veriler yardımıyla bulunmaktadır.

Tablo 2.5. *k* değerlerine göre oda aydınlatma verimi *η*

Tavan	0,8				0,5				0,3	
Duvar	0,5		0,3		0,5		0,3		0,1	0,3
Zemin	0,3	0,1	0,3	0,1	0,3	0,1	0,3	0,1	0,3	0,1
k=	oda aydınlatma verimi faktörü: *η*									
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

2.1.8. Kirlenme (bakım) faktörü

Aydınlatma elemanları çalışma ortamının durumuna göre zaman içerisinde az, normal ya da çok fazla olacak şekilde kirlenmektedirler. Bu kirlilik aydınlatma elemanının ortama aktaracağı ışık akısını olumsuz yönde etkileyerek, elemanın ışık akısının azalmasına neden olmaktadır. Bu durum, başlangıçta hesaplanarak oluşturulan aydınlatma sisteminin en az aydınlık düzeyini karşılayamamasını sağlar. Aydınlatma sisteminin kurulum aşamasında sağlanan en az aydınlık düzeyinin korunması için aydınlatma elemanlarının belirli aralıklarla temizliğinin yapılması gerekmektedir.

Aydınlatma elemanlarının kirlenme durumu ve temizlenme süresi aralıklarına göre alınması gereken kirlenme faktörü değeri "*d*" Tablo 2.6'daki bilgilere göre seçilmektedir.

Tablo 2.6. Kirlenme (bakım) faktörü tablosu

Armatür Tipi	Aydınlatma Tipi	Temizleme Süresi			Kirlenme Durumu
		1 Yıl	2 Yıl	3 Yıl	
Akkor Flamanlı Lamba (Enkandesan)	Direkt	-	-	-	Az Kirlenme
		1,35	1,55	-	Normal Kirlenme
		1,65	2,15	-	Çok Kirlenme
	Yarı Direkt	1,25	1,40	-	Az Kirlenme
		1,45	1,80	-	Normal Kirlenme
		-	-	-	Çok Kirlenme
	Karışık	1,25	1,40	-	Az Kirlenme
		1,45	1,80	-	Normal Kirlenme
		-	-	-	Çok Kirlenme
	Yarı Endirekt	1,35	1,55	-	Az Kirlenme
		1,65	2,15	-	Normal Kirlenme
		-	-	-	Çok Kirlenme
	Endirekt	1,35	1,55	-	Az Kirlenme
		1,65	2,15	-	Normal Kirlenme
		-	-	-	Çok Kirlenme
Flüoresan Lamba	Direkt	-	-	-	Az Kirlenme
		1,40	1,70	1,90	Normal Kirlenme
		1,85	2,55	3,10	Çok Kirlenme
	Yarı Direkt	1,25	1,40	1,55	Az Kirlenme
		1,45	1,80	2,06	Normal Kirlenme
		-	-	-	Çok Kirlenme
	Karışık	1,35	1,55	1,75	Az Kirlenme
		1,65	2,15	2,50	Normal Kirlenme
		-	-	-	Çok Kirlenme
	Endirekt	1,25	1,45	-	Az Kirlenme
		-	-	-	Normal Kirlenme
		-	-	-	Çok Kirlenme

2.1.9. Çeşitli aydınlatma elemanlarının güç ve ışık akıları

İç mekan aydınlatma sistemlerinde kullanılan aydınlatma elemanları çeşitlerine göre farklı güçler tüketmekte ve ortama sağladığı ışık akıları da değişkenlik

göstermektedir. Ortama sağladıkları ışık akılarının harcadığı güce oranı verimlerini belirlemektedir. Bu durum aydınlatma elemanı seçiminde önemli bir rol oynamaktadır. Tablo 2.7'de çeşitli lambaların harcadıkları güç ve ışık akıları verilmektedir.

Tablo 2.7. Çeşitli lambaların güç ve ışık akıları

Armatür Işık Akıları		
Armatür Tipi	Gücü (W)	Işık Akısı Lümen
Akkor Telli	15	120 - 135
	25	215 - 240
	40	340 - 480
	75	855 - 960
	100	1250 - 1380
	150	2100 - 2280
	200	2950 - 3220
Flüoresan	20	820
	32	1400
	40	2100
	70	5600
Sodyum Buharlı	150	14500
	250	27000
Özel Armatür	23	2280

Aydınlatma elemanlarının verimi Denklem (2.3) ile hesaplanmaktadır.

$$\text{Aydınlatma Elemanı Verimi} = \frac{\text{Işık Akısı (Lümen)}}{\text{Gücü (Watt)}} \tag{2.3}$$

2.1.10. Gerekli toplam ışık akısı

İç mekan aydınlatma tasarımında, tasarımı yapılacak mekan için Denklem (2.4)'deki formül ile gerekli toplam ışık akısı hesaplanmaktadır. Burada; d kirlenme (bakım) faktörü, E en az aydınlık düzeyi, A iç mekanın alanı, η oda aydınlatma verimidir.

$$\Phi_T = \frac{d \times E \times A}{\eta} \quad (2.4)$$

2.1.11. Gerekli toplam aydınlatma elemanı sayısı

İç mekan aydınlatma tasarımı için hesaplanan gerekli toplam ışık akısının aydınlatmada kullanılacak aydınlatma elemanının ışık akısına bölünmesiyle aydınlatma elemanı sayısı hesaplanmaktadır. Aydınlatma elemanı sayısı Denklem (2.5) ile verilmektedir.

$$Z = \frac{\Phi_T}{\Phi} \quad (2.5)$$

2.2. Örnek Bir Aydınlatma Hesabı

Bir iç mekan aydınlatması için aşağıdaki bilgiler verilmektedir:

- a = 6 m (Odanın kısa kenar uzunluğu) ,
- b = 8 m (Odanın uzun kenar uzunluğu),
- H = 3 m (Odanın Yüksekliği) ,
- hç = 0,70 m (Çalışma düzleminin zeminden yüksekliği),
- c = 0,15 m (Aydınlatma elemanının tavanla arasındaki mesafe),
- d = 1 (tesisin kirlenme faktörü) ,
- Tavan için kireç badana malzemesi kullanılmıştır. Yansıtma faktörü : Ty = %50,
- Duvar açık gri renkle boyanmıştır. Yansıtma faktörü : Dy = %50,
- Zeminde ise granit kullanılmıştır. Yansıtma faktörü : Zy = %30,
- Gerekli aydınlık düzeyi: 500 lux ,
- Kullanılacak aydınlatma elemanının ışık akısı: 2500 lümen ,

Verilen bilgiler ışığında ilk önce çalışma düzlemiyle aydınlatma elemanı arasındaki mesafe bulunmalıdır. Denklem (2.1)'deki formül yardımıyla bu mesafe hesaplanır.

$h=H-(hç+c)=3-(0,70+0,15)=2,15$ cm

Bu değerin bulunmasından sonra, oda aydınlatma verimini tablodan seçebilmek için Denklem (2.2) yardımıyla yer indisi hesaplanmaktadır.

$$k=\frac{a\times b}{(a+b)\times h}=\frac{6\times 8}{(6+8)\times 2,15}=1,59$$

Bulunan yer indisi değeri ve tavan, duvar, zemin yansıtma katsayılarıyla Tablo 2.5'deki bilgilere göre oda aydınlatma verimi 0,36 olarak seçilir.

Oda aydınlatma verimi, istenen en az aydınlık düzeyi, kirlenme faktörü ve iç mekanın alan bilgileriyle Denklem (2.4)'teki formül kullanılarak gerekli toplam ışık akısı bulunmaktadır.

$$\Phi_T=\frac{d\times E\times A}{\eta}=\frac{1\times 500\times 6\times 8}{0,36}=66666 \text{ Lümen}$$

Gerekli toplam ışık akısını, Denklem (2.5)'teki formül kullanılarak, iç mekanı aydınlatmada kullanılacak olan aydınlatma elemanının ışık akısı değerine bölerek, gerekli toplam aydınlatma elemanı sayısı bulunmaktadır.

$$Z=\frac{\Phi_T}{\Phi}=\frac{66666}{2500}=26,66$$

Örnekte verilen bilgilere göre aydınlatma sistemi oluşturulduğunda, seçilen aydınlatma elemanından 27 tane kullanılması halinde gerekli en az aydınlık şiddeti sağlanmaktadır.

3. GENETİK ALGORİTMA

3.1. Genetik Algoritma Tanımı, Tarihi ve Önemi

Genetik algoritma (GA), doğadaki evrim mekanizmasını örnek alan bir arama metodudur ve bir veri grubu içerisinden özel bir veriyi bulmak için kullanılır [24].

Genetik Algoritma, Michigan Üniversitesi'nde 1970'lerin başlarında ortaya çıkmış olup, John Holland'ın 1975'te makine öğrenmesi adı altında yapmış olduğu çalışmalarında, dünyadaki varlıkların değişim ve evrimlerinden etkilenmesi, bu etkilenme sonucunda genetik evrim ve değişim sürecini çeşitli programlar oluşturarak bilgisayar ortamına aktarması ve bunun sonucu olarak, bir tane mekanik yapıya sahip oluşumun öğrenme kabiliyetini geliştirmek yerine, bu tip yapıya sahip daha fazla mekanik yapının tamamını genetik süreçleri kullanarak geliştirmeye çalışmış ve bu çalışma sonunda daha yetenekli bireyler elde etmiştir. Daha sonra elde ettiği sonuçları "Adaptation in Natural and Artificial Systems" adlı kitabında yayınlamıştır ve böylece yöntemin adı belli olmuş olup "Genetik Algoritmalar" diye adlandırılmıştır.

GA, deterministik yöntemlerle çözümü zor veya imkansız olan problemlerin, evrimsel aşamalardan geçirilerek çözülmesini sağlayan bilgisayar programıdır [25].

GA'ların çalışma alanları içerisinde, daha çok, net olarak çözülebilecek bir yönteme sahip olmayan, kompleks, çözüm için kısıtlayıcı etken sayısı fazla olan optimizasyon problemleri girmektedir. GA'ların en önemli yönü, kesin çözüme sahip olmayan problemlerde, kesin çözüme yakın bir çözüm elde edebilecek bir yapıya sahip olmasıdır.

GA'ların çalışma prensibi, genetik aşamaları kullanıp ve bu aşamalara benzetim yaparak arama yapmasıdır. Genel olarak, algoritma şu şekilde çalışmaktadır. Kromozomlardan oluşan bir nüfus ile aramaya başlayıp, bu nüfus içerisinden yeni ve daha iyi bireyler üreterek, kromozomları sürekli olarak değişime uğratıp, problem için alternatif çözümleri arttırarak en iyi çözüme ulaşmaktadır.

3.2. Genetik Algoritmanın Temel Kavramları

3.2.1. Kromozom (DNA dizileri)

Canlı hücrelerinde bulunan ve kalıtımı taşıyan, bir veya birden fazla genin bir arada bulunmasıyla oluşan, probleme dair bütün verilere sahip genetik yapıya kromozom denir. Birden fazla kromozomun birleşmesiyle oluşan topluluğa da nüfus denir. Bunu daha basit bir dille ifade edecek olursak, her kromozom nüfustaki kişi veya canlıya karşılık gelir. Eğer bu durumu bir problem olarak ele alırsak, kromozomlar alternatif çözümler olarak ifade edilebilir.

Genetik algoritmanın ulaşılabilecek en doğru sonuca varabilmesi için, çözüm için gerekli tüm verilerin kromozomlara yüklenmiş olması gerekir. Bu şekilde tasarlanan kromozomlar en etkili sonuçlar üretecektir.

Kromozomlar kodlanırken, bilgilerin birbirleriyle uyumlu ve anlamlı olması açısından daha önceden bir yöntem belirlenmeli ve kodlama o yönteme göre yapılmalıdır. GA'nın ilk uygulama örneklerinde, kodlamanın ikili sayı sistemi olan binary kodlama ile yapıldığı görülmüştür. Bu sayı sistemi kullanılarak oluşturulan kromozomlarda, her bit çözüme ait bir bilgiyi içermekte ve bu sayede bilgisayar en iyi çözümlere daha hızlı ve kolay şekilde ulaşabilmektedir.

Kromozomların kodlanması esnasında, temel olarak ikili sayı (binary) sistemi kullanılsa da, tam sayı ve reel sayılar da kromozom kodlamalarında kullanılabilmektedir. Problemlerin çözümünde kullanılan karar değişkenlerinin karşılığının ikili sayı sisteminde uzun olduğu durumlarda, tam sayı ve reel sayıların kullanıldığı kodlamalara başvurulabilir.

3.2.2. Gen

Tek başlarına bir anlam ifade etmeyen, ama bir canlıya ait kalıtsal bilgiyi taşıyan en küçük genetik yapıdır. Kalıtsal bilgi taşıyan bu küçük genetik yapıların bir araya gelmesiyle kromozomlar oluşmaktadır. Genlerin her biri, önemli bir işleve sahip kromozomların belirli bölgelerinde bulunan değerlerden oluşur.

Bir kromozom içerisinde belirli bir bölgede yer alan genler, sembolize ettiği değişkenin değerini yansıtmaktadır. Yani, karar değişkenlerinin sayısal karşılığı bir geni işaret etmektedir. Bir başka ifadeyle, problemin sahip olduğu değişken sayısı aynı zamanda bir kromozomun sahip olduğu gen sayısını göstermektedir.

GA işlemleri sırasında, daha önceden oluşturulmuş olan kromozomlardaki genlerin sırasının kesinlikle değiştirilmemesi gerekmektedir.

Programlama açısından bakılırsa, bir programcı problemi ne kadar iyi özümser ve tanır ise genlerin tanımlamasını da o kadar iyi yapar. Genler A,B gibi karakterlerle temsil edilebileceği gibi 0 veya 1 ile de nitelendirilebilir.

3.2.3. Nüfus (Popülasyon) büyüklüğü

Kromozomların bir araya gelerek oluşturduğu topluluğa nüfus denir. Bir nüfus çözülmeye çalışılan problem için alternatif çözümler kümesi olarak da nitelendirilebilir.

