



**T.C.
GAZI ÜNİVERSİTESİ
BİLİŞİM ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK
LİSANS
TEZİ**

**GENETİK ALGORİTMA İLE
ANKARA İLİNDE MOBESE
(KENT GÜVENLİK YÖNETİM SİSTEMİ)
YERLEŞTİRME OPTİMİZASYONU**

BEKİR HORAT

BİLGİSAYAR EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

KASIM 2014



**GENETİK ALGORİTMA İLE ANKARA İLİNDE MOBESE (KENT
GÜVENLİK YÖNETİM SİSTEMİ) YERLEŞTİRME OPTİMİZASYONU**

Bekir HORAT

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİLGİSAYAR EĞİTİMİ ANABİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
BİLİŞİM ENSTİTÜSÜ**

KASIM 2014

Bekir HORAT tarafından hazırlanan “Genetik Algoritma ile Ankara İlinde MOBESE (Kent Güvenlik Yönetim Sistemi) Yerleştirme Optimizasyonu” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ / OY ÇOKLUĞU ile Gazi Üniversitesi Bilgisayar Eğitimi Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Doç. Dr. Aysun COŞKUN

Bilgisayar Eğitimi Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum.....

Başkan: Prof. Dr. M. Ali AKCAYOL

Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum.....

Üye: Doç. Dr. M. Rahmi CANAL

Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum.....

Tez Savunma Tarihi: 07/11/2014

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Doç. Dr. Nurettin TOPALOĞLU

Bilişim Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Bilişim Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.



Bekir HORAT

07/11/2014

GENETİK ALGORİTMA İLE ANKARA İLİNDE MOBESE (KENT GÜVENLİK YÖNETİM SİSTEMİ) YERLEŞTİRME OPTİMİZASYONU

(Yüksek Lisans Tezi)

Bekir HORAT

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

BİLİŞİM ENSTİTÜSÜ

Kasım 2014

ÖZET

Bilgisayarın kullanım alanları gün geçtikçe artıp, matematiksel çözüm yöntemleri de bilgisayar aracılığı ile çalıştırıldığından beri geleneksel çözüm yöntemlerinin yanı sıra sezgisel çözüm yöntemleri de karmaşık sorunların çözümünde sıkça kullanılmaya başlamıştır. Bu çalışmada MOBESE teknik açıdan incelenmiş, yerleşim problemi sorun olarak algılanmış, bu tür çok parametrelili problemlerin çözümü için yeni teknikler bulunmaya çalışılmış ve genetik algoritmalar kullanılarak yapılan uygulamada olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Bu çalışmada, Ankara İline ait MOBESE yerleşim optimizasyonuna yönelik genetik algoritma uygulaması yapılmıştır. Yapay zeka optimizasyon tekniklerinden genetik algoritma çok parametrelili optimizasyon problemlerinin çözümünde kullanılan bir yöntem olduğu için Ankara İlinde MOBESE yerleşimi problemlerine de uygun olmaktadır. Yapılan çalışmada genetik algoritma ile optimizasyon yapılırken Ankara İlinde belirlenen bölgeler içerisinde seçilen noktalara MOBESE bileşenlerinin yerleşimini içeren probleme çözüm aranmıştır. Sistem bileşenlerinin konum bilgilerini oluşturan 9 parametre belirlenmiştir. Genetik algoritma uygulaması için uygunluk fonksiyonu olarak bu parametrelerin reel değerlerinin matematiksel toplamlarının aldığı değerler kullanılmıştır. Oluşturulan model Ankara İlinde elde edilen verilerle göre MOBESE yerleşimi problemine uygulanmış ve genetik algoritma metodu kullanılarak çözülmüştür. Elde edilen çözüm mevcut sistem yerleşimi ile karşılaştırıldığında birçok noktada örtüşme sağlamakla beraber maksimum fayda-minimum maliyet prensibi kapsamında daha iyi sonuçlar verdiği gözlenmiştir. Ayrıca değişen şehir yapısı ve sistem gereksinimlerine göre programın güncellenmesi ve yeni eklentiler yapılması uygun olacaktır.

Bilim Kodu : 902.3.006
Anahtar Kelimeler : MOBESE, KGYS, genetik algoritmalar
Sayfa Adedi : 94
Danışman : Doç. Dr. Aysun COŞKUN

MOBESE (CITY SECURITY MANAGEMENT SYSTEM) PLACEMENT
OPTIMIZATION WITHIN ANKARA BY USING GENETIC ALGORITHMS

(M. Sc. Thesis)

Bekir HORAT

GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF INFORMATICS

November 2014

ABSTRACT

Since computer usage areas has improved day by day and also mathematical solution methods are made to run via computer, intuitive methods as well as traditional solution methods have begun to be used frequently in the solution of complex problems. In this study, MOBESE system has been technically examined and placement problem has been perceived as a problem. New techniques have been run to find for the solution of this kind of multi-parameter problems and positive results have been obtained in the applications done by using genetic algorithms. In this study, genetic algorithm application for the layout optimization of MOBESE system belongs to Ankara Province has been carried out. Since it's a method used at the solution of genetic multi-parameter problems of artificial intelligence optimization techniques, it is suitable to the MOBESE placement problems in Ankara Province. In this study done, while making optimization with genetic algorithms, the solution to the problem that contains the placement of MOBESE components to the selected points in the areas localized in Ankara Province has been searched out. 9 parameters that form the location in formations of system components have been indicated. As a conformation function for genetic algorithm application, the rates that had the mathematical totals of these parameters real rates have been used. The model formed has been applied to MOBESE placement problem according to the data obtained in Ankara Province and solved by using genetic algorithm method. While the obtained solution assure saliasing in many point compared to the present system lay out and is observed that it has given beter results within the maximum benefit-minimum cost principle. Further more, it will be suitable that updating the program and making newattachments with respect to the varying urban structure and the system requirements.

Science Code : 902.3.006
Key Words : MOBESE, KGYS, genetic algorithms
Page Number : 94
Supervisor : Assoc. Prof. Aysun COŞKUN

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada değerli görüş ve katkılarıyla beni yönlendiren, çalışmanın tüm aőamalarında engin bilgi birikimini, deneyimini ve ilgisini hiçbir zaman esirgemeyen ve tez danışmanlığımı yürüten hocam Sayın Doç. Dr. Aysun COŞKUN'a teőekkürlerimi sunarım.

Maddi ve manevi desteklerinden dolayı eőim Satı HORAT ve kızım Fatma Rana'ya teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xi
RESİMLERİN LİSTESİ.....	xii
HARİTALARIN LİSTESİ	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiv
1. GİRİŞ	1
2. MOBESE KAVRAMI: ORTAYA ÇIKIŞI, GELİŞİMİ VE UYGULAMA ALANLARI.....	5
2.1. Genel Bilgiler ve Kavramlar	5
2.2. MOBESE Kavramının Ortaya Çıkışı ve Gelişimi.....	8
2.3. Dünyada MOBESE Kavramının Ortaya Çıkışı ve Gelişimi	9
2.4. Türkiye’de MOBESE Uygulamaları.....	13
2.5. MOBESE’nin Temel Yapısı ve Bileşenleri	17
2.5.1. Komuta kontrol merkezi.....	18
2.5.2. Bölge görüntüleme sistemi.....	18
2.5.3. Araç takip sitemi	19
2.5.4. Mobil sorgulama sistemi	20
2.5.5. Plaka tanıma sitemi	20
2.5.6. Kırmızı ışık ihlal tespit sistemi.....	21
2.5.7. Hız ihlali tespit sistemi.....	23

	Sayfa
2.5.8. Ortalama hız tespit sistemleri	24
2.5.9. Emniyet şeridi ihlal tespit sistemi	25
2.6. MOBESE'nin Hukuki Boyutu.....	25
3. OPTİMİZASYON PROBLEMLERİNİN ÇÖZÜM TEKNİKLERİ VE GENETİK ALGORİTMA	29
3.1 Tanım ve Temel Kavramlar	29
3.2. Genetik Algoritmalar	32
3.3. Genetik Algoritmanın Temel Bileşenleri.....	36
3.3.1. Kromozom tasarımı.....	37
3.3.2. Başlangıç popülasyonunun oluşturulması	37
3.3.3. Uygunluk fonksiyonu	37
3.3.4. Genetik operatörler	38
3.3.5. Genetik algoritmanın parametreleri	41
3.4. Genetik Algoritmanın İşleyişi	41
3.5. Diğer Çözüm Yaklaşımlarından Farkı	42
3.6. Genetik Algoritmaların Genel Uygulama Alanları.....	43
3.6.1. Optimizasyon.....	43
3.6.2. Otomatik programlama ve bilgi sistemleri.....	43
3.6.3. Mekanik öğrenme	44
3.6.4. Ekonomik ve sosyal sistem modelleri.....	44
3.6.5. İşletmelerdeki uygulama alanları.....	45
4. GENETİK ALGORİTMA İLE ANKARA İLİNDE MOBESE (KENT GÜVENLİK YÖNETİM SİSTEMİ) YERLEŞTİRME OPTİMİZASYONUN MODELLENMESİ	51
4.1. Genetik Algoritma Metodu Kullanılarak Ankara İli MOBESE Yerleşim Planı Çıkarılması	57

	Sayfa
4.2. Varsayımlar ve Oluşturulan Model.....	58
4.3. Genetik Algoritmanın Temel Uygulama Adımları.....	59
4.3.1. Populasyonun oluşturulması.....	59
4.3.2. Uygunluk fonksiyonu.....	60
4.3.3. Kontrol parametrelerinin belirlenmesi.....	62
4.3.4. Başlangıç populasyonunun belirlenmesi ve yeni populasyonlar üretilmesi.....	62
4.3.5. Değiştir.....	65
4.3.6. Test ve döngü.....	65
4.3.7. Algoritmadan çıkış.....	65
5. GENETİK ALGORİTMA İLE ANKARA İLİNDE MOBESE (KENT GÜVENLİK YÖNETİM SİSTEMİ) YERLEŞTİRME OPTİMİZASYONU UYGULAMASI.....	67
5.1. Genetik Algoritmanın Probleme Uygulama Aşamaları.....	69
5.1.1. Kromozom yapısı, başlangıç populasyonu ve uygunluk fonksiyonunun belirlenmesi.....	69
5.1.2. Seçim yapılması.....	75
5.1.3. Çaprazlama operatörü.....	75
5.1.4. Mutasyon operatörü.....	78
5.1.5. Uygunluk değerlerinin tekrar hesaplanması.....	80
5.1.6. Test ve döngü.....	81
5.1.7. Algoritmadan çıkış.....	82
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	87
KAYNAKLAR.....	91
ÖZGEÇMİŞ.....	94

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.1. Örnek kromozom yapısı.....	59
Çizelge 4.2. Genetik Algoritma için belirlenen kontrol parametreleri değerleri.....	62
Çizelge 5.1. Aday yerleşim noktalarına ait gen yapısını temsil eden konum bilgileri.....	68
Çizelge 5.2. Kromozomlara ait seçilme olasılıkları.....	74
Çizelge 5.3. Örnek program çıktısı.....	84
Çizelge 5.4. Ulus bölgesine ait yerleşimi tasarlanan MOBESE verilerinden elde edilen günlük taşıt geçiş miktarları.....	85

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. MOBESE'nin yapısı ve temel bileşenleri.....	17
Şekil 3.1. Genetik Algoritma genel akış diyagramı.....	35
Şekil 3.2. Rulet tekeri seçim yöntemi.....	39
Şekil 3.3 Çaprazlama operatörü.....	40
Şekil 3.4. Mutasyon operatörü.....	40
Şekil 4.1. İl yönetim modeli ve MOBESE.....	51
Şekil 5.1. Populasyonun ilk jenerasyonuna ait uygunluk fonksiyonu değerleri.....	71
Şekil 5.2. Populasyonun 1. (mavi) ve 2. (kırmızı) jenerasyonuna ait uygunluk fonksiyonu değerleri.....	82

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 2.1. Komuta kontrol merkezi.....	18
Resim 2.2. Örnek bir plaka tanıma görüntüsü.....	21
Resim 2.3. Kırmızı ışık ihlali sistemi.....	22
Resim 2.4. Kırmızı ışık kamera sistemi çalışma şeması.....	23
Resim 2.5. Hız ihlal tespit sistemi görüntüsü.....	24
Resim 2.6. Emniyet şeridi ihlal tespit sistemi örnek gösterimi.....	25

HARİTALARIN LİSTESİ

Harita	Sayfa
Harita 4.1. Ulus bölgesi muhtemel KGYS yerleşimi planı.....	55
Harita 5.1. Örnek yerleşim birimine ait aday yerleşim noktalarının haritada gösterimi.....	67

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

Açıklama

F	Kromozom uygunluk değeri
n	Kromozomdaki gen sayısı,
K	Tüm kromozomların uygunluk değerleri toplamı
$p(x_i)$	Populasyonun x_i 'nci bireyin seçilme olasılığı
$f(x_i)$	Populasyondaki x_i 'nci bireyin uygunluk değeri
f_{max}	Maksimum uygunluk değerine sahip kromozom
p_c	Çaprazlama oranı
p_b	Populasyonda kromozom büyüklüğü

Kısaltmalar

Açıklama

ADSL	Asimetrik Sayısal Abone Hattı (Asymmetric Digital Subscriber Line)
ATS	Araç Takip Sistemi
BGS	Bölge Görüntüleme Sistemi
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemi
CCTV	Kapalı Devre Televizyon(Closed Circuit Television)
DTP	Devlet Planlama Teşkilatı
EGM	Emniyet Genel Müdürlüğü
EDS	Emniyet Şeridi İhlal Tespit Sistemi
GA	Genetik Algoritmalar
GPRS	Genel Paket Radyo Servisi (General Packet Radio Service)
GPS	Küresel Konumlama Sistemi (Global Positioning System)
GSM	Küresel Mobil İletişim Sistemi (Global System for Mobile)
HTS	Hız İhlali Tespit Sistemi
IP	İnternet Protokol Adresi (Internet Protocol Address)
KGYS	Kent Güvenlik Yönetimi Sistemi

Kısaltmalar	Açıklama
İHA	İnsansız Hava Araçları
KİTS	Kırmızı Işık İhlal Tespit Sistemi
KKM	Komuta Kontrol Merkezi
MSS	Mobil Sorgulama Sistemi
MOBESE	Mobil Elektronik Sistem Entegrasyonu
NP	Polinomal Olmayan (Non-deterministic Polynomial time)
OECD	Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (Organisation for Economic Co-operation and Development)
OHTS	Ortalama Hız Tespit Sistemleri
PTS	Plaka Tanıma Sistemleri
RF	Radyo Frekansı (Radio Frequency)
TBV	Türk Bilişim Vakfı
TÜSİAD	Türk Sanayicileri ve İşadamları Derneği

1. GİRİŞ

Genel olarak tüm teknolojik gelişmeler izlendiğinde özel olarak ise bilişim teknolojileri alanında gelinen nokta göz önünde bulundurulduğunda çok hızlı bir gelişimin olduğu açıktır. Özel sektörün devletler tarafından desteklenip finanse edildiği ve bilgi teknolojileri ürünlerinin küresel hakimiyet kurduğu günümüz dünyasında, bilgi teknolojileri vazgeçilmez ve alternatif kabul etmeyen bir konumda yer almaktadır. Örnek olarak Silikon Vadi'sinde düşünce olarak ortaya konulmuş ve tasarlanmış küresel ölçekte bir bilgi teknolojileri ürünü uzak doğu ülkelerinde uygulamaya geçirilip üretilirken dünya çapında birçok ülkenin milli gelirinden daha fazla satış rakamlarına ulaşmakta ve dünyayı teknolojik olarak kendisine bağımlı hale getirmektedir. Dolayısıyla bilgi teknolojilerindeki gelişimi takip etmek bir tercih değil zorunluluk haline gelmiştir. Bu takip işlemi körü körüne taklit etmek değil fikri noktada ortaya bir şeyler koyup küresel ölçekte dünyada rekabet gücüne sahip olacak ürünler çıkarmayı gerektirecektir.

Bilgi toplumu yolunda ilerlemek, gelişen teknolojik yeniliklere uyum sağlamakla beraber tüm bu gelişmeleri günlük hayata tam anlamıyla adapte etmekle mümkün olmaktadır. Fakat bu o kadar kolay görülmemelidir ve teknoloji son hızla ilerlerken biçimlenen yol bizim ve yeni nesillerin geleceğini oluşturmaktadır.

Artık milli gelirimizin ne kadarının yeni teknolojilerden elde edildiği, eğitim eşitsizliğinin ne kadarının yeni teknolojiler sayesinde dengelenebildiği, kamu hizmetlerinin ne kadarının internet üzerinden daha verimli ve daha ucuza sağladığı, bu hizmetlerin nüfusumuzun ne kadarına ulaşabildiği çok büyük önem taşımaktadır. Yakın geleceğin dünyasında bu önem katlanarak artacaktır. Kısacası bugün geleceğimizi şekillendirirken ne ölçüde başarılı olduğumuzu gelecek nesiller çok ciddi şekilde etkilenecektir. Şeffaf, saygın ve güvenilir bir devlet olmanın ön koşulu, yaşananları ve düzenlemeleri halkla, açık olarak paylaşmaktır. Tüm bu süreçler, ancak bilişim teknolojilerinin devlet işleyişinde etkin ve verimli kullanımı ile mümkündür.

Günümüzde tüm dünyada, suçluluğun ve terör suçlarının boyutlarının giderek artmasına bağlı olarak, toplum üzerindeki gözetim de yoğunlaşmaktadır [1]. Gözetim faaliyetlerinin amacı olarak; hızla artan nüfus ve yoğun göç probleminden dolayı güvenlik ve asayiş sorunları ortaya çıkması, trafik akış ve yoğunluğu kontrol edilemez bir hal alması, değişen

kuralların aynı hızda kontrol edilememesi, büyük insan topluluklarının güvenlik ve yönlendirilmeleri noktasında zafiyet oluşması ve tüm bunlara dair gerçekleşen olayların çözümüne yönelik geriye dönük kayıtların araştırılarak incelenmesi ve hukuki delillerin temin edilmesi için bir veritabanı bulunmaması gösterilmektedir.

Modern devlet anlayışının ortaya çıkmasını takiben şehirleri ve toplulukları izleme ve gözetleme faaliyetleri bizzat devletler tarafından izlenmiş ve geliştirilmesi yönünde çalışmalar desteklenmiştir. Bugün bu sistemleri tüm dünya ülkeleri kendi şehirlerine uygun şekilde tasarlamakta ve uzun sürelerden beri de kullanmaktadır. Bu bağlamda Türkiye’de, KGYS (Kent Güvenlik Yönetimi Sistemi) kurulmuştur. KGYS, daha yaygın olarak kullanılan tabir ile MOBESE (Mobil Elektronik Sistem Entegrasyonu) olarak da adlandırılmaktadır. MOBESE terimi, Türkiye’de kurulan ilk yerel uygulama olması açısından özgünlüğe sahiptir ve halk arasında benzer çalışmaların adlandırılmasında da kullanılmaktadır. KGYS ise, uygulamanın ülke genelinde ve daha çok resmi olarak kullanılan biçimidir. Esasen, her iki terim de aynı uygulamayı ifade etmektedir ve birbiri yerine de kullanımı yaygındır. Çalışmanın bundan sonraki bölümünde genel olarak MOBESE terimi kullanılacak olsa da, gerek duyulan noktalarda KGYS terimi de kullanılacaktır.

Kurulan sistem ile bölgenin asayiş ve güvenlik hizmetleri, trafik akış ve yoğunluk kontrolü, kural ihlali tespiti ve büyük alanların izlenmesi sağlanmaktadır. MOBESE sağladığı yararlar göz önüne alınarak güvenlik yönetiminin vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir.

MOBESE, özellikle büyük şehirlerde ve metropollerde kullanımı önemli katkılar sağlamaktadır. Bu şehirlerin sahip olduğu meydan, bulvar, cadde, kavşak ve giriş-çıkış noktalarının sayısı göz önünde bulundurulursa çok büyük uygulama alanlarına sahiptir. Tüm önemli projelerde olduğu gibi MOBESE’nin uygulama aşamasından önce ayrıntılı bir analiz ve etüt çalışması gerektirmektedir. MOBESE, çok fazla değişkeni içinde barındırmaktadır ve kurulumu sırasında bunlar göz önünde bulundurulmalıdır. Örnek olarak, hangi noktalarda giriş-çıkış denetiminin yapılacağı, insan topluluklarının hangi noktalarda hangi zaman aralığında ne kadar artış veya azalış gösterdiğine bakılarak izleme sisteminin hangi noktaya yerleştirilmesi gerektiği, trafik kontrolünün hangi kavşak ve yollarda daha önemli olduğunun analiz edilmesi, güvenlik tedbiri alınması gereken kurum

ve kuruluşların nasıl izlenmesi gerektiği, plaka okuma ve yüz tanıma sistemlerinin nasıl maksimum verimle kullanılacağı cevap bulması gereken önemli noktalardır. Bu gibi uygulamalarda doğa ve hava şartları bile çok önemli unsurlardır. Uygulama alanında yağmur, kar, sis, hava kirliliği dikkate alınmalıdır. Fakat en önemli nokta tüm uygulamalarda olduğu gibi fayda-maliyet unsurunun nasıl uygulanacağıdır.

MOBESE, uygulaması maliyetli ve karmaşık, insan faktörüyle doğrudan bağlantılı olduğundan zamanla değişebilen, doğa ve hava şartlarından etkilenen bir sistemdir. Uygulama safhasından önce önemli miktarda veri toplamak, çok iyi bir alan analizi yapmak ve maksimum fayda getirecek plan ile uygulama safhasına geçmek gerekmektedir. Bu kadar çok değişkenin bir arada bulunduğu bir problemi klasik yöntemlerle çözmek mümkün değildir veya oldukça zordur. Bu yüzden problemi çözmek için çok çeşitli problemlerde başarıyla uygulanabilen ve geleneksel yöntemlerle çözümü zor veya imkânsız olan problemlerin çözümünde kullanılan ve bu tarz problemlere uygun çözümler getirmesi açısından başarılı bir metot olan Genetik Algoritmalar (GA)'dan faydalanılacaktır.

Yerleştirme problemleri, NP (non-deterministic polynomial time) ismi verilen çözümü bilgisayarda problem boyutu büyüyünce etkin bir şekilde yapılamayan problemlerdir. Dolayısı ile yerleştirme problemi de NP-zor problemler grubundadır. Problemin çözüm uzayı oldukça geniş olduğundan, en iyi çözümü bulmak zor olmaktadır.

Uygulamada gerçekleştirilen yerleştirme probleminin amacı genel olarak sistem kuruluş maliyetini en küçükleme ve elde edilecek faydayı maksimum seviyeye çıkarmak olarak tanımlanır. Problemin yapısı hangi noktalarda sistemin kurulacağı, noktalar belirlenirken hangi özelliklerinin ele alınacağı, yerleştirme noktalarına ait kısıtları olup olmamasına göre çeşitlenmektedir.