Problemin çözümü için önemli noktalardan biri, ilk etapta oluşturulan nüfus büyüklüğünün ne kadar olacağıdır. Nüfus büyüklüğünün olması gerekenden küçük olarak alınması, çözüm kümesinin dar olması ve aramanın bu dar kümede yapılmasını anlamına gelir. Çözüm kümesinin dar olması, problem için elde edilmek istenen en iyi çözümün bu küme dışında kalabilme olasılığını arttırmaktır. Nüfus büyüklüğünün gereğinden büyük olarak alınması ise, çözüm kümesinin geniş olması demektir. Bu durum, çözüm kümesinde arama yapar iken, çözüme daha geç ulaşmayı sağlar ve algoritmayı yavaşlatır. Bu, çözüm uzayında etkin arama yapılırken arama süresini artırır.

Bir nüfustaki birey sayısı, probleme göre kullanıcı tarafından sabit miktar olarak belirlenir. Nüfusa ait bireylerden zayıf olanlar, GA'nın çalışması sırasında yok olur ve yerini daha güçlü bireylere bırakır.

Zayıf bireylerin yok olup yerini güçlü bireylerin aldığı bu sistem genetik operatörler ile sağlanır. Bu operatörlerin devamlı olarak çalışması ve yeni bireylerin üretilmesi sayesinde yeni çözümler elde edilir.

3.2.4. Uygunluk değeri (f_i) ve uygunluk fonksiyonu

Problemin çözümü sırasında kromozomların sahip olduğu verim gücünü belirleyen ve her problemde farklılık gösteren bir değerlendirme ölçütüdür.

Uygunluk fonksiyonu değeri, GA'nın çalışması esnasında hangi kromozomun bir üst nesle taşınacağını ve yeni oluşan kromozomlardan hangilerinin birbirleriyle eşleşeceğini belirlemede önemli rol oynar. Bununla birlikte, uygunluk fonksiyonu nüfusta yeni oluşmuş bireyler için yer bulmada ve eski bireyleri nüfustan atmada da etkilidir.

Probleme en uygun çözümü bulmada önemli bir ölçüt olan uygunluk fonksiyonu, problemle ilgili çözümde en yüksek verimliliğe sahip olmalı, maliyet veya problemle ilgili veri kaybını da en düşük sevide tutmalıdır. Uygunluk fonksiyonu belirlenirken, problem çok iyi bir şekilde analiz edilip nesnel bir değerlendirme ölçütü seçilmelidir. Uygunluk değerini belirlemek için değer atama yöntemleri kullanılır. Bu yöntemler; orantısal uygunluk atama ve sıra tabanlı uygunluk atama yöntemleridir.

3.2.4.1. Orantısal uygunluk atama yöntemi

Orantısal uygunluk atama yönteminde, nüfustaki bireyler uygunluk değerlerini, uygunluk fonksiyonunun değerine göre orantısal bir şekilde alırlar. Bireylerin uygunluk değeri Denklem (3.1) ile belirlenmektedir.

$$U_i=U_{max}-(f_i-f_{min})/(f_{max}-f_{min}) \quad (3.1)$$

Burada; U_i birey i'nin uygunluk değerini, U_{max} en yüksek uygunluk değerini, f_i birey i'nin uygunluk fonksiyon değerini, f_{min} uygunluk fonksiyonun minimum değerini, f_{max} en yüksek uygunluk fonksiyon değerini göstermektedir.

f_{min} = 1 ve f_{max} = 95 alınarak Tablo 3.1'de, orantısal uygunluk değeri ataması ile yapılmış bir örnek yer almaktadır. Nüfus içerisinde az sayıda yüksek uygunluk değerli ve çok sayıda düşük uygunluk değerli birey var ise çözüm arama döngülerinde durgunluk oluşacaktır. Bu durgunluk, birey seçiminde, birbirine yakın uygunluk değerli bireylerin sıklıkla seçimine yol açacak ve eşleştirme havuzundaki çeşitliliği azaltacaktır. Genel olarak, bu tür problemlere ölçeklendirme (scaling)

problemi adı verilmektedir. Orantısal uygunluk ataması kullanılan çözümlerde, uygunluk fonksiyonuna bağlı olarak, ölçeklendirme problemleriyle karşılaşılabilmektedir (Bäck and Hoffmeister 1991) [26].

Tablo 3.1. Orantısal uygunluk ataması [26]

Birey numarası (i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Uygunluk fonksiyon değeri(f_i)	8	15	3	20	9	10	1	4	30	95	7
Uygunluk değeri (U_i)	0,92	0,85	0,97	0,79	0,91	0,90	1,00	0,96	0,68	0,0	0,93

3.2.4.2. Sıra tabanlı uygunluk atama yöntemi

Sıra tabanlı uygunluk atama yönteminde, nüfusta bulunan bireyler uygunluk fonksiyonuna göre sıraya dizilir. Nüfusta bulunan bireylere, uygunluk fonksiyonunun değeri önemsenmeden, sahip oldukları sıra numarasına göre uygunluk değeri verilmektedir. Bu iki yöntem, sıra tabanlı uygunluk atama yöntemi ve orantısal uygunluk atama yöntemi kullanılarak GA'da ölçeklendirme sorunu çözülmüş olur. Bireylerin sıra tabanlı uygunluk değeri Denklem (3.2) ile hesaplanmaktadır:

$$U_i = U_{max} \times \frac{N-P_i}{N-1} \tag{3.2}$$

Burada; U_t birey i'nin uygunluk değerini, U_{max} en yüksek uygunluk değerini,

N nüfustaki birey sayısını, P_i birey i'nin sıra numarasını göstermektedir.

Sıra tabanlı uygunluk atamasında, sıralama işlemi yapılırken, en uygun bireyin sıra numarası 1'e, en kötü bireyin sıra numarası N'e eşitlenir. Tablo 3.2'deki uygunluk fonksiyon değerleri sıraya konularak ve $U_{max} = 2$ alınarak, Tablo 3.2'de sıra tabanlı uygunluk atamasına bir örnek verilmektedir.

Tablo 3.2. Sıra tabanlı uygunluk ataması [26]

Birey sıra numarası (P_i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Uygunluk fonksiyon değeri (f_i)	1	3	4	7	8	9	10	15	20	30	95
Uygunluk değeri (U_i)	2,0	1,8	1,6	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2	0

3.2.5. Uygun olanların seçilmesi ve seçim yöntemleri

GA'da hangi kromozomun bir diğer nesle aktarılacağı belirlenirken "güçlü olanın yaşaması" ilkesi göz önüne alınarak seçme işlemi yapılmaktadır. İlk etapta oluşturulan nüfustaki kromozomlardan uygunluk değeri en iyi olan kromozom yeni nesle aktarılmaktadır. Aktarılan bu kromozomlardan bazıları ebeveyn olmaktadır ve bu ebeveynlere genetik işlemler uygulanarak yeni nüfus için bireyler üretilmektedir.

Nüfusa birey seçimi yapmak için birçok yöntem geliştirilmiştir. Geliştirilen yöntemler arasında en çok kullanılanlar elitist strateji, rulet çarkı ve turnuva seçim yöntemleridir.

3.2.5.1. Elitist strateji yöntemi

Elitist strateji kullanılarak, uygunluk değeri en iyi olan birey, en kötü birey ile yer değiştirerek yeni nüfusun daha iyi bireylerden oluşması sağlanır. Böylece, bir yandan en yüksek uygunluk değerine sahip bireyin bir sonraki kuşağa aktarılamama olasılığı ortadan kaldırılırken, diğer yandan maksimum ya da ortalama uygunluk değerinde beklenen artışın, optimum değere yakınsaması söz konusu olacaktır [25].

3.2.5.2. Rulet çarkı yöntemi

Rulet çarkı yöntemi adını, rulet tekerleğinin çalışmasına benzerliğinden alır. Tekerlekler üzerinde farklı genişliklerde yaylar bulunmaktadır ve bu yaylar bireylerin uygunluk değerlerini göstermektedir. Bir sonraki nesil için birey seçimi yapılması sırasında tekerlek rastgele olarak döndürülür. Tekerlek üzerinde değişik büyüklükteki yaylarda olan bireylerin seçilme şansları da farklıdır.

Bu yöntem kullanılırken şu adımlar izlenmektedir;

1) Nüfusta var olan bireylerin her biri bir uygunluk değerine sahiptir. Rulet çarkı yöntemi kullanılırken ilk olarak nüfustaki bireylerin uygunluk değerleri toplanır, bu hesaplama Denklem (3.3) ile hesaplanır.

$$\sum_{i=1}^{P_s} = U_i \tag{3.3}$$

2) Nüfusa ait bireylerin sahip oldukları uygunluk değerleri, birinci adımda hesaplanan uygunluk değerlerinin toplamına bölünerek, her bireyin rulet çarkı üzerindeki seçilme olasılıkları hesaplanır. Bu işlem Denklem (3.4) kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$S_i = \frac{U_i}{\sum_{i=1}^{P_s} U_i} \tag{3.4}$$

Burada; S_i rulet çarkında bir bireyin seçilme olasılığını, U_i bireyin uygunluk değerini göstermektedir.

3) Her bireyin seçilme olasılığı 0 ile 1 arasında bir değer olup toplam seçilme olasılığı 1'dir.

4) Her bireyin tekerlek üzerinde konumlandırılması, bireylerin hesaplanan seçilme olasılıklarının birbirlerine eklenip rulet çarkının üzerine yerleştirilmesiyle oluşturulur.

5) Yerleştirilme işlemi gerçekleştirildikten sonra 0 ile 1 arasında rastgele bir sayı üretilir. Üretilen bu değer, çark üzerinde nereyi işaret ediyor ise o birey seçilmiş olur.

3.2.5.3. İkili turnuva seçim yöntemi

GA için geliştirilmiş seçim yöntemleri arasında en çok kullanılan yöntem olan ikili turnuva seçim yöntemi, rastgele olarak seçilen iki kromozomu birbirleri ile yarıştırarak çalışır. Seçilen iki kromozom arasından uygunluk değeri diğerine göre daha iyi olanı alır, ve en iyi uygunluk değerini bulana kadar bu şekilde çalışır. En iyi uygunluk değeri belirlenirken, en küçükleme problemi için en küçük değer, en

büyükleme problemi için en büyük değer ölçüt olarak alınır. İkili turnuva seçim yönteminin kullanılması sonucunda, nüfustaki birey sayısı sabit kaldığı gibi daha kuvvetli bireyler elde edilmiş olur.

Bu yöntem kullanılırken şu adımlar izlenmektedir;

1) İki tane kromozom rastgele seçilir.

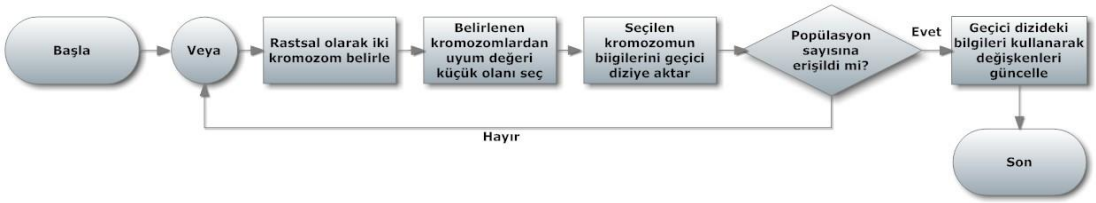
2) Seçilen bu kromozomlar arasından uygunluk değeri küçük olan kromozom alınır.

3) Uygunluk değeri küçük olan kromozomun sahip olduğu bilgiler geçici bir diziye yüklenir.

4) Nüfusun sahip olduğu kromozom sayısı kadar ilk üç adım tekrar ettirilir.

5) Elde edilen geçici dizideki bireylerin verileri asıl nüfusa aktarılarak bireylerin bilgileri yenilenmiş olur.

İkili turnuva yönteminin adımları Şekil 3.1'de özetlenmiştir.



Şekil 3.1. İkili turnuva yönteminin akış diyagramı [27]

3.3. Genetik İşlemler ve Genetik Parametreler

GA'lar birçok problemin çözümünde, bulunabilecek en iyi çözümleri verirler ve çözümlere ulaşırken GA'lar genetik operatörleri uygularlar. Bu operatörler üç tanedir; üreme, çaprazlama ve mutasyon. Bunlar, GA'ların olmazsa olmazlarıdır. Problem çözmede kullanılan genetik operatörler yeni nüfus elde etmede, nüfusla uyumlu bireylerin uygun ve iyi olan özelliklerini yeni nüfusa aktarmada, nüfusun daha önceki nüfustan ayrıklaştırılmasında ve de çözüm kümesinde daha farklı bölgelere ulaşmada kullanılmaktadır. Genetik operatörler, belirtilen bu amaçlara ulaşmak için belirli işlemleri nüfustan seçilen ebeveyn bireylere ve bu ebeveynlerden üretilen yeni bireylere uygular.

Genetik operatörlerin uygulanacağı kromozomlar, algoritmanın çalışması esnasında yeni nüfus oluşturma basamağının başında seçilmektedir. Bu nedenden dolayı, GA uygulamalarında seçme işlemi çok önemli bir adımdır.

GA'da gerçekleştirilen genetik operatörler bazı parametrelere sahiptir. Bu parametrelere genetik parametreler denir. Bunlar; nüfus büyüklüğü, çaprazlama oranı ve mutasyon oranıdır.

Genetik operatörlerin yapılabilmesi için genetik parametreler sınır olma özelliği taşırlar. Genetik operatörlerin başarılı bir şekilde tamamlanabilmesi için genetik parametrelerin etkinliği büyüktür.

Genetik parametrelerin değerleri problemlere göre farklılık göstermektedir. Bir problem için ideal olan genetik parametre değeri diğer bir problem için kötü sonuçlar verebilir. Genetik operatörler doğru parametre seçilerek yapılmalıdır. Böylece, nesnel sonuçlara ulaşma şansı artmakta, ama bu durum nesnel sonucu garantileştirmemektedir, sadece olasılığı arttırmaktadır.

3.3.1. Üreme (Reproduction)

Mevcut nüfustan yeni bir nüfus oluşturmak ve oluşan yeni nüfusu kullanmak anlamındadır. Kararlı durum üretiminde, sadece nüfustaki birkaç birey yeni bireylerle yer değiştirir. Yeniden üretim sonucunda elde edilen ara nüfus, çaprazlama ve mutasyon genetik operatörleri kullanılarak yeni nüfus elde etmede kullanılır[28].