Bu çalışmada kurulan model ile genetik algoritma metodunu kullanarak Ankara ili merkezindeki KGYS (Kent Güvenlik Yönetimi Sistemi) için bir yerleşim modeli bulunması amaçlanmıştır. Bu kapsamda problemin ana hatları hakkında bilgi veren bu giriş bölümünün ardından ikinci bölümde MOBESE hakkında geniş bir biçimde bilgi verilmiş, sistemin ortaya çıkışı ve gelişimi, dünyada ve Türkiye'de kullanımı anlatılmıştır.

Üçüncü bölümde kullanılan çözüm yöntemi olan genetik algoritma hakkında genel bilgi verilmektedir. Genetik algoritmanın elemanları, işleyişi ve diğer çözüm yöntemlerinden farklılıkları üzerinde durulmuştur. Bu bölümde genetik algoritmaların çalışma esasları, terminolojisi, genetik algoritma operatörleri, yakınsama kriterleri (arama sonlandırma), genetik algoritmalarda parametre seçimi, genetik algoritmaların geleneksel optimizasyon yöntemlerinden farkları, avantajları, sınırlılıkları ve dezavantajları, genetik algoritmaların uygulama alanları konuları ve genetik algoritma çeşitleri ayrıntılı biçimde irdelenmiştir.

Dördüncü bölümde genetik algoritma ile Ankara ilinde MOBESE yerleşimi optimizasyon probleminin modellenmesi üzerinde durulmuştur. Bu bölümde sistem yerleşimi ile ilgili geliştirilen model ile ilgili bilgiler verilmiştir. Ayrıca bu bölümde, problemin matematiksel modeli sunulmuştur. Problemin varsayımları, kullanılan parametreler, değişkenler açıklandıktan sonra problemin matematiksel formülasyonu ve modelin sözel ifadesine yer verilmiştir.

Beşinci bölümde ise Ankara ili şehir merkezindeki MOBESE yerleşimi ile ilgili bir model geliştirilerek ve genetik algoritma metodu ile çözümü gerçekleştirilmiş ve bulunan çözüm test edilmiştir.

Son bölüm olan sonuç ve öneriler bölümünde ise çalışmada gelinen nokta tekrar gözden geçirilmiştir. Ayrıca daha sonra yapılabilecek çalışmalar için fikirlere yer verilmiştir.

2. MOBESE KAVRAMI: ORTAYA ÇIKIŞI, GELİŞİMİ VE UYGULAMA ALANLARI

2.1. Genel Bilgiler ve Kavramlar

Bilim kurgu filmlerinde izlemiş olduğumuz devletin vatandaşlarını her an ve her mekanda izleyebilme kurgusu yavaş yavaş gerçekliğe kavuşmaktadır. Aracınızla yaşadığınız şehre giriş yaptığınız andan itibaren kullandığınız her cadde ve sokakta, geçtiğiniz her kavşakta, insanların bulunduğu tüm alanlarda kısaca tüm şehirde izleniyor olmak artık normal bir olgu haline gelmektedir. Ya da evinizden çıktığınızda yürüdüğünüz sokaklarda, bindiğiniz toplu taşıma araçlarında, girdiğiniz alışveriş merkezlerinde gözetim altında olabilirsiniz. George Orwell tarafından kaleme alınan “Bin Dokuz Yüz Seksen Dört” adlı romanda kurgulanan “big brother” terimi pek çok dile mal olmuştur ve konumuzu çok güzel ifade etmektedir. “Büyük Birader Seni İzliyor!” diye bilinen izleme ve gözetim faaliyetleri hızla toplumun en küçük birimlerine veya şehrin en ücra yerindeki küçük bir sokağa kadar yaygınlaşmaktadır. Elbette bu devletlerin, insanlığın en temel ihtiyacı olan güvenlik ihtiyacını karşılamaları açısından önemli bir görevidir.

Toplumun günlük yaşam alanları içerisinde önemli bir yer tutan ve bireylerin günlük hareketlerinin neredeyse tamamının izlenmesi bakımından alışveriş merkezleri küçük bir numune olarak incelendiğinde konunun önemi daha iyi anlaşılacaktır ve bu alanda iyi bir uygulama örneği olacaktır. Çünkü yapı itibarıyla giriş ve çıkışlarının kontrol altında tutulduğu, yalnızca alışveriş değil birçok sosyal faaliyetin yapılabildiği, kalabalık toplulukları barındırabildiği için çalışma yapılacak şehrin küçük bir örneğini teşkil etmektedir.

Günümüz alışveriş merkezi konsepti sadece alışveriş değil, pek çok aktivitenin gerçekleştiği mekan kurgusuna dayanmaktadır. Farklı ürünler satan pek çok mağazanın yanı sıra, sinema salonları, yeme-içme mekanları, çocuklar için oyun parkları gibi sosyal yaşam alanlarının bir araya getirildiği şahıslara ait olan alışveriş merkezleri buluşma ve zaman harcama noktalarına dönüşmüştür. Böylesine kapsamlı bir konsept nüfus yoğunluğunu da beraberinde getirmektedir. Genellikle bu işletmelerin güvenliği, özel güvenlik firmaları tarafından üstlenilir. Personel istihdamının yanı sıra kapalı devre kamera sistemleri ve bunların anlık takibinin yapıldığı kontrol odalarıyla güvenlik önlemleri alınmaktadır. Bu kameralar hem alışveriş merkezlerinin ortak alanlarına hem de mağaza ve

diğer türden mekanlara yerleştirilmektedir. Böylece kimi zaman gün boyu kalınan alışveriş merkezlerinde gün boyu kesintisiz izlenme gerçekleşmektedir.

İnsanlık tarihi boyunca bilgiyi elde etmek hep önemli olmuştur ve ancak bu bilgiyi elde edebilenler güçlü bir iktidar kurabilmişlerdir. Bu alandaki çalışmalar bir savaşın kazanılması veya kaybedilmesi ile o ülkenin yönetim yapısının değişimi ile ve ülke insanının yaşam şartları ve güvenlikleri konusunda zaafa düşmeleri ile sonuçlanabilmiştir. Günümüzde dar anlamda en küçük yerleşim birimlerinde dahi o bölge hakkında elde edilen bilgi ne kadar güncel, hızlı ve doğru bir şekilde alınıyorsa o bölgenin güvenlik ve asayiş konusunda sıkıntıları o ölçüde giderilmiş olur.

Gözetim kavramı iki farklı anlamda ele alınabilir. Birinci anlamıyla gözetim, hakkında toplandığı bireylerin davranışlarını yönetmek üzere kullanılabilen şifrelenmiş bilgi birikimini ifade eden depolayarak gözetim; ikinci anlamıyla, bazı bireylerin davranışlarının, bunlar üzerinde otorite kuran diğer bazı bireyler tarafından doğrudan izlenmesini içeren izleyerek gözetimdir. Çalışma konumuz, genel itibariyle güvenlik ve benzeri ihtiyaçlar bağlamında, her iki anlamda gözetimi de kapsamına almaktadır.

Sosyal hayatın kurumsallaşmış bir şekilde yaygın olarak gözetimi modern dönem ile birlikte ortaya çıkmıştır. Ancak bu modern dönem aynı zamanda demokrasiye ilişkin değerlerin de hızla yükseldiği dönemdir. Bu itibarla gözetim, paradoksal biçimde aydınlanma ve demokrasiyle paralel olarak yaygınlaşmıştır. Çünkü devletler tarafından yapılan gözetim faaliyetleri devletin yönetim organlarını oluşturan yapıların menfaatleri için yapıldığı izlenimi verse de esasen en başta o ülkede yaşayan bireylerin temel hak ve hürriyetlerini güvence altına almak, can ve mal güvenliğini sağlamak ve ülkenin sağlıklı bir şekilde devamlılığını sağlamak gibi amaçlara hizmet etmektedir.

İnsanlık tarihinin modernliğe denk gelen bölümü boyunca devlet, egemenliği altındaki insanları, koyduğu yasalarla uyumlu bireylerden oluşan bir toplum haline getirmeyi kendine görev edinmiştir. Düzenli bir toplum oluşturma amacıyla devlet, toplumsal yaşamın birçok alanına el atmış durumdadır. Doğrudan el atmadığı sosyal alanları ise çoğu kez gözetlemektedir.

Günümüz şartlarının getirdiği tüm teknolojik imkânları kullanarak, insanların huzur ve güvenliğini sağlamak için toplum içerisindeki gözetimi sürekli kılabilmek devletin önemli görevlerindedir. Bununla birlikte, modern toplumda demokrasi ve gözetimin eş zamanlı yükselişini de makul karşılamak gerekir. Çünkü demokratik toplumlarda genel olarak güven ve refah içinde yaşama arzusu, kamusal hizmetleri kaliteli ve rahat alabilme isteği bireysel önceliklerin başında yer alır. Modern devletin bunu sağlayabilmesi ise ancak ve ancak herkese bir numara verilmesi (kimlik no, sosyal güvenlik no, araç plaka numarası, yüz tanıma kriterleri, vs.), bireylerin kayıt altına alınması, güvenlik amacıyla bazı doğrudan ve dolaylı gözetim faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi sayesinde olur. Birçok demokratik toplumda, toplumu oluşturan bireylerin önemli bir kesimi için kale duvarlarına benzer binalarla çevrelenmiş şehrin sokaklarında, gece vakti rahat yürüyebilmenin tek güvencesi, sokaklarda gözetleyen polislerin ve güvenlik kameralarının olmasıdır.

Ayrıca modern toplumlarda, devlet, demokrasinin de yükselişiyle birlikte söylem olarak hiçbir gözetimi kendisi ve devamlılığı için yapmaz. Hemen her gerçekleştirilen gözetim faaliyetinde kamunun güvenliği ve menfaati söz konusudur. Bir yönüyle özgürlükleri kısıtlayan hemen her kanunun gerekçesinde ve iktidarı elinde bulunduranların açıklamalarında, bu genel güvenlik ve kamusal menfaat kavramlarına atıf yapıldığı görülmektedir. Bu da demokratik kitleleri ikna etmek için etkili bir yoldur. Dolayısıyla demokratik toplumlarda gözetimin bu kadar artmasına ve modern zamanlarda gözetimle demokrasinin başat ilerlemesine çok da şaşırılmamalıdır [1]. Yani devlet tarafından gerçekleştirilen izleme ve gözetim faaliyetleri devlet lehine vatandaş aleyhine gibi görünse de kamu hizmetlerinin ve çalışanlarının takibi ve izlenmesi konusunda vatandaşa büyük faydalar sağlamaktadır. Ayrıca insanların şikayetlerinde delillendirme olanağı sağlamaktadır. Kısaca MOBESE devletin sosyal hayat içerisinde kendi kendini kontrol etme ve vatandaşlarına daha iyi hizmet sağlama imkanı vermektedir.

Özellikle büyük kentlerde yaşayan nüfusun yoğun olması nedeniyle kontrolü azaltan anonim bir çevrenin meydana gelmesi daha fazla suç işlenmesine sebep olmaktadır. Büyük kentlerimizde yeni suç çeşitlerinin ortaya çıkmasının yanı sıra karşılaşılan suç miktarında da artış gözlenmesi suç ve suçluyla mücadele konusunda alınan güvenlik tedbirlerinin bilişim çağı olarak nitelendirilen günümüzün ihtiyaçlarına uygun yeni stratejilerle belirlenmesini ve gelişen teknolojiyi de sürece dâhil edilmesini zorunlu kılmaktadır [2].

2.2. MOBESE Kavramının Ortaya Çıkışı ve Gelişimi

“Suç” kavramının insanlığın ortak sorunu haline geldiği günümüzde “adalet”, insanlar arasında emniyet ve huzurun sağlanmasında en önemli ortak nokta olarak kabul edilmektedir. Bu doğrultuda güvenliğin sağlanması, toplumun huzur ve güven içerisinde yaşayabilmesi için gerekli olan en temel şarttır [3].