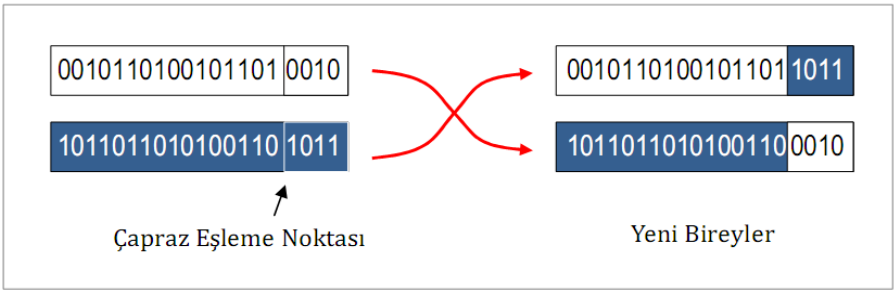
Bir başka ifade ile üreme, uygunluk ölçütüne uygun bir değere sahip bireyin özelliklerinin yeni nüfusa taşınmasını gerçekleştiren işlemdir. Bu işlem için seçilen kromozom çiftleri, yeni nüfusta yeni bireylerin yani kromozomların oluşmasına yardımcı olmaktadır. Yeni bireylerin oluşumuna katkı sağlayan bu kromozom çiftleri ebeveyn olarak adlandırılır ve ebeveynlerin özellikleri yeni nüfusa aktarılmaktadır. Üreme işlemi yapıldıktan sonra oluşan yeni kromozomlara yeniden üreme işlemi tekrarlı olarak yapılmaması ve oluşan yeni nüfusta kromozomların ebeveynlerinin kopyası olmasını önlemek için bazı işlemeler gerçekleştirilir. Bu işlemler çaprazlama ve mutasyondur ve ihtiyaca göre nüfusa uygulanır.

3.3.2. Çaprazlama (Crossover)

Çaprazlama işlemi, seçilen iki adet kromozomun karşılıklı olarak gen değişimi yaparak yeni kromozom oluşturmasıdır.

Çaprazlama işleminin yapılma amacı, nüfusta var olan uygun bireylerden daha iyi ve daha uygun bireyler oluşturmaktır. Çaprazlama işlemi yapılırken tüm nüfusa bu işlem yapılmamakta, sadece belirli bir kısmına yapılmaktadır. Hangi kısma çaprazlama işlemi yapılacağını belirlemek için bir oran kullanılır. Bu orana çaprazlama oranı denir ve yeni nesil oluşturulmadan önce, algoritmanın başlangıcında belirlenir. Çaprazlama oranı, çocuk kromozomlar üretmek üzere ebeveyn kromozomların seçilmesinde kullanılır.

Çaprazlama işlemi için gereken çaprazlama oranı yüksek olur ise, nüfusta var olan bireylerin çoğu değişime uğrayacaktır. Yani, çaprazlanacak birey sayısı fazla olacaktır. Çaprazlama oranı yüksek ise çözüm kümesi içinde hızlı bir tarama yapılır. Bu açıdan avantajlı olsa da, çaprazlama oranının yüksek tutulmasının bazı dezavantajları da vardır. Bu oran yükseldikçe, mevcut nüfustaki iyi bireyler yeni nüfusa taşınamama gibi bir durumla karşı karşıya kalabilirler. Şekil 3.2'de Çaprazlama işlemine dair bir örnek verilmektedir.



Şekil 3.2. Genetik algoritmalarda çaprazlama işlemi [29]

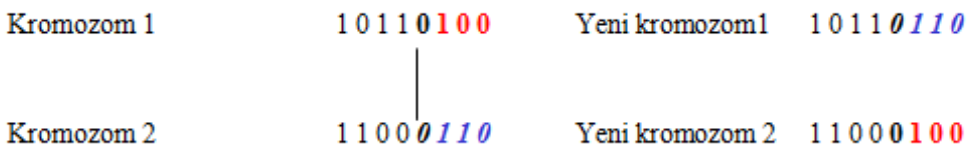
Çözümü aranan probleme göre kullanılacak çaprazlama yöntemi de değişmektedir. Yaygın olarak kullanılan dört tane çaprazlama operatörü aşağıda verilmektedir.

- Tek noktalı çaprazlama
- İki noktalı çaprazlama
- Çok noktalı çaprazlama

- Tekdüze (Uniform) çaprazlama

3.3.2.1. Tek noktalı çaprazlama

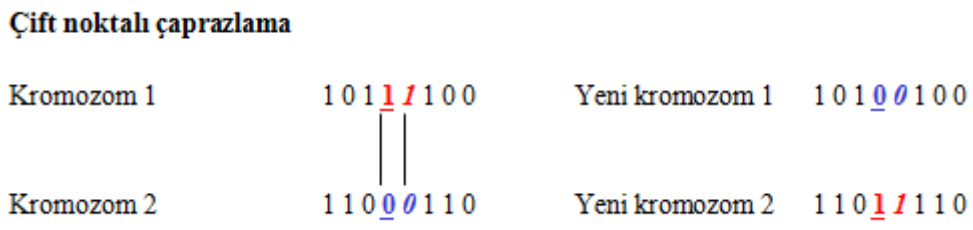
Çaprazlanacak iki kromozom üzerinde ortak bir nokta rastgele belirlenir. Daha sonra rastgele belirlenen nokta esas alınarak ilk kromozomun bu noktadan önceki kısmı diğer kromozomun belirlenen noktadan sonraki kısmı alınarak birleştirilir. Bu işleme, tek noktalı çaprazlama denir. Şekil 3.3'de, tek noktalı çaprazlama işlemine bir örnek verilmektedir.



Şekil 3.3. Tek noktalı çaprazlama [30]

3.3.2.2. İki noktalı çaprazlama

Kromozomlar üzerinde rastgele olarak iki nokta belirlenir ve bu noktalar temel alınarak, kromozomların bu iki nokta arasında kalan genleri karşılıklı olarak yer değiştirilir. Bu işleme iki noktalı çaprazlama denir. Şekil 3.3'de, iki noktalı çaprazlama işlemine bir örnek verilmektedir.



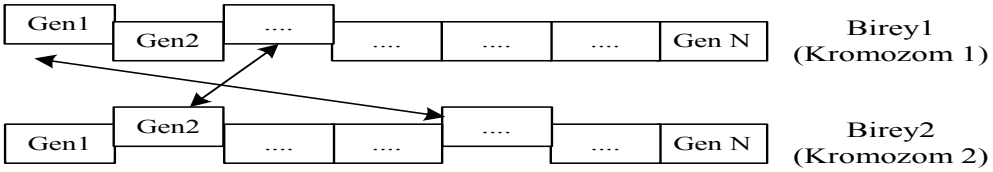
Şekil 3.4. İki noktalı çaprazlama [30]

3.3.2.3. Çok noktalı çaprazlama

İki noktalı çaprazlama gibi çalışmakta olup, farkı daha fazla noktanın çaprazlama için kullanılmasından dolayı çok noktalı çaprazlama adını almıştır. Bu çaprazlama işleminde, bireyler çok daha fazla parçaya bölünür. Parçalar birbirleriyle takas edilerek yeni bireyler oluştururlar. Oluşan yeni bireylerin sayısı da fazla olmaktadır.

Nüfusta n tane birey varsa çok noktalı çaprazlama yöntemi kullanıldıktan sonra n^2 kadar yeni birey oluşacaktır.

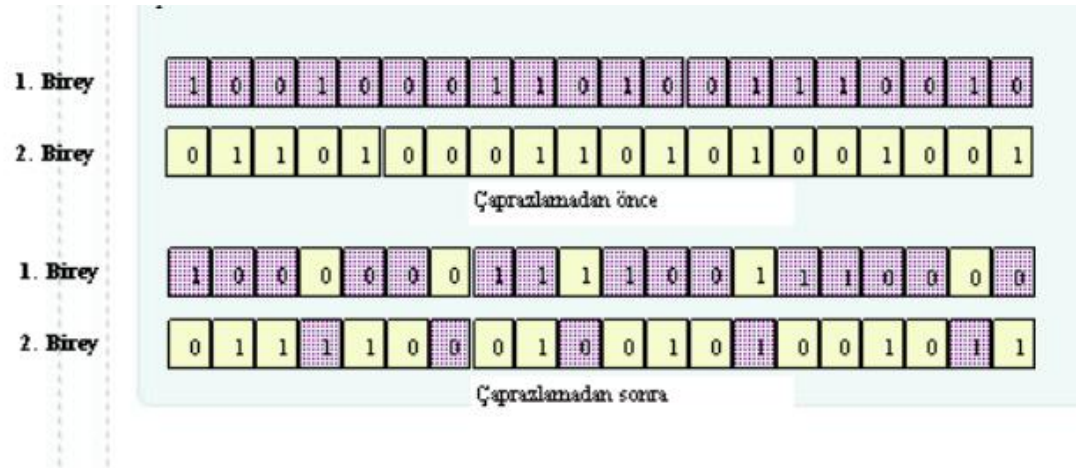
Bir nüfusta, çok noktalı çaprazlama yöntemi kullanılarak elde edilen kromozomların hepsini kullanmak veya tamamını oluşturmak şart değildir. Nüfustaki bazı bireyler rastgele seçilip yeni nüfusa aktarılabilirler. Şekil 3.5'de, çok noktalı çaprazlama işlemine dair bir örnek verilmektedir.



Şekil 3.5. Çok noktalı çaprazlama [31]

3.3.2.4. Tekdüze (Uniform) çaprazlama

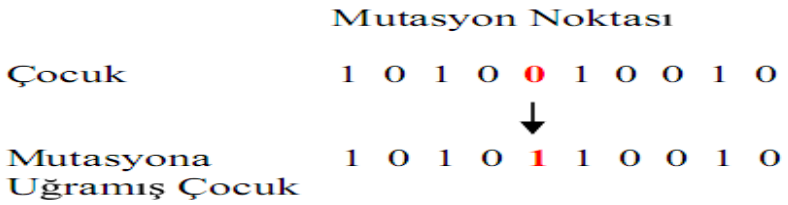
Bir kromozomda rastgele olarak seçilen bitlerin birbirleriyle değişim yapması esasına dayanan tek düze çaprazlama yönteminde, rastgele değişimi yapabilmek için, kromozomda ne kadar bit varsa o genişlikte bir çaprazlama maskesi oluşturulur. Bu maske oluşturulurken, ikili sayı sistemi olan binary kodlama kullanılmaktadır. Çaprazlama maskesi şu şekilde kullanılmaktadır; maskenin belirlenen geni yerine iki kromozoma denk gelen genler koyulur. Şekil 3.6'da tekdüze çaprazlama işlemine dair bir örnek verilmektedir.



Şekil 3.6. Tekdüze çaprazlama [32]

3.3.3. Mutasyon (Mutation)

Mutasyon, GA'larda karar verme sürecinde ikinci derecede rol oynar. Amaç, var olan bir kromozomun genlerinin bir ya da birkaçının değerini değiştirerek yeni kromozom oluşturmaktır. Yeniden ve sürekli yeni nesil üretimi sonucunda, belirli bir süre sonra, nesildeki kromozomlar birbirini tekrarlama konumuna gelebilir ve bunun sonucunda farklı kromozom üretimi durabilir veya çok azalabilir. Bu nedenle, nüfustaki kromozomların çeşitliliğini arttırmak için, kromozomlardan bazıları mutasyona uğratılır [28]. Şekil 3.7'de, mutasyon işlemine dair bir örnek verilmektedir.



Şekil 3.7. Mutasyon [28]

Bir toplulukta var olan bireylerin genlerinin değişime uğramasına mutasyon denmektedir. Birçok mutasyon operatörü vardır. Kromozoma uygulanacak mutasyon operatörleri probleme göre değişiklik göstermektedir. Bu operatörler ise şunlardır;

- Yer değişikliği operatörü,
- Ters çevirme operatörü,
- Ekleme operatörü,
- Karşılıklı değişim operatörü.

Yukarıda belirtilen mutasyon çeşitlerine ait birer örnek Şekil 3.8'de verilmektedir. Bu örnek, ikili sayı sistemi kullanılarak kodlanan kromozom üzerinde yapılmıştır. Bunların dışında, tümleyen mutasyonu olarak bilenen ve kromozomlardaki genlerin, onu tümleyen genlerle değiştirilmesi esasına dayanan bir mutasyon çeşidi daha vardır. Bu mutasyon türü, özellikle ikili sayı sisteminde kodlanan kromozomlar için daha çok kullanılmaktadır. Bu sistemde, rastgele seçilen kromozom dizisinde 0'ların yerine tümleyeni olan 1'lerin; 1'lerin yerine de tümleyeni olan 0'ların geçmesidir.

Ters çevirme operatörü kullanılarak yapılan mutasyonda, çözüm kümesi içerisinden rastgele olarak bir dizi alınır ve alınan bu dizide bulunan genlerin sıraları ters çevrilir, daha sonra ise bulundukları yere yerleştirilir.

Yer değişikliği operatörü kullanılarak yapılan mutasyonda, yine çözüm kümesinden rastgele olarak bir alt dizi alınır ve bu alt dizi rastgele olarak herhangi bir yere yerleştirilir.

Ekleme operatörü kullanılan mutasyonda ise, çözüm kümesi içerisinden seçilen kromozomdan, bu kez bir gen değil de rastgele bir parça alınır ve bu parça rastgele olarak belirlenen herhangi bir konuma yerleştirilir.

Karşılıklı değişim operatörü kullanılarak yapılan mutasyonda, çözüm kümesi içerisinden alınan kromozomdan rastgele olarak iki tane gen seçilir ve bu genlerin yerleri değiştirilir.

Mutasyon işlemi yapılırken dikkat edilmesi gereken en önemli noktalardan biri, kromozomun üzerinde bir noktada yapılan genetik değişiklik geri alınamaz veya değişiklik yapılamaz. Bundan dolayı mutasyon yaparken iyi genlerin zarar görmemesi için dikkat edilmelidir.