Güvenlik; insanın yaşam kalitesini artırma sürecinin en başındaki parametredir. Maslow’un ihtiyaçlar piramidinde de fizyolojik ihtiyaçların karşılanmasından sonra güvenlik ihtiyacının ortaya çıkacağı noktasına değinilmektedir [4]. Güvenliği sağlamadan, insanların günlük hayatlarında bir kalite ve standarttan bahsetmek mümkün değildir. Bu anlamda işleyiş; insan yaşamındaki salt sınırların savunulması değil, sahip olunanların korunması ve geliştirilmesi olarak değişmektedir. Bu anlayış tarzı, tüm yaşamsal unsurların sürekli olarak eşgüdüm içinde yönetilmesini gerektirmektedir [5].

Dünya üzerinde, toplum hayatında gelişebilecek her türlü olaya sürekli hazırlıklı olunması için, tüm bu süreci yönetecek olan bir merkezi sistemin oluşturulması zorunlu görülmektedir. Bu ihtiyaçtan hareketle tamamen fonksiyonları tanımlayan ve teknolojik gelişmelerden projenin son gününe kadar destek alan bir tarzda proje yönetimi sürecini tanımlayan; bu sayede kurulduğu günden itibaren eskimeye başlayan değil, gelecekte de oluşacak bilimsel ve teknolojik gelişmelere kolay entegre olabilecek sistemler tasarlanmaktadır [5].

Demokratik ülkelerde güvenlik birimleri adaletin temin edilmesi sürecinde en temel yapıyı oluşturmaktadır. Adaletin yerine getirilmesi sürecinde yapılan çalışmalar, dikkatli, hassas ve hızlı bir şekilde gerçekleştirilmelidir. Suçların önlenmesinde ve aydınlatılmasında seçicilik ve ne aradığını bilmek sunulan emniyet hizmetlerinin kalitesini arttıracaktır. Ne aradığını ve nerede araması gerektiğini bilen emniyet birimleri ve çalışanları suç olgusu karşısında uzmanlaşacak ve daima başarılı olacaktır. Emniyet birimlerinin uzmanlaşma ve çağın gerektirdiği teknik donanımlarla teçhiz edilmesinin önemi kadar toplumun kendine güveni ve suça götüren sebeplerden uzak durmaları da çok büyük önem arz etmektedir [3].

Güvenlik hizmetlerinin yürütülmesinden sorumlu olan birimlerin görevlerini daha kısa sürede ve daha bilinçli bir şekilde yerine getirebilmeleri çağın gerektirdiği çalışma sistemlerini geliştirebiliyor ve kullanabiliyor olmalarına bağlıdır. Söz konusu sistemler

hayal ürünü olmaktan öte pratik hayatta kullanılabilen ve diğer kurumlar ile entegre edilebilir sistemler olmalıdır. Günümüzde birimler ve ülkeler arası bilgi paylaşımı yöntemlerinin başında mobil uygulamalar gelmektedir. Bu çerçevede MOBESE ile teknolojik gelişmelere, coğrafi ve kültürel şartlara göre farklılık gösteren suç tipleri, araçları ve haber alma yöntemleri konusunda edinilen tecrübeler bir merkezde toplanmakta ve paylaşılabilir [3].

2.3. Dünyada MOBESE Kavramının Ortaya Çıkışı ve Gelişimi

Gözetim kavramı sadece içinde bulunduğumuz döneme ait bir kavram değildir. İnsanlar tarih boyunca, ne yaptıklarını kontrol etmek, kaydettikleri ilerlemeyi görmek ve daha önemlisi toplumsal örgütlenme ve koruma amacıyla diğerlerine bakmışlar, onları gözetlemişlerdir. Antik dönem yöneticileri, Mısır'da olduğu gibi vergi, askerlik hizmeti ve göç gibi amaçlarla nüfus kayıtlarını tutmuşlardır. İsrail'in göçebe halkında bile, M.Ö 15. y.y.'da topluluğa ilişkin ayrıntıları kaydetmek üzere birden fazla nüfus sayımı yapıldığı görülmektedir. Ancak bu dönemde söz konusu gözetim, sadece bu kısıtlı faaliyetlerden ibaretti. Askerlik hizmetini düzene koymak, vergileri düzgün olarak toplama amaçları dışında etkin bir gözetimin varlığından söz etmek mümkün olmamaktaydı [2].

İkinci Dünya Savaşı yıllarında askeri amaçlarla kullanılan ilk bilgisayar örnekleri dijital teknolojilerinde yaşanan büyük değişimin temellerini atmıştır. Ancak, iletişim ağları aracılığıyla enformasyonun küresel boyutta entegrasyonuna öncülük eden bu teknolojiler günümüz toplumunun “enformasyon çağı” şeklinde tanımlanmasına da yol açmıştır. Küresel ağlar ve uluslararası bilgi akış mekanizmalarıyla mekân algısını yeniden şekillendiren iletişim teknolojileri devlet alanında gözetimin yoğunlaşmasına muazzam katkı sunmaktadır. Veri depolayan ve anlık izleme olanağı sağlayan bilişim teknolojileri, izlemede bireyi belli bir mekan dahilinde sabitleyen kısıtlamayı ortadan kaldırarak, bilgilerin oldukça geniş bir ortamda izlenebilmesini de mümkün hale getirmektedir. İzlemenin bireysel boyutlarda gerçekleşmesini mümkün kılan yeni teknolojiler hem devlete hem de özel şirketlere insanların her hareketini izleme olanağı sunmaktadır. Entegre edilebilen enformasyon paylaşım ağları; devlet organları, bankalar, sigorta şirketleri, sağlık, eğitim, iş yeri, satış ve pazarlama organizasyonları gibi geleneksel kurum ve örgütlerin sınırlarını giderek bulanıklaştırmakta ve böylece izleme olanaklarına bütünsel bir boyut kazandırmaktadır [6].

Dünyada izleme ve gözetleme faaliyetleri çeşitli amaçlarla kullanılmış ve gelişerek günümüzde kullanılan modern, bilimsel ve hukuki halini almıştır. Günümüzde dünya genelinde 45 milyon adet güvenlik kamerası vardır ve her geçen gün kurulan yeni sistemler ile bu sayı çok hızlı bir şekilde artmaktadır. Yani her 130 insana 1 kamera düşmektedir. Dünyada ilk kapalı devre kamera sistemi (CCTV) izleme sistemi 1942'de Alman Nazi Ordusu tarafından V₂ füzelerinin denemeleri sırasında teknik hataları yakından görmek amacıyla kullanılmıştır. İngiltere, 1956'da Kraliçe'nin geçit töreni sırasında 4 güvenlik kamerası yerleştirilerek kamusal alanda izleme sistemine geçiş yapan ilk ülke olmuştur. İlk plaka tanıma sistemi İngiliz Polisi Bilimsel Araştırmalar Merkezi tarafından 1976 yılında icat edilmiş, ilk prototip 1979 yılında geliştirilmiş ve plaka tanıma sistemi sayesinde ilk çalıntı araç 1981 yılında yakalanmıştır [2]. Sistemli kamu gözetimi için sokaklarda uygulanan kapalı devre kameraları ise 1990'lardan itibaren ABD, İngiltere, İskoçya, Kanada, Japonya gibi ülkelerde yaygınlaşmaya başlamıştır. Kanada'da Sherbooke ve Sudbury, İngiltere'de Londra ve Newcastle, İskoçya'da Edinburgh ve Glasgow, Amerika'da New York, Chicago, Los Angeles ilk sokak izleme sistemlerinin yerleştirildiği kentlerdendir [6].

Kamuya açık alanlarda izleme ve gözetim faaliyetleri 1960'lı yıllara rastlar. Londra ve New York'taki tren istasyonları ve meydanlar ilk uygulama alanlarıdır. İlk örneklerinin 1960'lı yıllarda hayata geçirildiği CCTV kameralarının oldukça yaygın bir şekilde kullanılması ise 1980'lere rastlar. İşyerleri, istasyonlar, bankalar ve özellikle resmi kurumlar en yaygın kullanım alanlarıydı. Birbirine bağlı olmayan ve sadece görüntüyü kaydetme özelliğine sahip bu ilk dönem kameralar günümüz kameralı izleme sistemlerinden teknolojik ve kontrol süreçleri bakımından oldukça geri bir noktadaydı. Günümüzdeki kullanımlar ilk dönem uygulamaların aksine daha ileri bir teknoloji ile görüntüyü dijital olarak toplamakta, depolamakta ve işlemeye müsait bir hale getirmektedir. Kameralardan elde edilen görüntüler onlarca ekranın bulunduğu kontrol merkezlerinden anlık izlenebilmekte ve aynı zamanda istenildiğinde kameraların açıları değiştirilebilmektedir. Kameralar belli bir mekandan öte birbirine bağlı olma özelliğiyle oldukça büyük bir yaşam çevresinin izlenmesini de mümkün kılmaktadır [6].

İzleme ve gözetleme faaliyetlerinin dünyada gelişim hızını ve şeklini değiştiren en önemli olay ABD'de gerçekleşen 11 Eylül saldırılarıdır. Bu olay diğer birçok şey gibi güvenlik kavramı üzerinde de derin değişikliklere yol açmıştır. İzleme ve gözetleme sistemleri

teknolojik yeniliklerle daha çok entegre olmuş ve çok hızlı bir gelişim evresi geçirmiştir ve bu sistemlerin tüm dünyada yaygın bir şekilde kullanımına yol açmıştır.

İzleme ve gözetleme faaliyetleri başlangıçta resmi binalarda, havaalanlarında, metro istasyonlarında, alışveriş merkezlerinde kullanılan gözetim kameraları daha sonra kentlerin merkezi ve işlek alanlarından başlamak suretiyle sokaklarda toplulukların izlenmesinde bir araç olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bir kısmı biyometrik ve yüz tanıma özelliğine de sahip olan gözetim kameraları, pek çok ülkede sokakları görüntülemekte ve bu görüntüleri kayıt altına almaktadır. Böylece pek çok kentsel alanda sürekli ve yoğun izleme ile gözetim kameraları günlük yaşantımızın bir parçası olmaya başlamıştır [6].

İngiltere’de 4,2 milyon kamera bulunmaktadır. Londra’da bir İngiliz sokağa çıktığında gün boyunca 300 kez, yani 4,8 dakikada bir güvenlik kameralarına yakalanmaktadır. Her 14 İngiliz vatandaşıma karşılık 1 kamera bulunmaktadır. 10 yıl içinde kamera sayısının dünyada 65, İngiltere’de 6 milyona çıkması beklenmektedir [7]. Günümüzde bu kameraların biyometrik özellikli olanlarıyla yüz tanıma ve tespit etme özellikli olanları da kullanılmaktadır. İlk yüz tanıma özellikli kamera ise Londra’da 1998’de faaliyete geçmiştir [6].

İzleme sistemleri sadece kent içi kameralarla sınırlı değildir. Otoyollardaki hız kameraları dünyada her gün 150 milyon, İngiltere’de ise 35 milyon kez otomobillerin görüntüsünü almaktadır [7].

ABD’de kapalı devre televizyon kameralarına 2007 yılı itibarıyla 3,2 milyar dolar harcanmıştır. Bu sayı Rusya Federasyonu için 384 milyon dolardır. Meksika başta olmak üzere Güney Amerika ülkeleri (Arjantin, Venezüela, Şili, Kolombiya, Panama) kapalı devre güvenlik sistemlerine yıllık toplam 263 milyon dolar harcama yapmaktadır. Brezilya’da 2006 yılı itibarıyla 214,8 milyon dolarlık elektronik güvenlik önlemleri arasında % 41,9 ile kapalı devre güvenlik kameraları önde gelmektedir. Hindistan’da elektronik güvenlik sistemlerine 2007 yılında 256 milyon dolar harcanmıştır ve kapalı devre izleme kameraları harcamalarında ilk sırada yer almaktadır. Güney Afrika’da ise 170’e yakın gözetleme kamerası Cape Town’u izlemektedir [8].

1952 yılında Amerika'da dünyanın en gelişmiş istihbarat örgütü olan Ulusal Güvenlik Konseyi (NSA) yabancı diplomatları, askeri üstleri dinlemek amacıyla kurulmuştur. Analog telefonlarda düşük maliyetli gereçlerle kolaylıkla yapılabilen bu gözetim biçimi, günümüzde oldukça yaygınlaşan ve birçok ekstra özellekle donatılmış dijital cep telefonları üzerinden gerçekleşmektedir. Servis istasyonları sayesinde konuşmaların içeriğinin yanı sıra bulunulan yer de tespit edilebilmektedir. Bu gözetim uygulamasını mümkün hale getiren ise, yine soğuk savaş döneminde yaşanan uzay yarışı sonucu ortaya çıkan uydu teknolojisi olmuştur. Dijital haberleşme ve veri transferi için kullanılmalarının yanı sıra, uydular sayesinde ABD'nin "Yeryüzü Konum Belirleme Sistemi" olan GPS (*Global Positioning System*-Küresel Konumlama Sistemi) uygulaması da geliştirilmiştir. Yeni teknoloji sayesinde günümüzde NSA yeryüzünde telefon, faks, bilgisayar, internet dahil her türlü yazışmayı ve konuşmayı izleyebilmektedir. Bunun için "Promis" ve "Echelon" adında sistemlerini kullanmakta ve bu sistemlerin dünyada birçok ülkede uydu trafiğini izleyen antenleri bulunmaktadır. Bu programlarda uydu-bilgisayar korelasyonu sayesinde görüntü istihbaratı da bulunmakta ve bu sayede gerek görsel gerekse işitsel izleme kolaylıkla gerçekleşmektedir. Bu sistemler her gün uydulara 50'den fazla anahtar kelime yüklemekte, içinde bu kelimelerin geçtiği her türlü konuşma otomatik olarak izlemeye alınmaktadır. Sonra yapay zekaya sahip bilgisayar sistemleri devreye girmekte ve bu konuşmaları ayıklamaktadır. Önemsiz görülenler imha edilmekte, en önemliler ise analizciler tarafından raporlaştırılıp ilgililere sunulmaktadır. NSA'da her gün 40 ton evrak atıldığı bildirilmektedir [6].

Bahse konu olan ve anlatılan bu gelişmeler sadece bilinen ve hukuki çerçeveye oturmuş izleme sistemleridir. Özellikle ABD ve İsrail tarafından geliştirilen ve şuan kullanımda olan İHA (İnsansız Hava Araçları) teknik olarak dünya üzerinde sınırsız izleme imkanına sahiptir. Dünya yörüngesine yerleştirilmiş GPS ve istihbarat uyduları ile ise tüm Dünya'da istenilen yerin konumları belirlenebilmektedir ve kolayca kayıt altına alınabilmektedir. Bu sayede bu sistemler adeta mobil MOBESE özellikleri taşımaktadır.

Gözetleme sistemleri artık sınırları zorlar hale gelmektedir ve bizleri de bu konuda araştırma, çalışma ve yatırım yapmaya zorlamaktadır. Yüzeysel araştırmalar bile izleme ve gözetleme sistemlerinin günümüzde gerekliliği ve vazgeçilmezliği hakkında önemli bilgiler vermektedir. Bu sistemler gelişmiş dünya devletlerinin büyük bütçeler ayırarak ve her geçen gün teknolojilerini geliştirerek sadece kendi sınırları içerisinde değil dünya

çapında izleme ve gözetleme faaliyetlerinde bulunmaktadır. Bu gelişmeler çerçevesinde ülkemizin de yasalarla sınırları belirlenmiş bir izleme ve gözetleme faaliyetinde bulunması çok doğal olacaktır.

Ülkemizde KGYS'nin kurulumu tamamlandıktan sonra trafik konusunda cezaların algılanan kesinliği veya algılanabilir yakalanma riski arttığından birçok ülke ile benzer sonuçlar veren istatistiksel veriler ortaya çıkmıştır. Mesela; Washington DC'de ki güvenlik birimlerinden alınan bilgilere göre kırmızı ışık kameraları bulunan 39 kavşakta yapılan istatistikî araştırmada %63 oranında ihlallerin azalmasını sağladığı bildirilmiştir. Ayrıca; San Francisco'da 1996'da kırmızı ışık ihlal kameraları kullanıldıktan 6 ay sonra kırmızı ışık ihlallerinin %40 oranında azalma meydana geldiği, FairFox'da yapılan diğer bir araştırmada ise Virginia eyaletinde sadece 1 yılın sonunda %42 oranında azalma meydana geldiği belirtilmiştir [9].

Yeni teknolojiler, gözetimi belli mekansal stratejilerle sınırlı uygulamalar olmaktan çıkarmış, gündelik pratiklerin izlenmesi ve kontrol edilmesini mümkün hale getirmiştir [6].

2.4. Türkiye'de MOBESE Uygulamaları

İnsanlık tarihi açısından önemli dönüm noktalarından birisi olan sanayi devrimi sonrasında önemi giderek artan kentleşme süreci özü itibariyle değişimi ifade etmektedir. Sanayi devrimiyle birlikte kentlerde hızlı bir gelişme süreci yaşanmış ve kentler büyük endüstri merkezleri haline almaya başlamıştır. Sanayileşmenin ilk dönemlerinde ekonomik kazançlar açısından gerekli olan işgücü ihtiyacını karşılamak amacıyla teşvik edilen nüfus hareketleri köylerden kentlere doğru göçün yaşanmasına ve kentlerde nüfus yoğunluğunun artmasına neden olmuştur. Gelişmiş ülkelerde sanayileşme sonrası yaşanan ve birbiriyle uyumlu bir şekilde gelişme gösteren kentleşme sürecinde karşılaşılan sorunların en aza indirilmesine yönelik gerekli hukuki düzenlemeler ve sosyal alanlar oluşturularak planlı çalışmalar yapılırken az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelere kentleşme ile birlikte artan nüfusun ihtiyaçları ve ortaya çıkan sağlık, barınma ve eğitim gibi temel alt yapı sorunlarının çözülmesi konularında sıkıntılarla karşılaşmaktadır [2].

Cumhuriyet Dönemi ile birlikte sanayi ve teknolojik gelişmelere paralel olarak büyük oranda köylerde ve taşralarda yaşayan halk başta ekonomik sebeplerle kentlere göç etmiş ve köy-kent nüfus dağılımı tam tersi bir hal almıştır. Son çeyrek asırlık dönemde ise başta

terör ve barınma sorunları nedeniyle ülkemizin doğu bölgelerinden batı ve güney bölgelerine yoğun göçler yaşanmıştır.

Ülkemizde de yaşanan hızlı ve sağlıksız kentleşme süreci bireylerin kente uyum sağlaması konusunda sorunlar yaşamasına neden olmaktadır. Ayrıca kentleşme ile ortaya çıkan, fiziki ve maddi köklü değişim ve değişiklikler mevcut ilişkiler düzenini sarsmakta ve bu durum bireyleri kent hayatı içerisinde yer alan hukuki kural ve normlara aykırı davranışlarda bulunmasına neden olmaktadır. Bireyi normsuzluğa ve hukuk dışı olaylara iten bu süreç kent hayatı açısından huzursuzlukların kaynağı olan suç ve suçluluk durumlarının çıkmasına zemin hazırlamaktadır. Buna paralel olarak ülkemizde de ilk MOBESE uygulamaları İstanbul, Diyarbakır ve Mersin illerinde kurulması ve kullanılması bu temellerin ve prensiplerin dayanak olarak kabul edildiğini göstermektedir [2].

Ülkemizde (KGYS) Kent Güvenlik Yönetimi Sistemi adı altında uygulamaya konulan sistem, MOBESE (Mobil Elektronik Sistem Entegrasyonu) olarak da anılmaktadır. 10 Nisan 2001 tarihinde Diyarbakır'da pilot bölge uygulaması olarak başlayan MOBESE, 10 Nisan 2005 tarihinde İstanbul'da uygulanmaya başlanmış ve giderek yaygınlaşmıştır [1,27].

Türkiye'nin AB'ye katılım süreci içinde yer alan e-devlet projesinin önemli bir uygulama alanı olan MOBESE projesi suçu delillendirmek ve suçluların daha kolay yakalanması için gerekli görülmektedir. MOBESE'de amaç olarak terörle mücadele ve kentteki suç oranının azaltılması hedeflense de günümüzde birçok açıdan fayda sağlamaktadır [1]. Yalnızca İstanbul ayağının maliyeti yaklaşık 25 milyon TL'dir. Suçu önlemede kurumlar arası dinamik bilgi akışını artırabilen yöntemler zinciri olarak MOBESE uygulamasında birçok teknolojiyi birleştiren bir platform olarak, kent güvenliğinin sağlanması ve kent güvenlik politikalarının belirlenmesinde kullanılmıştır. Polis teşkilatlarına suçla mücadelede gerekli bilgileri toplama imkanı tanıyan entegre teknoloji olarak MOBESE suç ve yerler ile ilgili mevcut bilginin daha kullanılabilir hale getirilmesine hizmet etmektedir. TÜSİAD (Türk Sanayicileri ve İşadamları Derneği) ve TBV (Türk Bilişim Vakfı)'nin işbirliği ile Türkiye'nin bilgi toplumuna geçişine katkıda bulunmak amacıyla gerçekleştirilen eTR Kongresi kapsamında düzenlenen yarışmada İstanbul Emniyet Müdürlüğü' ne ait MOBESE İstanbul Projesi e-Devlet Kategorisi'nde büyük ödül almıştır. MOBESE

kameralarının sayısının artırılması ve neredeyse mümkün olan her yerin bu kameralarla gözetlenmesi yönünde büyük bir kamuoyu desteği oluşturulmasına çalışılmaktadır [8].

DTP (Devlet Planlama Teşkilatı), 9. Kalkınma Planı (2007-2013) Güvenlik Özel İhtisas Alt Komisyonu Raporunda Hizmette etkinliği sağlamak üzere, teknolojik ağırlıklı yatırım projelerinin uygulanmasına öncelik verilmesi gerektiği ve halen İstanbul 'da uygulanmakta olan MOBESE' nin başta büyük şehirler olmak üzere tüm yurttan yaygınlaştırılması suç ve suçlularla mücadele ve suçun oluşmadan önlenmesi gayretlerine ivme kazandıracığı belirtilmiştir [8].

Suç ve suçluyla mücadelede önceden tespit ve bu konuda gerekli tedbirlerin alınması için bilgiye ihtiyaç duyulmaktadır. Bu açıdan Türkiye'de 2006-2009 yılları arasında MOBESE projesi için genel bütçeden toplam 97 280 000 TL ödenek ayrılmıştır. 2009 yılında ise genel bütçeden MOBESE için 32 700 000 TL harcanmıştır. 2010 yılında genel bütçeden MOBESE için 50 048 000 TL harcanmıştır[8]. İçişleri Bakanlığı açıklamalarına göre 2010 yılı Ekim ayı itibariyle 73 ilde MOBESE kurulumu tamamlanarak faaliyete geçmiştir. 7 ilde ise kurulumu tamamlanmış olup kabul aşamasındadır. Ayrıca bu illerin yanı sıra 33 büyük ilçede sistemin kurulumu tamamlanmış, 48 ilçede ise kurulum tamamlanmak üzeredir. Ayrıca verilen bir soru önergesine yanıtında, 2010 Nisan ayı itibariyle Kent Güvenlik Yönetimi Sistemi Projesi kapsamında, 55 il ve 18 ilçe merkezi olmak üzere toplam 73 yerleşim biriminde 6 bin 454 MOBESE kamerası kurulduğunu bildirdi [9].