Mutasyon öncesi seçilen kromozom: [0111000101] Mutasyon sonrası oluşan kromozom:			
Ters çevirme	Yer değişikliği	Ekleme	Karşılıklı değişim
[01**0011**0101]	[010101**1100**]	[01**0**1000101]	[**00**110**1**0101]

Şekil 3.8. Mutasyon çeşitleri ve örnekleri [25]

Çaprazlama işleminden sonra yapılan mutasyon, bireylerde rastgele olarak küçük değişimler gerçekleştirerek yeni kromozomların oluşmasını sağlar. Bu değişimi gerçekleştirirken mutasyon oranı adı verilen bir oran kullanılır. Kromozomun sahip olduğu mutasyon oranına göre, hangi kromozomun hangi gen veya genlerinin değiştirileceğine karar verilir.

3.4. Genetik Algoritma ve Sonlandırma Koşulu

GA'nın çalışırken kaç kere tekrar edeceği, nüfusun kaç kez yenileneceği tam olarak belirlenememektedir. Bu durum, GA'nın net olmayan sonlandırma aşamasıdır. Ama bunlara rağmen, her nesilde daha iyi bir sonuca yakınlaşıldığı bilinmektedir.

Yerel optimum noktaya ulaşıldığında sonlanan basit komşuluk arama yönteminden farklı olarak, GA teoride sonsuza kadar çalışabilen stokastik bir arama yöntemidir. Pratikte ise, sonlandırma kıstasına ihtiyaç duyulur. En yaygın yaklaşım uygunluk hesaplama işlemlerinin sayısını sınırlandırmak, bilgisayar hesaplama zamanını belirlemek veya nüfustaki çeşitliliği takip ederek belli bir eşiğin altına düştüğünde algoritmayı sonlandırmaktır. Çeşitlilik her zaman çok açık olmayabilir ve genotip veya fenotip ile ilgili olabilir. Ancak en sık kullanılan çeşitlilik ölçme tekniği genotip istatistiklerine bakılarak yapılır [33].

3.5. Genetik Algoritma Aşamaları ve Akış Şeması

3.5.1. Genetik algoritma ve aşamaları

Basit bir şekilde ifade etmek gerekirse GA'lar şu şekilde çalışır;

1. Başlangıç nüfusunun oluşturulması: Problemi çözmek için kullanılacak çözüm kümesi için kromozomlardan bir topluluk oluşturulur. Bu topluluktaki kromozomlar 0 yada 1'ler kullanılarak oluşturulmuş bir dizidir.

2. Uygunluk değerlerinin belirlenmesi: Oluşturulan nüfusta her bir kromozom bir uygunluk değerine sahiptir. Uygunluk değeri, o kromozomun problemin çözümü için uygun bir birey olup olmadığını belirler.

3. Yeni neslin üretilmesi: Problemlerin çözümü için seçim, mutasyon ve çaprazlama yöntemleri kullanılarak her aşamada bir önceki nesilden daha iyi bireyler oluşturulur.

Genetik algoritmanın aşamaları aşağıdaki adımlarla ifade edilebilir.

1. N adet kromozom (problem için aday çözümler) içeren rastgele oluşturulmuş bir nüfus ile başla.

2. Nüfustaki her x kromozomu için f(x) uygunluk değerini hesapla.

3. Aşağıdaki adımları N. birey oluşturuluncaya kadar tekrarla.

4. Mevcut nüfustan, yüksek uygunluk değerinin seçilme ihtimalini arttırdığını göz önünde bulundurarak iki ebeveyn kromozom seç. Seçilim, aynı kromozomun birden çok defa ebeveyn olarak seçilmesine olanak verecek şekilde yapılır.

5. Çaprazlama olasılığı ile seçilen çifti, iki yeni birey oluşturmak üzere rastgele belirlenen bir noktadan çaprazla. Eğer çaprazlama gerçekleşmezse ebeveynlerinin birebir kopyası olan iki çocuk oluştur.

6. Mutasyon olasılığı ile, çaprazlamada oluşan iki çocuğun tüm veya bazı genlerini mutasyona uğrat.

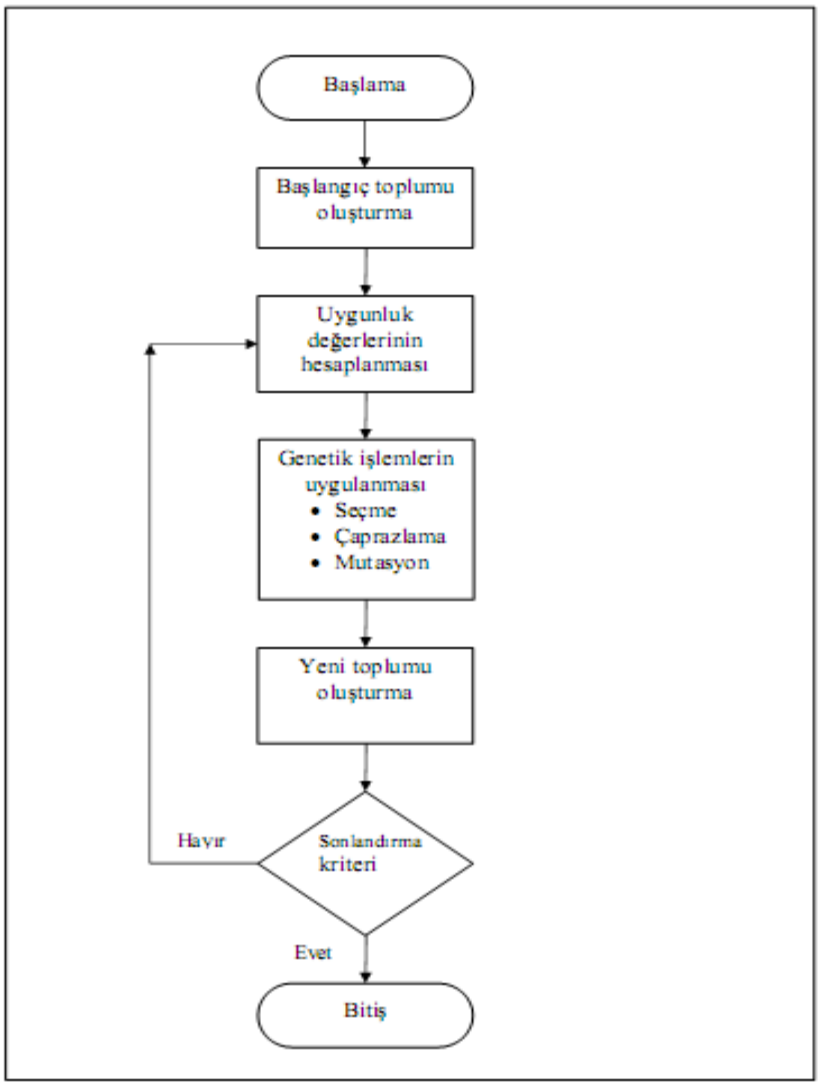
7. Sonuçta elde edilen kromozomları yeni nüfusa ekle.

8. Mevcut nüfusu yeni nüfus ile değiştir.

9. Sonlandırma koşulu sağlandıysa, mevcut nüfustaki en iyi bireyi problemin çözümü olarak belirle, sağlanmadıysa 2. adıma geri dön [34].

3.5.2. Genetik algoritmanın akış şeması

Bir genetik algoritmanın akış şeması Şekil 3.9'da gösterilmektedir.



Şekil 3.9. Genetik algoritma akış şeması [25]

3.6. Genetik Algoritmanın Yararları ve Sakıncaları

Genel olarak, birçok problemin çözümünde genetik algoritmanın kullanılması sonucu başarılı sonuçlar elde edilmiş olsa da, GA'nın başarısız sonuçlar ortaya çıkardığı veya problem çözmede yetersiz kaldığı durumlar da olmuştur. GA'nın hangi problem, durum ve şartlarda başarılı sonuçlar elde edebileceği konusunda bir kesinlik yoktur.

Bugüne kadar yapılan uygulamalar sonucunda, GA ile başarılı sonuçlar elde etmenin birçok ölçütü olduğu tespit edilmiştir. İyi çözümlere ulaşmak için gerekli olan ölçütler; GA operatörleri, kabul edilen parametre değerleri ve aday çözümlerdir.

GA'nın iyi çözümlere ulaşmasındaki en büyük etkenlerden biri uygunluk fonksiyonudur. Bu fonksiyona göre kromozomlar çözüm için bir değişken olmakta ve hesaplamalar yapılmaktadır. Bu nedenle, uygunluk fonksiyonu ne kadar iyi belirlenirse çözüm o kadar başarılı olacaktır.

Bir problemin çözümünde kullanılan GA'nın faydaları şu şekilde sıralanabilmektedir:

1. GA'nın sürekli ya da ayrık değişkenler içeren optimizasyon problemlerinde optimum sonuçlar verebilmesi.
2. Türev bilgisine gereksinim duymaması.
3. Çok sayıda değişken içeren problemlerde uygulanabilmesi.
4. Çözümleri, geniş çözüm uzaylarında ve eş zamanlı bir şekilde taraması.
5. Oldukça karmaşık maliyet/kar fonksiyonlarının değişkenlerini optimize edebilmesi.
6. Değişkenlerin kendisi yerine kodları ile optimizasyon yapması.
7. Üretme, deneysel verilerle ya da analitik fonksiyonlar ile çalışması [25].

GA'nın sakıncaları ise şu şekilde özetlenebilir.

1. GA, problem çözümünde kullandığı uygunluk fonksiyonunu, nüfustaki her bir birey için tekrar tekrar hesaplar.
2. GA'lar en iyi çözüme ulaşma amacını gerçekleştirmeye çalışırken, en iyi çözümü mevcut çözümler arasından seçer. Bu da, elde edilen çözümün olabilecek en iyi çözüm olup olmadığını belirlemeye imkan vermeyebilir.

3.7. Genetik Algoritmanın Uygulama Alanları

Karmaşık problemleri hızlı ve optimale yakın olarak çözebilen genetik algoritmalar, çeşitli problem tiplerine uygulanabilmektedir. Büyük çözüm uzaylarının geleneksel yöntemlerle taranması hesaplama zamanını arttırmaktadır. Ancak, bu tip problemlere genetik algoritmalar ile kısa sürede, kabul edilebilir çözümler bulunabilmektedir. Genetik algoritmalar özellikle çözüm uzayının geniş, süreksiz ve karmaşık olduğu problem tiplerinde başarılı sonuçlar vermektedir [2].

GA'nın kullanıldığı uygulama alanlarını şu şekilde sıralayabiliriz:

3.7.1. Optimizasyon

GA'lar bir çok bilim dalında kullanılabilir ve bu dallardaki optimizasyon problemlerini çözüme kavuşturmada yararlanılabilir. Baskı devre şemaları, iş-atölye planlamaları bu alana örnek uygulamalardır.

3.7.2. Otomatik programlama

GA'lar ihtiyaca yönelik, istenilen amaçlara göre bilgisayar sistemlerini kullanan programların yapılmasında, hücresel işlemler ve network gibi çeşitli işlemler ve hesaplamalar gerektiren yapılarda, bunların tasarımında kullanılabilirler.

3.7.3. Yapay zeka ile öğrenme

GA'lar sezgisel işlemler gerektiren alanlarda da kullanılır. Bunlar hava durumu gibi daha önceden tahmin gerektiren durumlardır. GA'lar bunların dışında yapay zekada, sinir ağlarında, robot kontrolünde kullanılabilir.

3.7.4. Finans

Finans problemlerinin çözümünde genetik algoritmalar, bulanık ve yapay sinir ağları yaklaşımlarıyla birlikte kullanılmaktadır. Yumuşak hesaplama ve hibrit genetik algoritma yaklaşımı sık görülmektedir. Ayrıca, çözüm performansı açısından finans problemlerindeki genetik algoritma çözümleri, tabu arama, benzetilmiş tavlama metotları ile karşılaştırılmış ve başarılı bulunarak, kullanılabilecek bir çözüm

yöntemi olarak önerilmiştir. Genetik algoritmalar optimum kaynak tahsisi problemlerine de uygulanmıştır [2].

3.7.5. Sosyal Sistemler

GA'lar karınca kolonilerindeki sosyal davranışın evrimi, ve daha genel olarak çok ajanlı sistemlerde işbirliği ve iletişimin gelişmesi gibi çeşitli sosyal sistemlerin evrimsel yönlerini araştırmakta kullanılmaktadır [25].

3.8. Genetik Algoritmayı Kullanma Nedenleri

GA'ların etkili ve faydalı olarak kullanılabileceği problemler şu şekilde belirtilebilir;

- Problem karmaşık, anlaşılması açısından zor ve çözüm için araştırılacak alan çok geniş ise,
- Problemle ilgili mevcut bilgiler yetersiz veya sahip olunan bilgiler çözüm için gerekli araştırma alanını daraltmada başarısız ise,
- Bazı yöntemler kullanılarak çözüm bulunabiliyor ama bu çözüme ulaşırken çok uzun hesaplama zamanı gerekiyor ise,
- Problemin prototipini oluşturabilmek için sahip olunması gereken bilgiler elde edilemiyor ise, genetik algoritma kullanmak avantajlı olabilir.

4. MATLAB GRAFİKSEL KULLANICI ARA YÜZÜ

4.1. Giriş

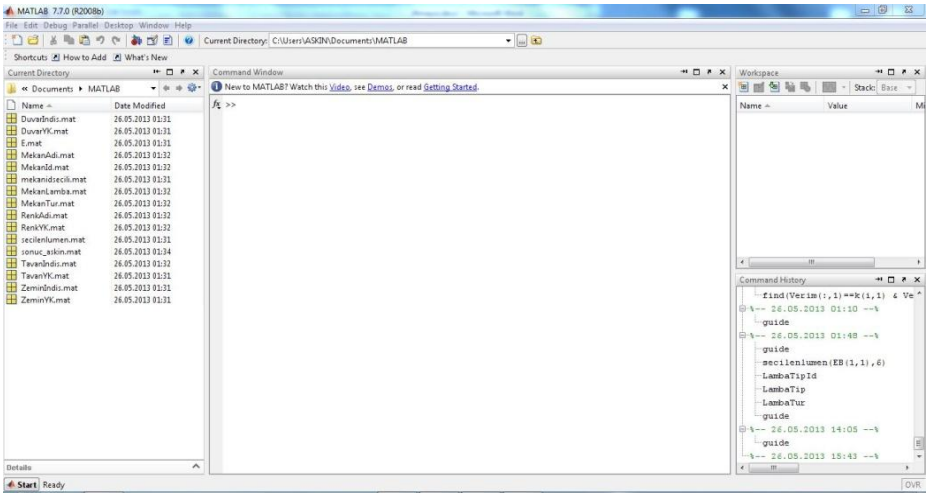
Grafiksel kullanıcı arayüzü (graphical user interface - GUI), işletilecek programların, komut satırı penceresinden klavye kullanılarak çalıştırılması yerine, kullanım olarak kullanıcıya kolaylık sağlayan ara yüz üzerinde, uygulamanın çalıştırılması esnasında farenin de kullanılmasına olanak sağlayan ortamlardır.

GUI uygulamaları, komut satırıyla gerçekleştirilen uygulamalara göre daha yavaş çalışmalarına rağmen, kullanıcılar açısından kullanım kolaylığı sağlaması sebebiyle tercih edilmektedir.

GUI uygulamalarında, komut satırı ve m-file dosyalarında kullanılan komutlar kullanılabilmektedir. Bunların yanı sıra, GUI uygulamalarına özel komutlar da kullanılmaktadır.

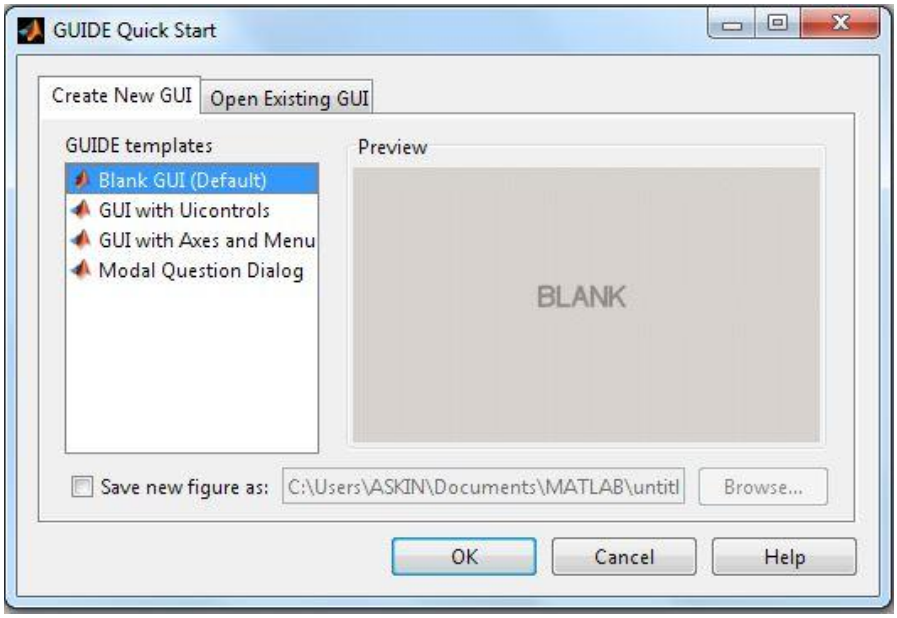
4.2. Matlab ile Gui Oluşturma

MATLAB programı çalıştırıldığında Şekil 4.1'deki ekran görüntüsü gelmektedir.



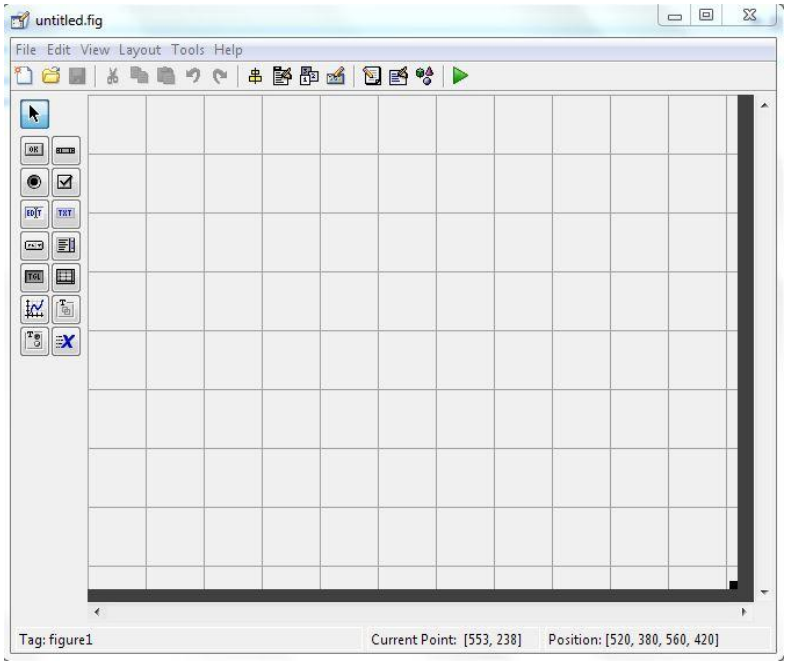
Şekil 4.1. MATLAB ana çalışma ekranı

GUI oluşturmak için, Matlab ana çalışma ekranı açıldıktan sonra, komut satırında "guide" komutu kullanılabileceği gibi, "File" menüsünden "New" komutu ardından da GUI komutu verilerek, Şekil 4.2'deki pencere açılmalıdır.



Şekil 4.2. GUI oluşturma veya oluşturulmuş GUI açma penceresi

Şekil 4.2'de açılan pencerede "Blank GUI (Default)" seçiliyken "OK" butonuna tıklayarak Şekil 4.3'deki görüntü elde edilir.



Şekil 4.3. Yeni oluşturulmuş GUI görünümü

Şekil 4.3'teki görünümde, ekranın sol tarafında kullanıcıyla etkileşime geçecek bileşenler bulunmaktadır. Bu bileşenler kullanıcıyla program arasındaki iletişimi sağlamaktadır. Bileşenler, programın girdi ve çıktılarının daha açık bir şekilde yapılmasını sağlamaktadır.

Bileşenlerin Şekil 4.4'teki isimleriyle görünmesi için, "File" menüsünden "Preferences" seçeneğine tıkladıktan sonra gelen pencerede, "show names in component palette" onay kutusunun onaylanıp, değişikliklerin kaydedilmesi gerekmektedir.



Şekil 4.4. Bileşenlerin isimleriyle görünümü

4.3. GUI Bileşenleri ve Özellikleri

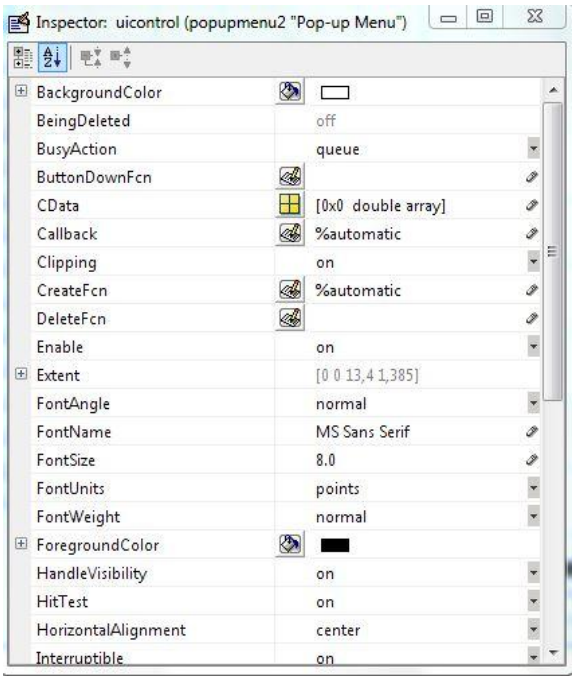
Kullanıcılarla etkileşim halinde olan bileşenler farklı işlevleri yerine getirmektedirler.

4.3.1. GUI bileşenlerini çalışma alanına ekleme

Programda kullanılacak herhangi bir bileşen, varsayılan boyutuyla kullanılmak isteniyorsa, sürükle-bırak yöntemiyle çalışma alanına eklenebilir. Bileşenin boyutu, bileşen çalışma alanına eklendikten sonra da değiştirilebilmektedir. Fakat, bileşenin boyutunu, çalışma alanına eklerken ayarlayabilmek için, öncelikle bileşen seçilir. Ardından, farenin imleci çalışma alanının üzerine getirildiğinde, farenin simgesi artı (+) şeklinde görülmektedir. Farenin sol tuşu basılı tutularak, istenilen boyut çizilir. Böylece, bileşen istenilen konuma ve istenilen boyutta eklenilir.

4.3.2. GUI bileşenlerinin özelliklerini değiştirme

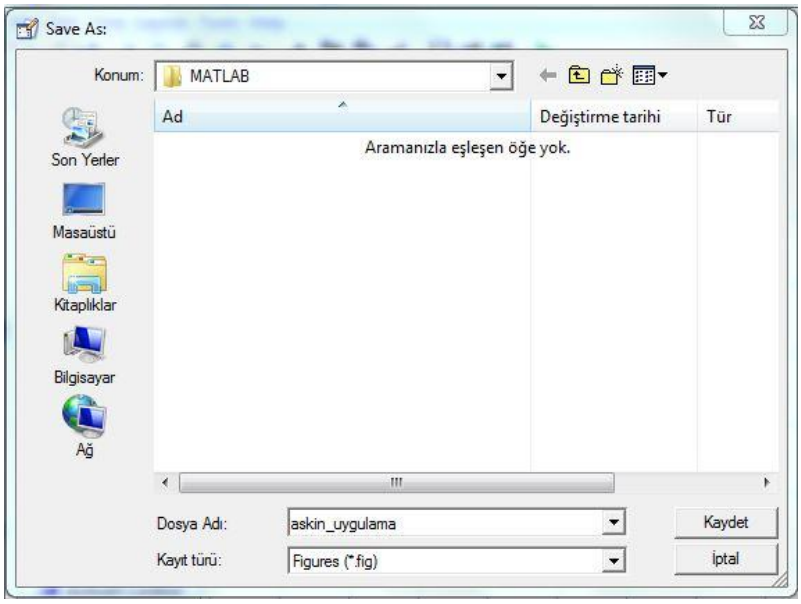
Çalışma alanına eklenilen bileşenlerin, kullanıcıya açıklayıcı bilgiler vermesi ya da kullanıcı tarafından programa bilgi girişi yapılması gerekebilir. Kullanıcıya bilgi verme durumunda, bileşenlerin özelliklerini ayarlamak gerekir. Bileşeni çift tıklayarak ya da bileşen üstünde sağ tuş "Property Inspector" seçeneği ile, nesne özelliklerinin ayarlanabileceği Şekil 4.5'teki pencere gelecektir. Bu pencerede, program içerisinde bileşene ulaşılabilecek "Name" özelliği ayarlanabildiği gibi, "String" özelliğiyle de kullanıcıya bileşenle ilgili bilgi verilebilir.



Şekil 4.5. "Property Inspector" penceresi

4.3.3. GUI tasarımını kaydetme

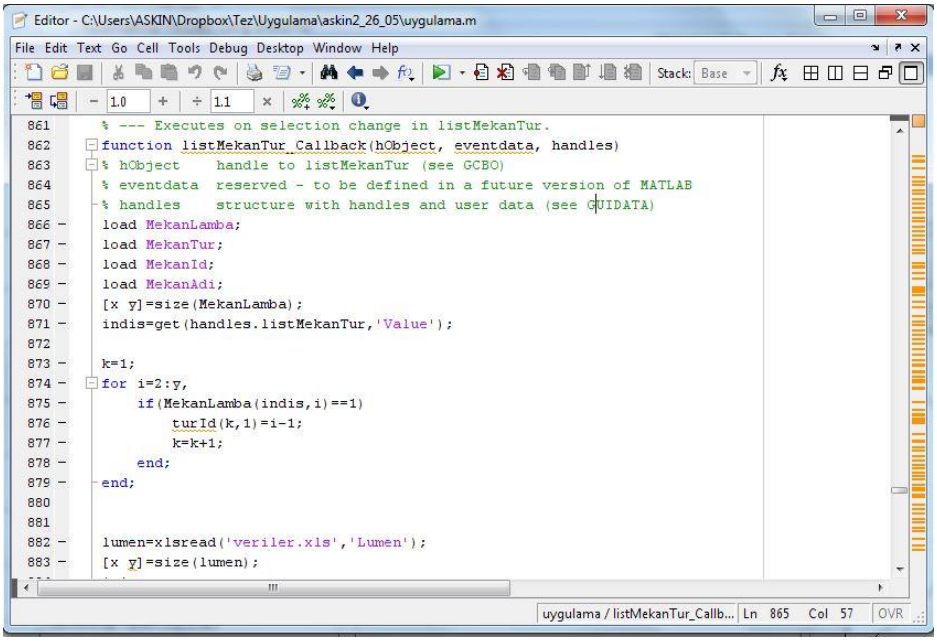
Oluşturulan GUI penceresinin tasarımı bittikten sonra, programlamaya başlamadan veya çalıştırmadan önce kaydedilmesi gerekmektedir. Bu işlemlerden herhangi birisi yapılmak istendiği takdirde, Şekil 4.6'da gözüken pencere yardımıyla, uygulamaya isim verilerek kaydedilmek istenen pencere gelecektir. Kayıt işleminden sonra, programlamaya başlanabilir ya da uygulamanın tasarımı çalıştırılabilir.