Türkiye'de şehirlerin dört bir yanını kameralarla kontrol altına alan KGYS hizmete girdiğinden bu yana birçok suçun ve suçlunun tespitinde önemli rol oynamıştır. Bu sayede bu sistemler dünyada devletlerin güvenlik politikaları için zorunlu hale gelmiştir. Halen büyük bir hızla yaygınlaşmakla beraber şu an tüm şehirlerimizde hizmet verir hale gelmiştir. Sistemin kurulması ve tam anlamıyla kullanılmaya başlanmasıyla beraber hitap ettiği alanlarda birçok fayda ve kolaylıklar sağlamıştır. KGYS ile şehirlerin asayiş ve güvenliğine mutlak bir katkı sağlanmaktadır. Şehirlerin giriş-çıkış noktalarına konulan kameralar ile plaka tanıma, giriş-çıkış kontrolü hatta çalıntı araç tespiti yapılabilmektedir. Bulvar, cadde ve kavşaklarda tesis edilen sistemler ile hız kontrolü, kural ihlali, trafik akış hızı ve araç yoğunluğu kontrol edilebilmekte ve ek tedbirler gerçek zamanlı olarak alınabilmektedir. Meydan ve büyük gösteri alanlarına yerleştirilen kameralar ile kalabalık insan topluluklarının güvenliği sağlanmakta ve yüz tanıma fonksiyonu eklenmesiyle kayıp

veya aranan şahıslara ulaşılabilmektedir. Ankara ve İstanbul gibi büyük şehirlerde veya terör sorunu yaşayan illerimizde önemli kamu binalarının çevre güvenliğini sağlamada önemli rol üstlenmektedir. Toplantı ve gösteri yürüyüşlerinde vatandaş ve güvenlik güçleri arasındaki ilişkileri zedelemekten yasadışı olayları önlemek ve toplulukların provokasyona yönlendirilmelerine engel olmak adına elde edilen görüntüleri değerlendirilerek olabilecek olumsuzluklara karşı hızlı ve etkin ek tedbirler geliştirilebilmektedir. Ayrıca, alan görüntüleme ve kayıt sistemi, kanunlara aykırı olarak yapılacak olan tüm eylemlerde, suç ve kimlik tespit amaçlı olarak kullanılabilen ve gerçekleşen olayların çözümüne yönelik geriye dönük kayıtların araştırılarak incelenmesi ve hukuki delillerin temin edilmesi sağlanmaktadır.

Alan görüntüleme ve kayıt sistemi, kanunlara aykırı olarak yapılacak olan tüm eylemlerde, suç ve kimlik tespit amaçlı olarak kullanılabilir. MOBESE, PTS (Plaka Tanıma Sistemi) ile tümleşik olarak çalıştırılabilmesi, asayiş hizmetlerine yönelik olarak da fayda sağlayacak bir sistem olması ile ön plana çıkmaktadır. Özellikle suç işlemek amacıyla teşekkül oluşturan kişi ya da kişiler üzerinde caydırıcı etki bırakmaktadır.

Alan görüntüleme ve kayıt sistemi, temel olarak halkın yoğun olarak bulunduğu ve geçiş güzergahı olarak bilinen yerlere konulan kameralar ile bu kameralardan alınan görüntülerin merkeze sürekli olarak aktarılıp kaydedilmesinden oluşmaktadır. Toplumsal olayların oldukça yoğun olarak görüldüğü büyük şehirlerde, bu olayların en kısa sürede haber alınmasında, olayın büyüklüğünün belirlenmesinde ve gelişmelerin canlı olarak izlenmesinde olayın büyüklüğüne göre kuvvet kaydırılmasında ve yönlendirilmesinde önemli yararlar sağlayacak bir sistemdir.

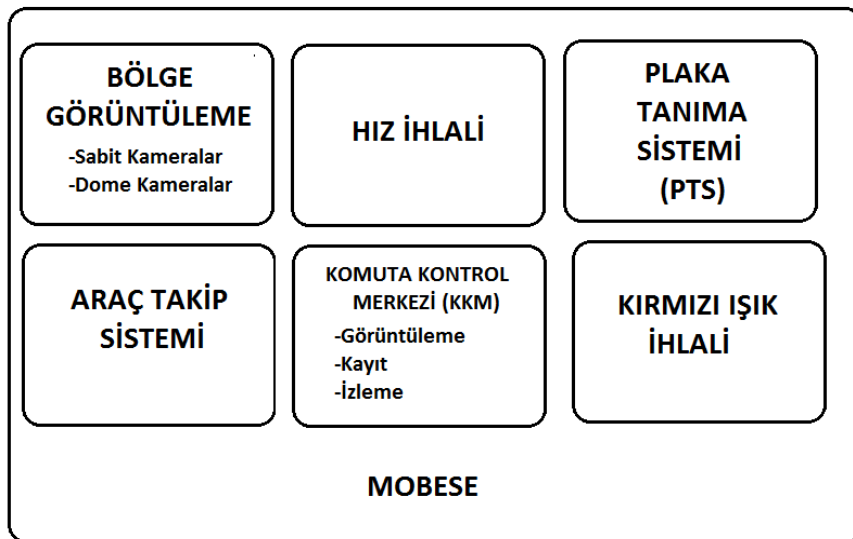
Batı'daki uygulamaların paralelinde gerçekleştirilen MOBESE projesi güvenlik hissi yaratmakla birlikte sürekli bir gözetim hali sağlamaktadır. Suç haritaları oluşturulması konusunda yeterli verimin elde edilmesini sağlamıştır. Bazı bölge ve mahallelerin bu açıdan daha sıkı ve yoğun baskı, denetim ve gözetim altına alınması sağlanabilmiştir. Bu kameralar aynı zamanda baskı unsuru oluşturma potansiyeline de sahiptir. Bu noktada şeffaflığın bu kameraların gizli olmayıp halkın görebileceği yerlere konulması ve kullanılan kameraların sistem içinde sayılandırılması üzerinden değerlendirilmesi yanlış olacaktır. Ayrıca söz konusu şeffaflık, bunların nerelere kurulabileceği, çekilen görüntülerin nasıl saklanacağı, kimlerin bu konuda yetkili olduğu, görüntülerin

değerlendirilmesi ve kullanımının hangi kurallara göre nasıl işletileceğini de içermemektedir [8].

MOBESE gerek kamu yöneticileri gerek ise çalışanlar açısından kamu, emniyet ve asayiş hizmetlerinin yürütülmesi için “bir araç ve bir kılavuz” olarak tasarlanmıştır. Güvenlik hizmetlerinde başarıyı gölgeleyen hususların başında gerekli araç ve bilgilerin eksik olması ve yanlış metotlar gelmektedir. Yöneticilerin ve çalışanların bilgili ve bilinçli olmaları, işlerin gerektirdiği güncel bilgilere hakim olmaları gerekmektedir. Güvenlik birimlerinin güvenlik ve asayiş hizmetleri alanında başarılı olabilmesi diğer ülkeler ile aynı bilgi ve operasyonel beceri düzeyinde bulunmasına ve tecrübelerin projelere dönüştürülmesine bağlıdır. Ancak bu şekilde sınırı aşan suç örgütlenmelerinin önüne geçilebilecektir. Güvenlik birimleri kendi alanında faaliyet gösteren resmi ve sivil tüm kuruluşlar ile birlikte boyutları ve yöntemleri her geçen gün değişen suç olgusu ile ilgili bilgi ve tecrübelerini yenilemek, yeni araç ve yöntemleri uygulamak zorundadır [3].

2.5. MOBESE'nin Temel Yapısı ve Bileşenleri

MOBESE, mobil iletişim teknolojisinin kamu hayatındaki önemi çerçevesinde toplum güvenliği hizmetlerinin de teknolojiye uygun bir hızda gelişmesini sağlayarak, suça karşı önlem almak, olaylara en kısa sürede müdahale etmek, kişi hak ve özgürlüklerini ön planda tutarak vatandaşa en iyi hizmeti sunmak olgusunun yerleşmesini amaç edinmiştir [7].



Şekil 2.1. MOBESE'nin yapısı ve temel bileşenleri

2.5.1. Komuta kontrol merkezi (KKM)

MOBESE bileşenlerinin merkezi konumunda bulunan yönetim birimini oluşturmaktadır (Bkz. Şekil 2.1). Sistem içerisindeki bütün bilgi kaynaklarından elde edilen ses, video, fotoğraf, araçlara ait plaka vs. bilgilerin değerlendirilip görevli ekiplerin yönlendirildiği sistemin yönetim birimidir. Sistemin özelliğine göre birçok işlem otomatik olarak gerçekleştirildiği gibi fiziksel takip ile görülen şüpheli durumlar değerlendirilebilir. Örneğin; PTS otomatik tanımlama ve sorgulama yaparken, BGS (Bölge Görüntüleme Sistemi) ile toplumsal olaylara karışan illegal grupların tanınması ve kimlik tespitine yarar görüntülerin elde edilmesi için sistem kameralarının Resim 2.1’de temsilen gösterildiği gibi KKM’den yönlendirilmeleri gerekebilir [7].



Resim 2.1. Komuta kontrol merkezi [5]

KKM, olağan ya da olağanüstü durumlarda, güvenlik hizmetlerinin yönetildiği ve yönlendirildiği kontrol ve yönetim sistemidir [1].

2.5.2. Bölge görüntüleme sistemi (BGS)

MOBESE’ de bilgilerin elde edilmesi kadar onun sınıflandırılması, saklanması, kullanıma hazır hale getirilmesi ve en verimli şekilde izleme yapılabilmesi de çok önemlidir. BGS, eş

zamanlı olarak elde edilen görsel bilgilerin delil niteliğinde saklanması, izlenmesini, elde edilen alarmlar hakkında gerekli işlemlerin yapılmasını sağlayan donanım ve yazılımların bütünü oluşturur. BGS, halkın yoğun olarak bulunduğu ve geçiş güzergahı olarak bilinen yerlere yerleştirilen kameralardan alınan görüntülerin merkeze sürekli olarak aktarılıp kaydedilmesini sağlamaktadır. Ayrıca kanunlara aykırı olarak yapılan toplantı ve gösterilerde, kimlik ve suç tespitine yönelik olarak kullanılmaktadır. Asayiş hizmetlerine yönelik olarak da Polis birimleri tarafından sıcak takip yapılması gereken kapkaç, hırsızlık, gasp gibi suçların kaçan faillerinin yakalanması noktasında sistem önemli katkı sağlamaktadır. Deprem ve tabii afet durumlarında, il yönetimine önemli bilgiler sunan sistem ile zarar tespit işlemleri, yardım ve kurtarma organizasyonları gibi çalışmalarda faydalanılmaktadır [7].

Toplumsal olayların en kısa sürede haber alınmasında, olayın büyüklüğünün belirlenmesinde ve gelişmelerin canlı olarak izlenmesinde olayın büyüklüğüne göre kuvvet kaydırılmasında ve yönlendirilmesinde önemli yararlar sağlayan bir sistemdir [1].