Şekil 4.6. GUI kaydetme penceresi

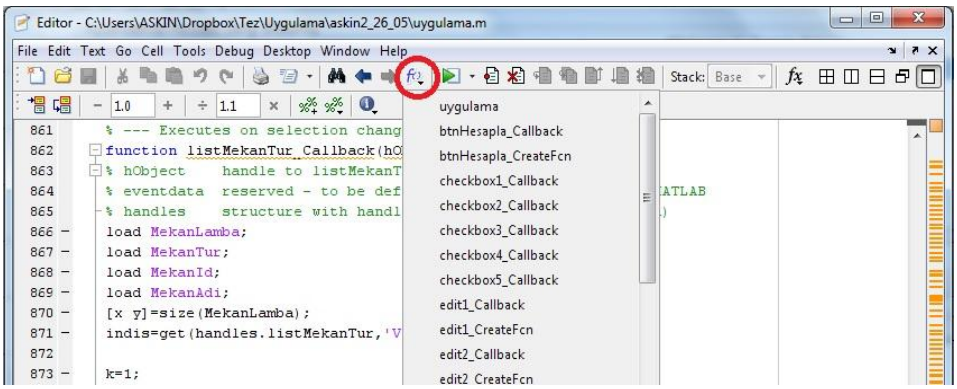
4.3.4. GUI bileşenlerinin programlanacağı fonksiyonlar oluşturma

GUI ile tasarlanarak kaydedilen çalışma alanlarının uzantısı ".fig" şeklinde olmaktadır. Bu dosyaların programlanabilmesi için, çalışma alanının kaydedildiği isimde ".m" uzantılı bir dosyanın oluşturulması gerekmektedir. Programlamaya başlayabilmek için ".m" uzantılı dosyanın açılması gerekmektedir. Tasarımın gerçekleştirildiği pencerede, "View" menüsünde bulunan "M-file Editor" menüsünün seçilmesiyle, programlama yapılabilecek Şekil 4.7'deki pencere gelecektir. Programlamaya başlamanın bir diğer yolu ise, fare ile üzerinde sol tuş tıklaması yapılması durumunda, istenen komutların çalışacağı bileşenin "Callback" fonksiyonunun bulunduğu komut satırlarını açmaktır. Komut satırlarını açabilmek için tasarım penceresinde bileşen üzerinde sağ tıklanıldıktan sonra, "View Callbacks" menüsünden "Callback" seçeneği seçilir.



Şekil 4.7. Programlama yapılan m-file düzenleyici penceresi

Bileşenleri tasarım penceresinin dışında, M-File Editor penceresinden de yapmak mümkündür. Bileşenler, Şekil 4.8'de araç çubuğunda bulunan f(x) butonu ile de programlamaya başlanabilir.



Şekil 4.8. M-file düzenleyici penceresinde bileşenleri programlama

4.4. Uygulamada Kullanılan GUI Bileşenlerinin Açıklanması

4.4.1. Push button

Buton bileşenine fare ile sol tıklama yapılması durumunda, çalışması istenen kod blokları, buton bileşeninin "Callback" fonksiyonuna yazılır.

4.4.2. Edit text

Kullanıcıdan bilgi almak amacıyla kullanılan bileşendir. Nadiren de olsa, bilgi vermek için de kullanılabilir. Bileşenden elde edilen bilgi metinsel türdedir, aritmetiksel işlem yapabilmek için tür dönüşümü yapılmalıdır.

4.4.3. Static text

Kullanıcıya bilgi vermek ve açıklamalar yapmak amacıyla kullanılır.

4.4.4. Listbox

Kullanıcıya seçim yapabileceği bir liste sunmak için kullanılır. Listeler sabit veriler olarak oluşturabileceği gibi, dinamik listeler de oluşturulabilir. Buton nesnesinde olduğu gibi "Callback" fonksiyonu kullanılabilir.

4.4.5. Pop-up menu

Kullanıcıya seçim yapabileceği aşağı doğru açılan bir liste sunmak için kullanılır. Listeler sabit veriler olarak oluşturabileceği gibi, dinamik listeler de oluşturulabilir. Buton nesnesinde olduğu gibi "Callback" fonksiyonu kullanılabilir.

4.4.6. Axes

Çalışma alanında grafik gösterilmesi amacıyla kullanılır.

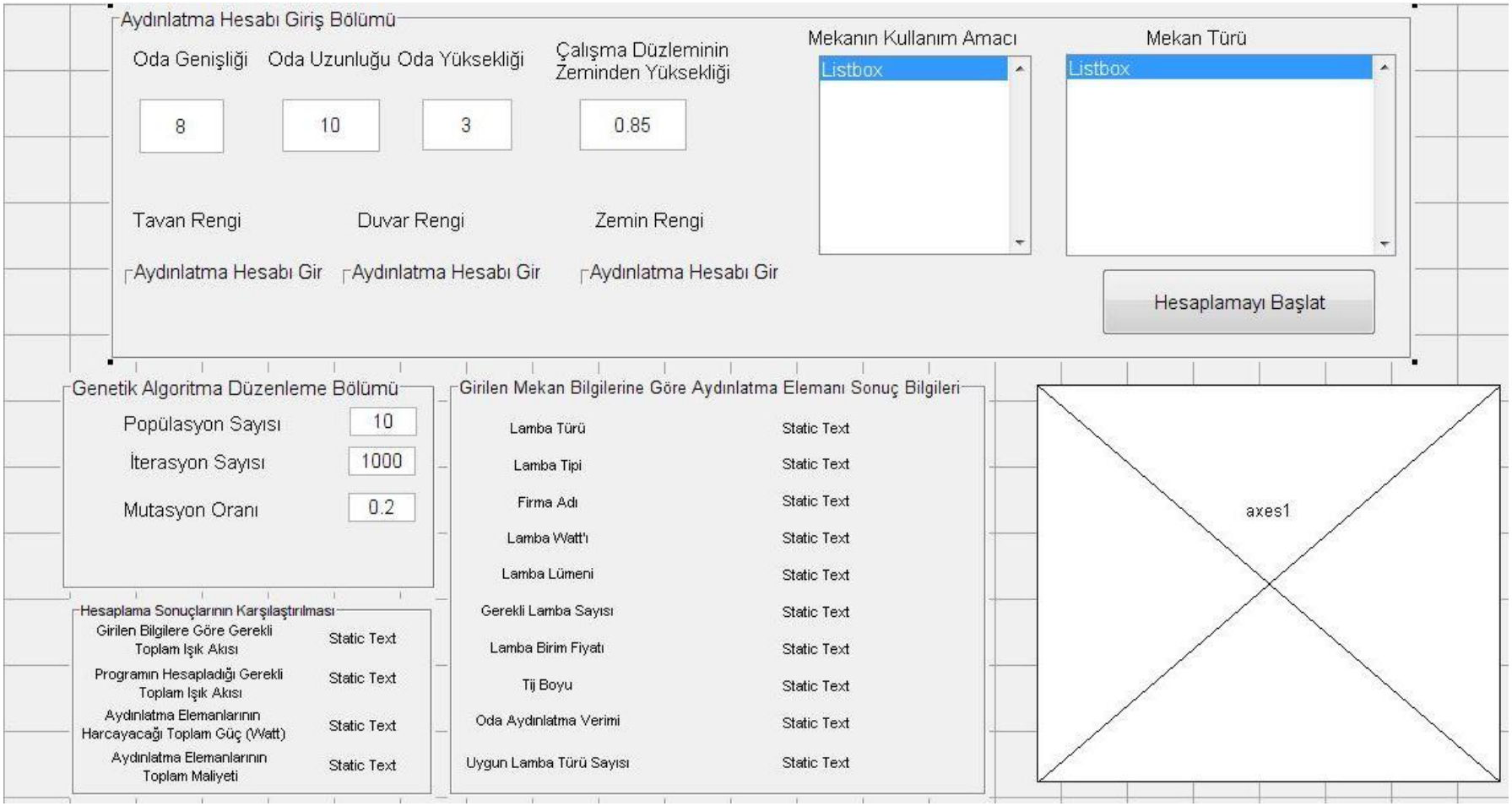
5. AYDINLATMA HESAPLARININ GENETİK ALGORİTMA İLE OPTİMİZASYONU UYGULAMASI

5.1. Giriş

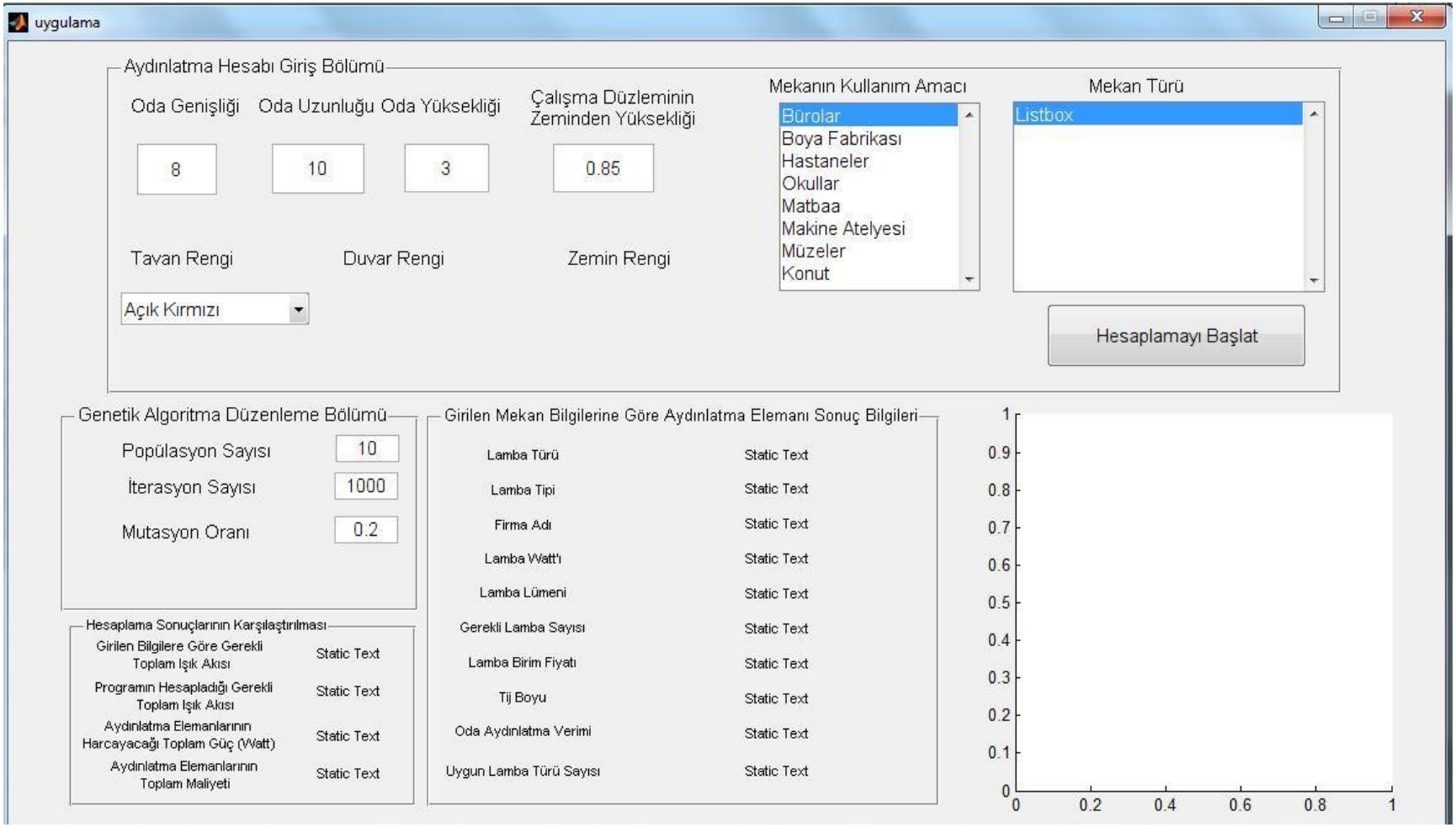
Bu bölümde, iç mekan aydınlatmasının genetik algoritma ile optimizasyonuna yönelik bir uygulama yer almaktadır. Hesaplama şu şekilde yapılmaktadır; aydınlatma için gerekli olan veriler uygulama programına girdi olarak verilir. Verilerin programa girişi, Microsoft Excel ile oluşturulmuş ve içerisinde aydınlatma elemanları bilgilerinin bulunduğu tablolar yardımıyla yapılmaktadır. Excel tablolarından gerekli olan bilgiler, Matlab'da geliştirilen uygulama programına aktarılmaktadır. Uygulama programında genetik algoritma ile aydınlatma optimizasyonu gerçekleştirilmektedir. Aydınlatma hesabı değişkenlerinden; kullanılacak aydınlatma elemanının tipi, aydınlatma elemanının sayısı ve tij boyundan oluşan üç değişken genetik algoritmadaki bir kromozomun genlerini oluşturmaktadır. Mesafeler, yükseklikler, yansıtma katsayıları gibi girilen mekan bilgilerine göre, genetik algoritma en uygun aydınlatma elemanını, gerekli aydınlatma elemanı sayısını ve tij boyunu seçerek, kullanıcıya ihtiyaç duyulan aydınlığı karşılayan ve en ekonomik seçeneği sunar.

5.2. Uygulamaya Genel Bakış

Bu tez çalışmasında, bilgi girişi yapılabilmesi ve girilen verilere göre çıkan sonuçların kullanıcıya gösterilebilmesi için, Matlab GUI kullanılarak Şekil 5.1'deki ara yüz oluşturuldu. İç mekanın tavan, duvar ve zemin renklerini seçebilmek için üç tane "pop-up menu", uygulamada kullanılacak rakamsal verileri girebilmek için beş tane "edit text", kayıtlı mekan isimlerini seçebilmek için iki tane "listbox", rakamsal bilgilerin girileceği metin kutularına açıklama yapmak ve yapılan hesaplamanın sonuçlarını göstermek için birçok "static text", bilgiler girildikten sonra hesaplamayı başlatmak için bir tane "push buton" ve genetik algoritmanın çalışma adımlarını grafik olarak göstermek için bir tane "axes" kullanıldı.



Şekil 5.1. Uygulamanın .fig dosyası



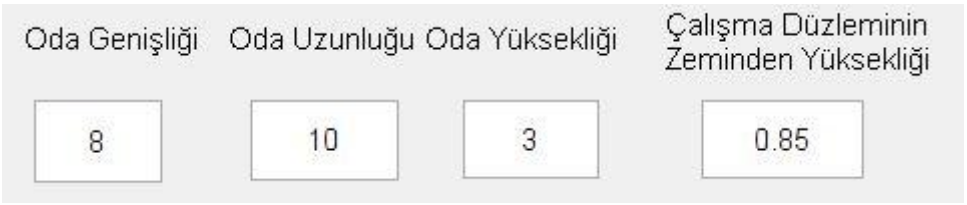
Şekil 5.2. Uygulamanın çalışan görüntüsü

5.3. Uygulamanın Çalışması

Uygulama çalıştırıldığında Şekil 5.2'deki ekran görüntüsü gelmektedir. Şekil 5.2'de görünen uygulamanın ilk çalıştırma anı ekran görüntüsünde mekanın kullanılma amacı bölümü ve tavan rengi bilgileri Excel'de oluşturulmuş tablolardan alınmaktadır.