Asayiş hizmetlerine yönelik olarak da özellikle asayişe müessir suçlara meyilli olanlar üzerinde caydırıcı etki bırakmaktadır. Burada kişilerin suçla bir ilişkisi olmadığı sürekli olarak izlenmesi, görüntülerinin kaydedilmesi ve bunun için kişilerden izin alınmaması nedeniyle özel hayatın gizliliğine aykırı olduğu görüşünü savunanlar olduğu gibi kameraların yerleştirildiği alanların kamuya açık alanlar olması nedeniyle özel hayata müdahale sayılamayacağı görüşünü savunanlarda bulunmaktadır [1].

2.5.3. Araç takip sistemi (ATS)

GPS ile araçların dünya üzerindeki konum bilgilerinin sistem tarafından tespiti ve sayısal harita üzerinden izlenmesi ve yönlendirilmesi için geliştirilmiş bir projedir. ATS, mobil ortamda ihtiyaç duyulan güncel bilgilere anında erişebilmek, KKM ile iki yönlü bilgi iletişimini sağlayabilmek amacı ile tasarlanan, mobil bilgi erişim ihtiyaçlarına cevap veren entegre bir sistemdir [7].

Güvenlik birimlerine ait araçların dijital harita üzerinde takipleri yapılabilmekte, ekiplerin bulunduğu adres tespit edilebilmekte, bekleme ve durma süreleri belirlenebilmektedir.

Ekip araçlarının geçmişe yönelik adres, mesafe, çalışma ve durma gibi raporlama ve istatistikî bilgileri elde edilebilmektedir [1].

Sistem, temel olarak GPS uydularından alınan konum bilgilerinin, araç üzerinden toplanan çeşitli sensör ve benzeri bilgiler ile birlikte GSM / GPRS üzerinden bir merkeze iletilmesi ve kullanıcılara kontrollü olarak internet üzerinden sunulması esasına göre çalışır [7].

Sistem, mobil ekiplerle ilgili birçok veriye ulaşmayı mümkün kılar ve bu sayede;

- İnsan kaynaklarının doğru ve etkin kullanılması ve yönetilmesi,
- Tüm araçların kullanım şeklinin sıkı denetim altında tutulmasını, (işe başlama, bitirme zamanları ve yerleri, duraklamalar, molalar, rölantide çalışma, vb.)
- Sürücünün güvenliğini artırır, kaza ve benzeri nedenlerle maddi kayıpları ve işgücü kayıplarını önler.
- Dâhili şok sensörü ile ani kalkış, ani duruş savrulma algılamasını
- Araçların sayısal harita üzerinde izlenmesini,
- Güvenlik amacıyla, lokasyon bilgisiyle birlikte acil çağrı olanağını,
- Tarih aralığına göre geçmiş izleme de dâhil çok çeşitli raporlar alabilme olanağını sağlar [7].

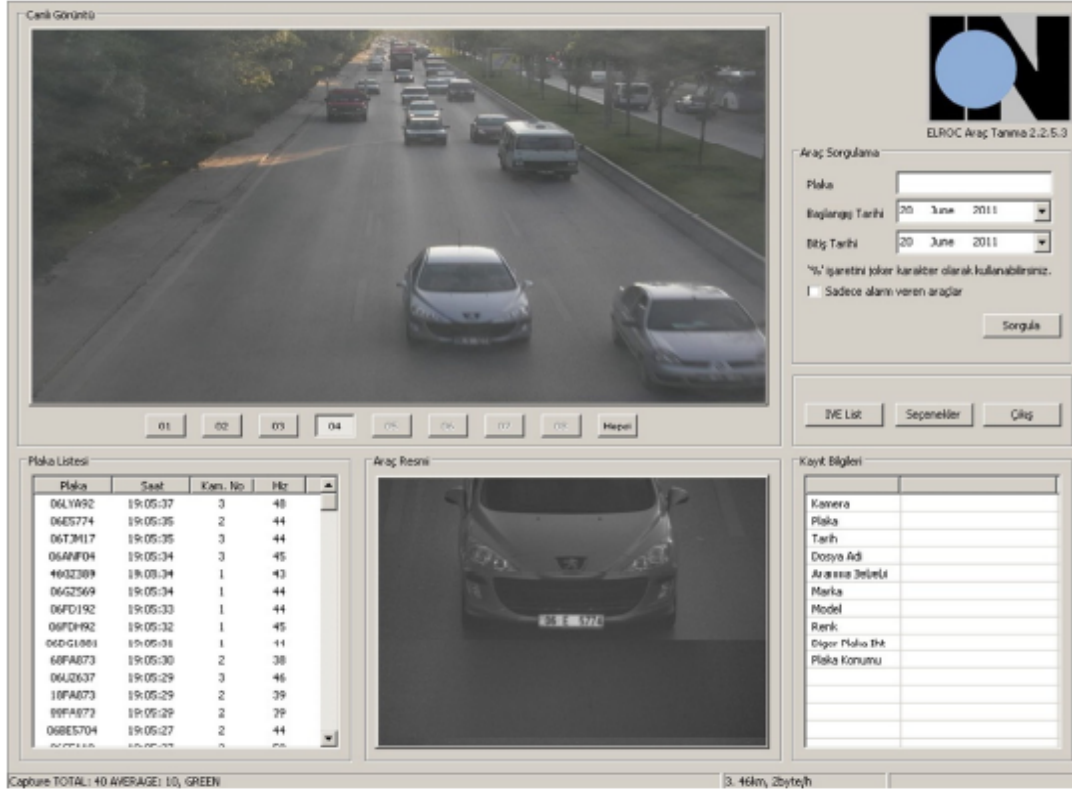
2.5.4. Mobil sorgulama sistemi (MSS)

Sistem sayesinde polis ekiplerinde bulunan mobil cihazlar ile GSM şebekesi üzerinden EGM (Emniyet Genel Müdürlüğü) veri bankasındaki bilgilerden yerinde ve anında aktif araç-kişi sorgulaması yapılabilmektedir. Bu sistem ile şüpheli kişi veya araçları buldukları yerde mobil ekipler tarafından sorgulanarak netice alınmakta, kişileri polis merkezine sevk etmeyerek zan altında kalmalarının önüne geçilmekte ve polis-halk ilişkilerine olumlu katkı sağlanmaktadır [7].

2.5.5. Plaka tanıma sistemi (PTS)

Sistem, gündüz ve gece otomatik olarak trafikte seyir eden araçların plakalarını okur (Bkz. Resim 2.2) ve EGM veri bankasındaki kayıtlardan sorgular, arama kaydı olan araçları tespit edip sesli ve görsel bildirimde bulunur. Sistem sayesinde trafik ile ilgili birçok istatistikî veri de otomatik olarak elde edilmektedir. Ayrıca sistem sayesinde yakalanması

istenilen diğer araç plakaları ve plakası tespit edilememiş ancak rengi, markası gibi özellikleri bilinen araçlar da yerel listeye alınarak yakalanabilmektedir [7].



Resim 2.2. Örnek bir plaka tanıma görüntüsü

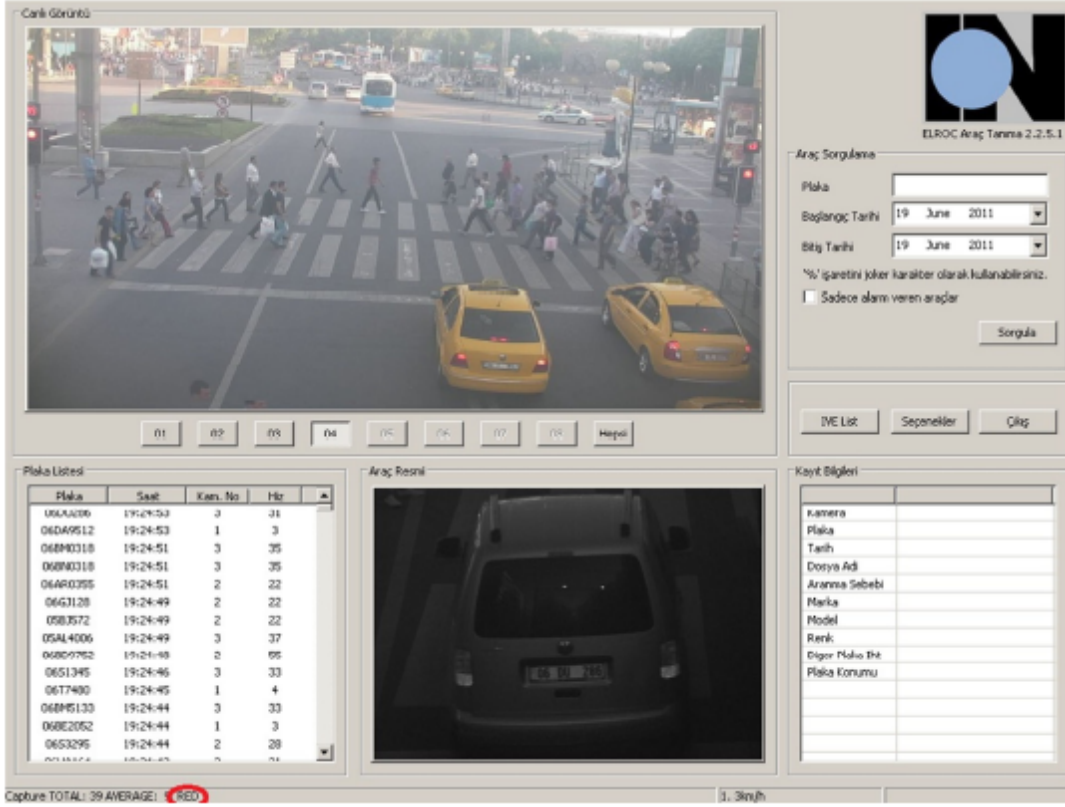
Çalıntı veya suça karışan araçların tespit edilmesi, tescil, muayene ve ceza gibi problemleri olan araçların plakalarının tespit edilmesi amaçlanmaktadır. Kameraların yerleştirilmesinden ve bu kameralardan alınan verilerin, otomatik bir sistem çerçevesinde sorgulanıp, araçlar hakkında bilgi toplanmasından oluşmaktadır [1].

PTS, ülkemizde en çok bilinen ve kullanılan görüntü analiz uygulamasıdır. Bunun sebebi, PTS'nin dünya çapında yaygın bir şekilde kullanılan ilk görüntü analiz uygulamalarından biri olmasıdır. PTS'den verim alınabilmesi için kamerasının yüksek çözünürlükte ve hızda görüntü sağlayabilmesi, gece şartlarına uygun ve güçlü ışıklardan etkilenmeyen bir donanıma sahip olması gerekir [7].