5.3.1. Aydınlatma hesabı rakamsal veri giriş bölümü

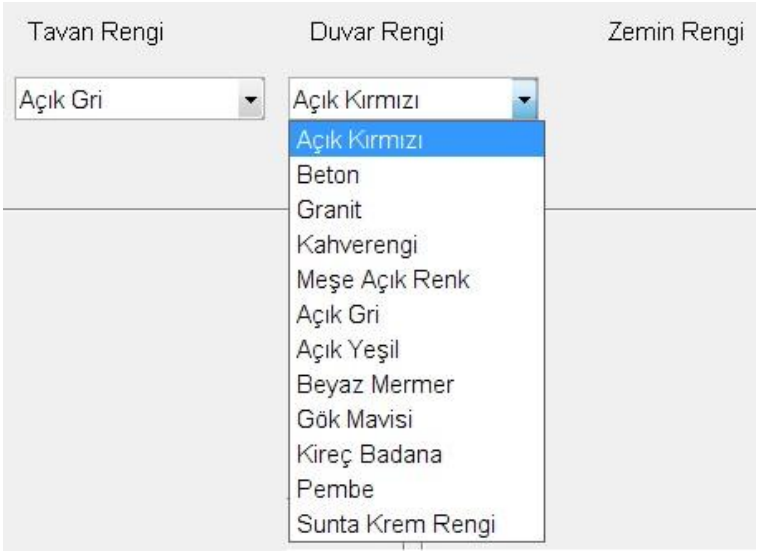
Aydınlatma hesabı giriş bölümünde; oda genişliği, oda uzunluğu, odanın tavan yüksekliği ve çalışma düzemlinin zeminden yüksekliğini girebileceğimiz, Şekil 5.3'te görülen dört tane "edit text" bileşeni bulunmaktadır.



Şekil 5.3. Aydınlatma hesabı rakamsal veri giriş bölümü

5.3.2. Tavan, duvar, zemin renk ve malzeme seçim bölümü

Tavan, duvar ve zemin renkleri seçilirken, tavanda seçilen renk ya da malzemenin yansıtma katsayısına göre duvarın olası yansıtma katsayıları, tavan ve duvarın yansıtma katsayısına göre zeminin olası yansıtma katsayıları Tablo 2.2'deki bilgilere göre düzenlenmektedir. Tavan rengi seçildikten sonra, olabilecek duvar renkleri Şekil 5.4'te görüldüğü gibi diğer açılır menü içerisine dinamik olarak aktarılmaktadır. Zemin rengi açılır menüsü de duvar rengi seçildikten sonra dinamik olarak oluşmaktadır.

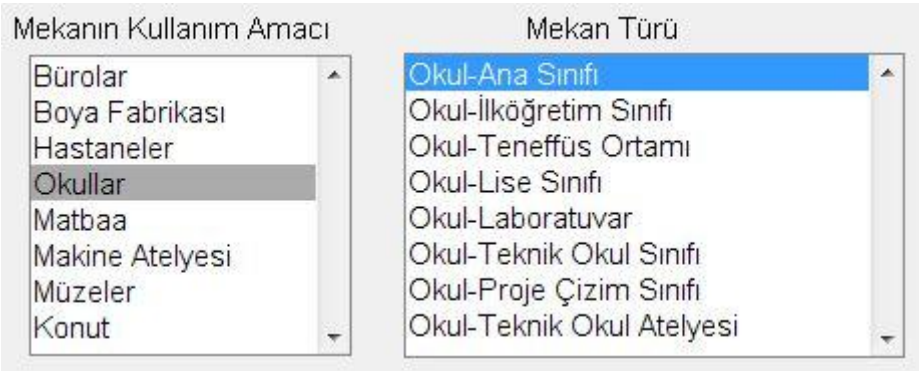


Şekil 5.4. Tavan,duvar ve zemin renk seçimi bölümü

5.3.3. Mekanın kullanım amacının seçimi

Mekanın kullanım amacı başlıklı liste kutusundan herhangi bir tür seçildiğinde, Şekil 5.5'te görüldüğü gibi, mekan türü başlıklı liste kutusu dinamik olarak güncellenmektedir. Mekan türü seçimi yapıldığında, ilgili seçimin gerektirdiği en az aydınlık şiddeti programa aktarılmaktadır.

Mekanın kullanım amacı seçildiğinde, aydınlatma elemanlarının tutulduğu tablodan uygun lamba türleri filtrelenir. Hesaplama yapılırken, uygun lamba türlerinden oluşan küme içerisinden seçim yapılmaktadır.



Şekil 5.5. Hesaplama yapılacak mekanın seçim ekranı

5.3.4. Genetik algoritma parametreleri bölümü

Uygulama çalışmadan önce, Şekil 5.6'daki ekrandan genetik algoritmanın parametreleri düzenlenebilir.

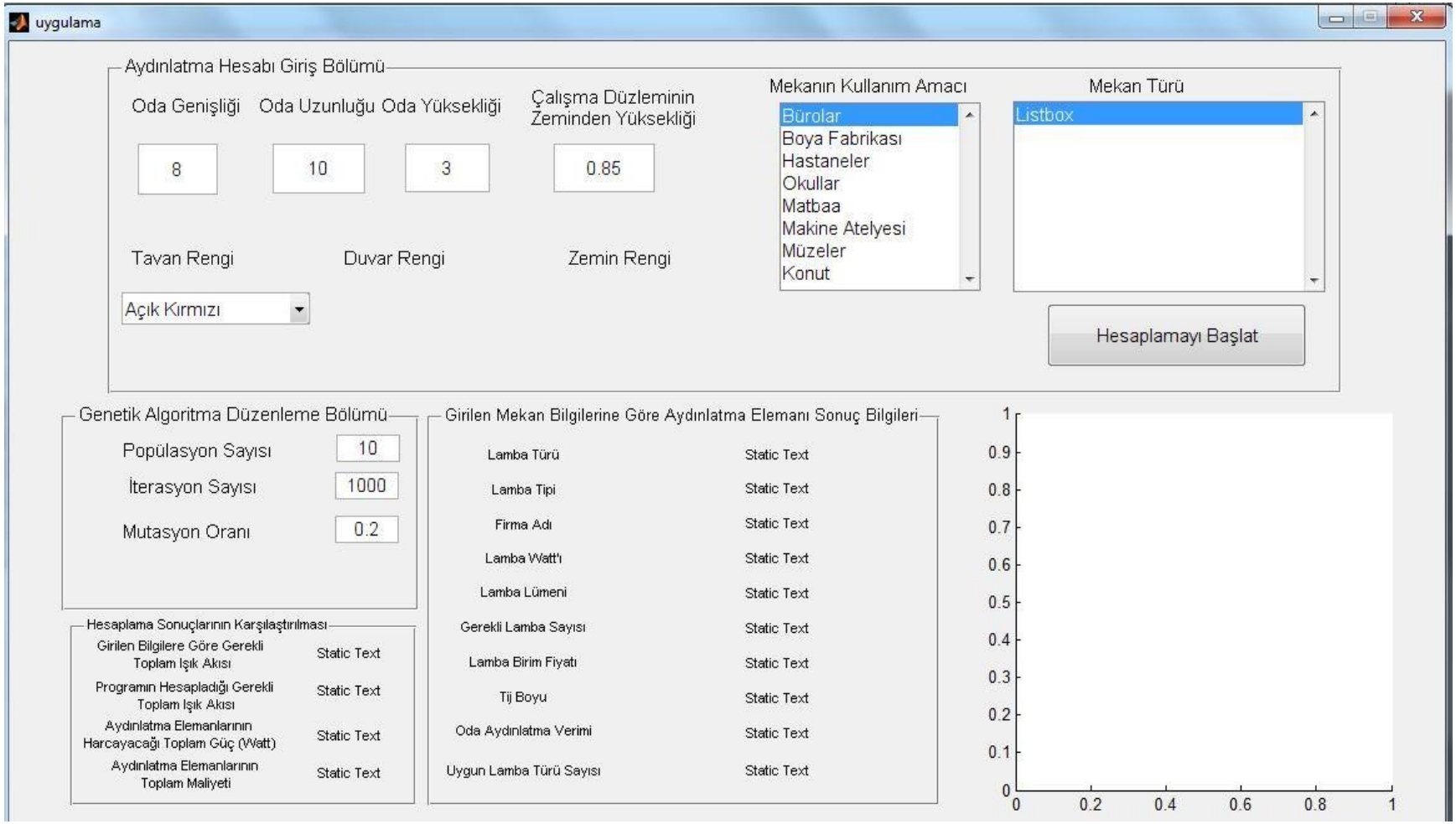


Şekil 5.6. Genetik algoritma özellikleri düzenleme bölüm ekranı

5.4. Geliştirilen Sistem İçin Örnek Uygulama

Geliştirilen sistemin çalışmasını irdelemek amacıyla, Bölüm 3'te verilen örnek aydınlatma hesabındaki bilgi girişleri yapılarak uygulama çalıştırılıp, Şekil 5.7'deki ekran görüntüsü elde edildi. Örnek uygulama için; oda genişliği 6 m, oda uzunluğu 8 m, oda yüksekliği 3 m, çalışma düzleminin zeminden yüksekliği 0,70 m olarak belirlendi. En az aydınlık düzeyi 500 lüx olan, büro alt seçeneklerinden dekoratif çizimler seçildi. Tavan, yansıtma katsayısı 0,5 olan açık yeşil rengi; duvar, yansıtma katsayısı 0,5 olan beyaz mermer; zemin, yansıtma katsayısı 0,3 olan beton seçildi.

Bölüm 3'teki geleneksel hesaplama yöntemi ile, odayı aydınlatmak için gerekli toplam ışık akısı 66666 lümen olarak bulunurken; tez çalışması ile geliştirilen uygulamada, daha önce 0,15 olarak belirlenmiş tij boyunu 0,25 seçerek oda aydınlatma veriminin büyümesi sağlanmış, gerekli toplam ışık akısı 58536 lümen olarak hesaplanmıştır. Aydınlatma elemanı kümesinden seçilen eleman ile 58600 lümen toplam ışık akısı sağlanmıştır. Şekil 5.7'deki grafikte de görüleceği üzere, algoritma yaklaşık olarak 800 adımdan sonra en uygun hesaplamayı gerçekleştirmiştir.



Şekil 5.7. Örnek uygulama çalıştırılarak sonuç bulan ekran görüntüsü

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Mimari bir yapı tasarlanırken, yapım için kullanılacak olan araç gereç seçiminin, oluşturulacak yapının işlevine uygun olması gerekir. Bu uygunluk tek başına yeterli değildir. Aynı zamanda tasarıma uygun bir aydınlatma yapma en az yapı malzemelerinin seçimi kadar önemlidir.

Bir yapıda aydınlatma yapılmadan önce, mekan da kullanılmış olan malzemelerin yansıtma niteliği ve yansıtma faktörü belirlenir ve aydınlatma buna göre yapılır. Bunların yanı sıra aydınlatma yaparken, gerekli elemanların seçilmesi aşamasında, mekanın yüzölçümü olarak büyüklüğü, renk ve dokusu göz önünde bulundurulur.

Aydınlatma yapılırken mekan, kullanılacak malzemeler ve aydınlatma elemanları bir birlerine eş önemlilik derecesine sahiptir. Belirtilen bu öğelerin seçimi ne kadar iyi olursa mekan ve bu mekandan yararlanacak kullanıcılar o kadar olumlu etkilenir. Böylece mekanın kullanım verimi artar.

Her geçen gün aydınlatma teknolojisinin hızlı bir şekilde ilerlemesi, mekanlarda aydınlatma yapılırken son teknolojinin kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Son zamanlarda çok hızlı gelişim gösteren dallardan biri de genetik algoritmalardır. Karmaşık problemleri hızlı ve ideale en yakın çözen GA'lar, çok çeşitli problem türleri üzerinde başarılı çözümlere ulaşabilmektedir.

Bu tez çalışmasında, iç mekan aydınlatma sistemi değişkenleri genetik algoritma ile optimize edilmiş ve bunun için bir uygulama programı geliştirilmiştir. İç mekan aydınlatması için kullanılan geleneksel çalışmalarda, aydınlatma elemanı bilgileri hesaplamalarda veri olarak kullanılmakta, kullanıcının seçtiği aydınlatma elemanına göre lamba sayısı hesaplanmaktadır. Bu tez çalışmasında ise, bunlardan farklı olarak, aydınlatılacak iç mekan için uygun lamba türünün seçimi ve tij boyu yapılan bilgisayar destekli program tarafından belirlenmektedir. Aydınlatma elemanının seçiminde, ekonomiklik ve gerekli aydınlık düzeyinin karşılanması göz önünde bulundurulmaktadır.

Geliştirilen uygulamada, aydınlatma için gerekli olan veriler uygulama programına girdi olarak verilmektedir. Veriler Microsoft Excel tablolarında tutulmaktadır ve gerektiğinde Matlab'da geliştirilen uygulama programına aktarılmaktadır. Uygulama programında genetik algoritma ile aydınlatma optimizasyonu gerçekleştirilmektedir. Aydınlatma hesabı değişkenlerinden; kullanılacak aydınlatma elemanının tipi, aydınlatma elemanının sayısı ve tij boyundan oluşan üç değişken genetik algoritmadaki bir kromozomun genlerini oluşturmaktadır. Mesafeler, yükseklikler, yansıtma katsayıları gibi girilen mekan bilgilerine göre, genetik algoritma en uygun aydınlatma elemanını, gerekli aydınlatma elemanı sayısını ve tij boyunu seçmektedir.

Sonuç olarak, genetik algoritmalar son zamanlarda gelişim gösteren bir yöntem olsa da, birçok alanda kesin çözüm içermeyen problemlerin çözümü için ilk etapta başvurulan yöntemlerden biridir. Aydınlatma problemleri ve genetik algoritmanın birlikte kullanımı çok eskiye dayanmamaktadır. Bundan dolayı, bu alanda çok fazla örnek ile karşılaşılmamıştır. Yapmış olduğumuz tez çalışmasında, bu eksikliğin üzerinde durmaya çalışılmıştır. Geliştirilen uygulama çok profesyonel olmasa da, parametre sayısını artırarak ve maliyeti de dikkate alarak, aydınlatma optimizasyonuna yeni bir bakış açısı getirmeye çalışmıştır.

KAYNAKLAR

[1] Ürgüplü Z., *Elektroteknik Bilgi Bankası*, 2, Cihan Elektrik, Ankara,2008.

[2] Emel G., Taşkın Ç., Genetik Algoritma Ve Uygulama Alanları ,Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 2002,**XXI**, 129-152.

[3] Erdem S., "Aydınlatma Mühendisliğinde İleri Yöntemlerle Çözüm Teknikleri", Yüksek Lisans Tezi,Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2007, 212782.

[4] http://320volt.com/aydinlatma-hesap-programi-excel (Ziyaret Tarihi : 29 Nisan 2013).

[5] Sirel Ş., Aydınlığın Niteliği Kitapçığı, 1992.

[6] Esen A., Aydınlatma Ders Notları, Mimar Sinan Üniversitesi, İstanbul, 2000.

[7] Şerefhanoğlu M., *Konutlarda Aydınlatma*, S: 63, Karaca Basımevi, İstanbul, 1972.

[8] Altuncu D., "Restoran-Bar İşlevi Kazandırılmış Tarihi Mekanlarda Yapay Aydınlatmayla Atmosfer Yaratma", Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2007, 185612.

[9] Dumortier, D., Koga, Y., Status of the International Daylight Measurement Programme and its Server; Proceedings of the CIE 24th Session, ss: 282-286, Warsaw, 1999.

[10] Göker M., Mimari Yapılarda Saydamlık ve Mekan Tasarımında Işık Kontrolü, Sanatta Yeterlilik Tezi, Syf: 155.

[11] Rasmussen S. E., *Yaşanan Mimari*, Syf: 155.

[12] LightWorld Dergisi, Röportaj: Rengin Ünver, Syf: 58.

[13] Sirel Ş., Aydınlatma Sözlüğü, Syf:166.

[14] Sirel Ş., Aydınlatma Sözlüğü, Syf:35.

[15] http://www.bilgiustam.com/resimler/2008/03/ampul_diagram.JPG (Ziyaret Tarihi : 20 Nisan 2013).

[16] http://www.cs.sakarya.edu.tr/sites/cyavuz/file/Desarj-Lambasi-Calisma-Prensibi.pdf (Ziyaret Tarihi:25 Mayıs 2013).

[17] http://www.silisyum.net/htm/optoelektronik/led.htm (Ziyaret Tarihi:25 Mayıs 2013).

[18] http://www.emo.org.tr/ekler/c188d0c8997f98b_ek.pdf?dergi=627 (Ziyaret Tarihi:25 Mayıs 2013).

[19] http://www.belgeler.com/blg/2txi/yehi-led (Ziyaret Tarihi:25 Mayıs 2013).

[20] Sirel Ş., Aydınlatma Sözlüğü, Syf:80.

[21] Koyunlu Y.,"İç Aydınlatma Otomasyonunda Scada Sistemlerinin Kullanımı Ve Örnek Uygulama", Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2010, 276011.

[22] http://www.butunsinavlar.com/aydinlatma-hesaplari-formulleri.html (Ziyaret Tarihi:25 Mayıs 2013).

[23] Çelebi Z., "Aydınlatma Tasarımında Kullanılan Bilgisayar Programları Üzerine Bir İnceleme", Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2007,213248.

[24] http://www.baktabul.net/biyoloji/140694-genetik-algoritmalar.html (Ziyaret Tarihi : 06 Mayıs 2013).

[25] Paksoy S., "Genetik Algoritma Programı ile Çizelgeleme", Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, 2007,217059.

[26] Yıldırım M., "Genetik algoritmalar ve benzetilmiş tavlama ile uzun dönem üretim genişletme planlaması", Doktora Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, 2003, 135971.

[27] Koçanlı M. M., Aydınbeyli Y. E., Saraç G., Eti Şirketler Grubu'nda üretim çizelgeleme problemi için bir hedef programlama modeli ve genetik algoritma, Endüstri Mühendisliği Dergisi, 2003, **23**, 4-21.

[28] İşçi Ö., Korukoğlu S., Genetik Algoritma Yaklaşım ve Yöneylem Araştırmasında Bir Uygulama, Yönetim ve Ekonomi, 2003, 10, 2.

[29] Mut A D., "Alt Kısmi Moment Ve Yarı-Varyans Risk Modelleri Kullanarak Genetik Algoritma Yardımıyla Portföy Optimizasyonu: İmkb Uygulaması", Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, , Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, 2009.

[30] https://dosya.sakarya.edu.tr/Dokumanlar/2013/526/86821777_2012-2-ga-genetik_islemciler-16-31slyt-hulusi-notlardan1hf.ppt (Ziyaret Tarihi:20 Mayıs 2013).

[31] Biroğlu S., Güvenç U., Genetik Algoritma İle Çözümü Gerçekleştirilen Atölye Çizelgeleme Probleminde Ürün Sayısının Etkisi, Akademik Bilişim '07-IX Akademik Bilişim Konferansı, Kütahya, Türkiye, 31 Ocak-2 Şubat 2007.

[32] http://www.optisu.com/tr/caprazlama.htm (Ziyaret Tarihi: 20 Mayıs 2013).

[33] http://www.bulentsiyah.com/genetik-algoritma-temel-kavramlar/ (Ziyaret Tarihi: 12 Mayıs 2013).

[34] http://www.mahmutkantar.com/genetik-algoritma-sureci-makalesi/17.aspx (Ziyaret Tarihi: 12 Mayıs 2013).

EKLER

EK – A

GUI'de Girilen Bilgilere GöreGenetik Algoritma Özelliklerini Ayarlayan Kod Bölümü

```
pop_sayisi=str2num(get(handles.edtSize,'String'));
 %nüfustaki kromozom sayısı
kromozom_sayisi=3;
%kromozomdaki gen sayısı
maksimum_jenerasyon=str2num(get(handles.edtGener,'String'));
%maximum generasyon sayısı
mut_orani=str2num(get(handles.edtRate,'String'));
 %mutasyon oranı
```

Başlangıç Nüfusu Oluşturma Bölümü

```
%başlangıç popülasyonu
mak_birim=[LL 500 T];
 %genlerin maximum değerleri
pop=rand(pop_sayisi,kromozom_sayisi);
pop_decimal=ceil(pop.*(ones(pop_sayisi,1)*mak_birim));
```

Amaç Fonksiyonu

```
H=h-0.85-Tij(pop_decimal(:,3),2);
Ceza1=(H-1);
Ceza=1000*abs(Ceza1).*(Ceza1<0)+1;
k1=(A*B)./(H*(A+B));
K=Verim(1:10,1);
for i=1:pop_sayisi,
        [x y]=min(abs(K-k1(i,1)));
        k(i,1)=Verim(y,1);
        eta(i,1)=Verim(find(Verim(:,1)==k(i,1) & Verim(:,2)==TavanYK &
        Verim(:,3)==DuvarYK & Verim(:,4)==ZeminYK),5);
end;
maliyet=(secilenlumen(pop_decimal(:,1),4).*pop_decimal(:,2))/100+abs(((secilenlu
men(pop_decimal(:,1),3).*eta.*pop_decimal(:,2))./(kbfaktor*(A*B)))-E).*Ceza;
uygunluk=f_uygunluk(maliyet,pop_sayisi);
```

Uygunluk Fonksiyonu

```
function [uygunluk]=f_uygunluk(maliyet,pop_sayisi)
[Y Z]=sort(maliyet);
[K L]=sort(Y);
uygunluk1(Z(:))=((pop_sayisi-L(:))./(pop_sayisi-1))+eps;
uygunluk=uygunluk1';
```

Jenerasyon Döngüsü

```
for jenerasyon=1:maksimum_jenerasyon,
  %seçkin bireyler
  [p r]=max(uygunluk);
  elitist(1,:)=pop_decimal(r,:);
   %seçme
   [secme]=f_secme(uygunluk,pop_sayisi);
   [ebeveyn_grup1,ebeveyn_grup2]=f_ebeveyn(pop_decimal,secme,pop_sayisi);
   %çaprazlama
[pop_caprazlama]=f_caprazlama(ebeveyn_grup1,ebeveyn_grup2,pop_sayisi,kromoz
om_sayisi);
   %mutasyon
   [pop_mutasyon]=f_mutasyon(pop_caprazlama,mak_birim,mut_orani);
   %seçkin bireyler oluşturma
   H=h-0.85-Tij(pop_decimal(:,3),2);
   Ceza1=(H-1.50);
   Ceza=1000*abs(Ceza1).*(Ceza1<0)+1;
   k1=(A*B)./(H*(A+B));
   K=Verim(1:10,1);
   for i=1:pop_sayisi,
      [x y]=min(abs(K-k1(i,1)));
      k(i,1)=Verim(y,1);
      eta(i,1)=Verim(find(Verim(:,1)==k(i,1) & Verim(:,2)==TavanYK &
Verim(:,3)==DuvarYK & Verim(:,4)==ZeminYK),5);
   end;
maliyet=(secilenlumen(pop_decimal(:,1),4).*pop_decimal(:,2))/100+abs(((secilenlu
men(pop_decimal(:,1),3).*eta.*pop_decimal(:,2))./(kbfaktor*(A*B)))-E).*Ceza;

   uygunluk=f_uygunluk(maliyet,pop_sayisi);

   [p r]=min(uygunluk);
   pop_mutasyon(r,:)=elitist(1,:);

   %yeni popülasyon
   pop_decimal=pop_mutasyon;
   H=h-0.85-Tij(pop_decimal(:,3),2);
   Ceza1=(H-1.50);
   Ceza=1000*abs(Ceza1).*(Ceza1<0)+1;
   k1=(A*B)./(H*(A+B));
   K=Verim(1:10,1);
   for i=1:pop_sayisi,
      [x y]=min(abs(K-k1(i,1)));
      k(i,1)=Verim(y,1);
      eta(i,1)=Verim(find(Verim(:,1)==k(i,1) & Verim(:,2)==TavanYK &
Verim(:,3)==DuvarYK & Verim(:,4)==ZeminYK),5);
   end;
maliyet=(secilenlumen(pop_decimal(:,1),4).*pop_decimal(:,2))/100+abs(((secilenlu
men(pop_decimal(:,1),3).*eta.*pop_decimal(:,2))./(kbfaktor*(A*B)))-E).*Ceza;
```

```
   uygunluk=f_uygunluk(maliyet,pop_sayisi);
   %her jenerasyonda minumum maliyet değerlerini gösterir
   jenerasyon
   minimum_maliyet(jenerasyon,1)=jenerasyon;
   min(maliyet(:,1))
   minimum_maliyet(jenerasyon,2)=min(maliyet(:,1));
end
```

Seçme Fonksiyonu

```
function [secme]=f_secme(uygunluk,pop_sayisi)
cark=sum(uygunluk)*rand(pop_sayisi,1);
for j=1:pop_sayisi,
   dilim=0;i=0;
   while dilim<cark(j,1),
         i=i+1;
         dilim=dilim+uygunluk(i,1);
   end,
secme(j,1)=i;
end,
```

Ebeveyn Oluşturma

```
function
[ebeveyn_grup1,ebeveyn_grup2]=f_ebeveyn(pop_decimal,secme,pop_sayisi)

ebeveyn_grup1(1:(pop_sayisi/2),:)=pop_decimal(secme(1:(pop_sayisi/2),1),:);

ebeveyn_grup2(1:(pop_sayisi/2),:)=pop_decimal(secme((pop_sayisi/2)+1:pop_sayisi
,1),:);
```

Çaprazlama Fonksiyonu

```
function
[pop_caprazlama]=f_caprazlama(ebeveyn_grup1,ebeveyn_grup2,pop_sayisi,kromoz
om_sayisi)

capraz_eslestirme=ceil(rand((pop_sayisi/2),1)*(kromozom_sayisi-1));
for i=1:(pop_sayisi/2),
      cocuk1(i,1:capraz_eslestirme(i,1))=ebeveyn_grup1(i,1:capraz_eslestirme(i,1));
      cocuk1(i,capraz_eslestirme(i,1)+1:kromozom_sayisi)=ebeveyn_grup2(i,capraz_
      eslestirme(i,1)+1:kromozom_sayisi);

      cocuk2(i,1:capraz_eslestirme(i,1))=ebeveyn_grup2(i,1:capraz_eslestirme(i,1));

      cocuk2(i,capraz_eslestirme(i,1)+1:kromozom_sayisi)=ebeveyn_grup1(i,capraz_
      eslestirme(i,1)+1:kromozom_sayisi);
end,
pop_caprazlama=cat(1,cocuk1,cocuk2);
```

Mutasyon Fonksiyonu

```
function [pop_mutasyon]=f_mutasyon(pop_mutasyon,max_birim,mut_orani)
[x,y]=size(pop_mutasyon);
rastgele_numaralar=rand(x,y);
for j=1:x,
   for i=1:y,
      if rastgele_numaralar(j,i)<mut_orani
         pop_mutasyon(j,i)=ceil(rand(1,1)*max_birim(i));
      end;
   end;
end;
```

ÖZGEÇMİŞ

1984 yılında Ankara'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Ankara'da tamamladı. 2004 yılında girdiği Kocaeli Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Bilgisayar Öğretmenliği(İ.Ö.) Bölümü'nden 2008 yılında Bilişim Teknolojileri Öğretmeni olarak mezun oldu. 2009 yılından başladığı, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi Anabilim Dalı'ndaki Yüksek Lisans eğitimine devam etmektedir. Aynı zamanda 2009 yılından beri Ümraniye Ticaret Meslek Lisesi'nde Bilişim Teknolojileri Öğretmeni olarak görev yapmaktadır.