2.5.6. Kırmızı ışık ihlal tespit sistemi (KİTS)

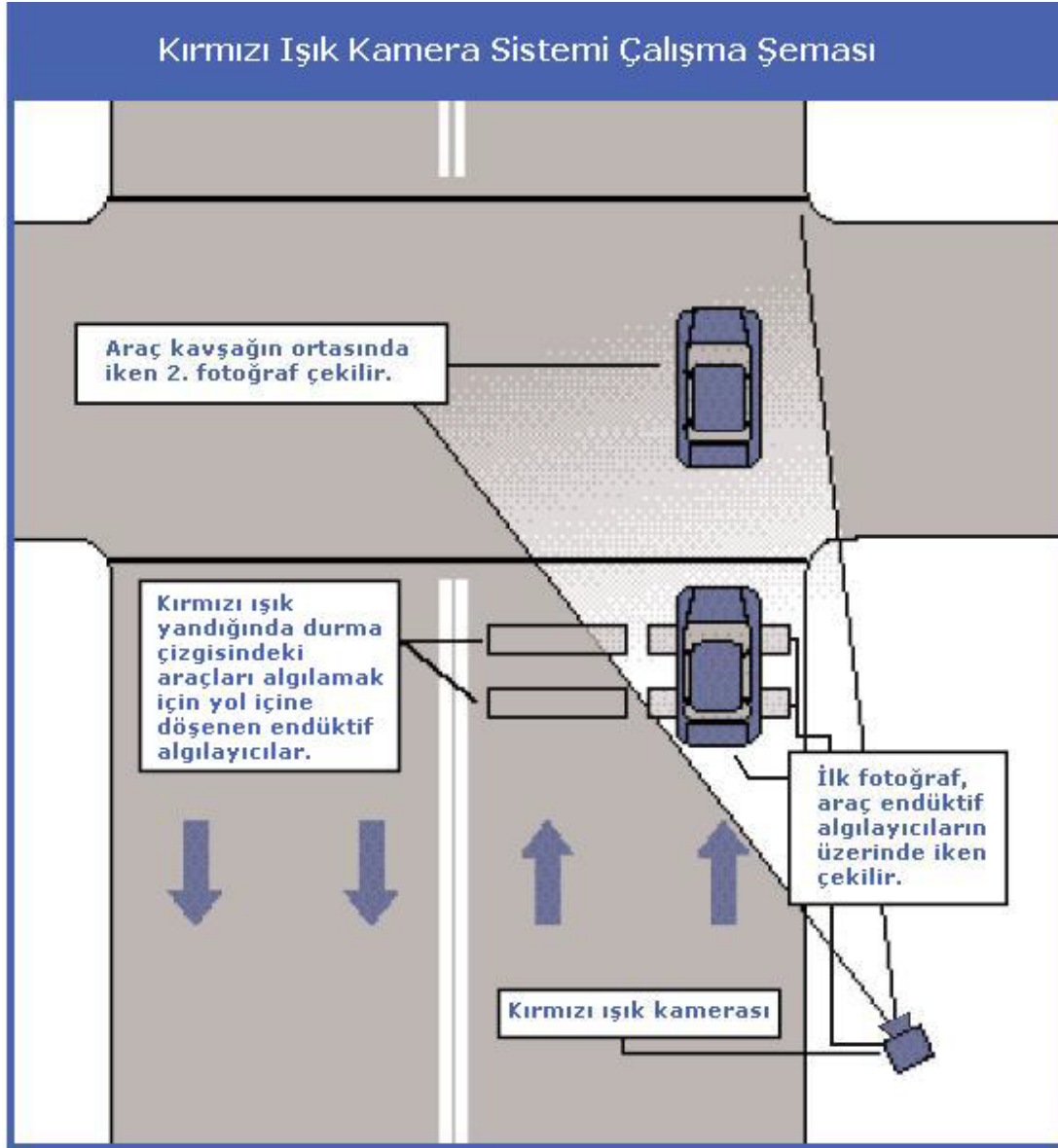
Kırmızı ışık ve hız ihlali yapan araçların tespit edilmesi ve 2918 sayılı Karayolları Trafik Kanunu hükümlerine göre plakalarına cezai işlemlerin uygulanması şeklinde işleyen

sistemdir. Amaç; ihlallerin yapılmasını en aza indirilerek trafik kazası riskini azaltmak ve kaza dolayısıyla meydana gelen trafik sıkışıklıklarını da asgari seviyeye çekmektir. Trafik kameraları, Resim 2.3’de temsilen gösterildiği gibi ana arterlerde, tünel içleri ve köprülerde, özellikle kırmızı ışık ihlali saptaması için kavşaklarda, trafik için önem arz eden diğer kritik noktalarda kullanılmaktadır.



Resim 2.3. Kırmızı ışık ihlali sistemi

Bu sistem ile trafik ışıklarının bulunduğu bir kavşakta kırmızı ışıkta geçen araçların yol içerisine yerleştirilecek algılayıcılar, plaka algılama sistemi ile entegre bir şekilde çalışarak kırmızı ışıkta geçen araçların otomatik olarak fotoğraflarının çekilmesini sağlayarak, kırmızı ışıkta geçen araçları belgelendirilir (Bkz. Resim 2.4). Tespit edilen ihlalin görüntü kaydı merkeze, hem ihlal esnasındaki fotoğraf kaydı hem de video olarak, sistemin kurulu olduğu ağ üzerinden (ADSL, GPRS veya fiber optik) gönderilir [9].



Resim 2.4. Kırmızı ışık kamera sistemi çalışma şeması [9]

2.5.7. Hız ihlali tespit sistemi (HTS)

Sistem yol üzerine tüm şeritleri görecektir ve her şeride bir sistem kamerası gelecek şekilde düzenlenmektedir. Resim 2.5’de de görüldüğü gibi anlık hız ölçümü yapan radar cihazı ihlal tespiti yaparak kameranın görüntü almasını sağlar. Gece görüntü alabilmek için IR (İnfr-red) aydınlatma kullanılır. Kameranın kalitesine ve görüş açısına göre sunduğu hizmet sınırlıdır. Sistemin tespit ettiği hız ihlalleri cezai işlem uygulamaları için değerlendirmeye tabi tutulur. Ayrıca kamera ile tespit edilen görüntü delil olarak değerlendirilir.



Resim 2.5. Hız ihlal tespit sistemi görüntüsü [9]

2.5.8. Ortalama hız tespit sistemleri

Sistem daha çok şehir içi yerleşim birimleri haricinde kullanılmaktadır. Bir noktada hız ölçümü yapmak yerine aralarındaki mesafe belirli iki nokta arasında ölçüm yapılmaktadır. Böylece sürücünün tek noktada hızını tespit ederek diğer bölgelerde herhangi bir kontrol işlemi uygulayamama gibi bir dezavantaj ortadan kalkmaktadır. Sistem her iki noktaya yerleştirilmiş radar, kamera, ve IR aydınlatma ve plaka okuma birimlerinden oluşmaktadır. Taşıtların her iki noktada hız tespitleri yapılarak aradaki mesafe farkı belli olduğundan ortalama hız tespit edilir ve eğer ihlal söz konusu ise kamera ile plaka tespit edilir ve sistem işlemi tamamlanmış olur.



Resim 2.6. Emniyet şeridi ihlal tespit sistemi örnek gösterimi [9]

2.5.9. Emniyet şeridi ihlal tespit sistemi (EDS)

Acil durumlar dışında emniyet şeridinin kullanılmasını önlemek amacı ile faaliyete geçirilen bu sistem yolun farklı noktalarına yerleştirilen algılayıcı sensörler aracılığı ile şeridi gereksiz işgal eden araçlar görüntülenmektedir (Bkz. Resim 2.6) ve kamera kaydı oluşturulmaktadır [9].

Çalışmada ele alınan MOBESE bileşenleri temel düzeyde kullanılan sistem parçalarıdır ve çalışma esasları basitçe anlatılmıştır. Bu bileşenlerin tümünün bir arada kullanılması mümkün olmakla beraber bazı parçaların bölgesel veya belirli şehirlerde kullanılması mümkün olmaktadır. Örneğin İstanbul İlinde uygulamaya konulan bir sistemde tüm bileşenlerin yanında farklı uygulamalara da ihtiyaç duyulmakla beraber küçük bir Anadolu ilinde emniyet şeridi ihlali tespitine yönelik bir sistem bileşeni kullanımına gerek kalmayabilir.

2.6. MOBESE' nin Hukuki Boyutu

Ülkemizde MOBESE' ye dayanak teşkil edecek doğrudan bir kanun olmamakla birlikte bu alanda çalışmaları planlamak, düzenlemek ve sınırlarını belirlemek amacıyla çeşitli düzenlemeler yapılmaktadır.

Resmi gazetenin 25.02.2011 tarih ve 27857 (Mükerrer) sayısında yayınlanarak yürürlüğe giren ve Torba yasa olarak bilinen 6111 sayılı kanunun 60.maddesinde MOBESE ile ilgili bir düzenleme yapılmıştır [1].

MADDE 60- 2918 sayılı Kanuna aşağıdaki ek madde eklenmiştir.

EK MADDE 16- Belediyelerce kendi bütçe kaynakları kullanılarak, karayollarında can ve mal güvenliğini sağlamak, düzenli ve güvenli trafik akışını temin etmek amaçlarına hizmet etmek üzere kurulmuş veya kurulacak elektronik sistemlerin Emniyet Genel Müdürlüğüne trafik ihlallerinin tespiti amacıyla kullanılması durumunda, aylık dönemler halinde yapılan tespitlere dayanılarak düzenlenen trafik idari yaptırım karar tutanaklarında yer alan trafik idari para cezasının % 30'u oranındaki tutar, izleyen ayın sonuna kadar Emniyet Genel Müdürlüğü bütçesinden ilgili belediyelere sistem kullanımı hizmet bedeli olarak ödenir [10].

Bu madde kapsamında hizmetinden yararlanılacak elektronik sistemlerin taşınması gereken teknik özellikler, kurulması gereken yerler ve belediyelerle yapılacak protokollere ilişkin diğer şartlar ile maddenin uygulamasına ilişkin usul ve esaslar Maliye Bakanlığı ve İçişleri Bakanlığınca (Emniyet Genel Müdürlüğü) müştereken belirlenir [10].

Komisyon raporunda bu düzenlemenin “karayollarında can ve mal güvenliğinin sağlanması ile düzenli ve güvenli trafik akışını temin etmek amacıyla, belediyelerce kendi bütçe kaynakları kullanılarak kurulan ve işletilen elektronik sistemlerin Emniyet Genel Müdürlüğüne kullanılması halinde söz konusu sistemlerin kurulum ve işletme maliyet bedellerine katkı sağlanması amacıyla bu sistemler kullanılarak kesilen trafik para cezalarının % 30'nun Emniyet Genel Müdürlüğü tarafından ilgili belediyeye sistem kullanım bedeli olarak aktarılması” için konulduğu ifade edilmektedir [10].

Ülkemizde, Özel Hayatın Gizliliği, Haberleşme Hürriyeti ve Haberleşmenin Gizliliği Anayasa ile korunmuştur. (T.C. Anayasası Madde 20, Madde 22). Türkiye ayrıca; (8.maddesiyle) “Herkesin Özel ve Aile Hayatına, Konutuna ve Haberleşmesine Saygı Gösterilmesini” hükme bağlayan Avrupa İnsan Hakları Sözleşmesi’ni 1954 yılında onaylamış; “Kişisel Verilerin Otomatik İşleme Tabi Tutulması Karşısında Bireylerin Korunması”na ilişkin 108 sayılı Avrupa Konseyi Sözleşmesi’ni de 1981 yılında

imzalamıştır. Bunların yanı sıra Türkiye, veri koruması ve sınır-ötesi bilgi akışı konusundaki OECD Yönlendirici İlkeleri’ni de imzalamıştır [11].

5237 Sayılı Türk Ceza Kanunu’nun Özel Hayata ve Hayatın Gizli Alanına Karşı Suçlar başlıklı dokuzuncu bölümündeki maddelerle 5271 Sayılı Ceza Muhakemesi Kanunu’nun İletişimin tespiti, dinlenmesi ve kayda alınması başlıklı 135.maddesi ve Teknik Araçlarla izleme başlıklı 140.maddelerinde ise ilgi çekici düzenlemeler mevcuttur [11].

Kişisel verilerin korunmasına ilişkin en somut ve özel düzenleme olan “Kişisel Verilerin Korunması Kanun Tasarısı” 09.11.2005 tarihinde Başbakanlığa sevk edilmiştir [11].

Ayrıca bu sistemlerin keyfi ve düzensiz kullanımının başta kişisel verilerin ve özel hayatın gizliliği olmak üzere birçok hukuk kuralını ihlal etme ihtimalinin yüksek olduğu muhakkaktır [11]. Bu nedenle uluslararası arenada da birçok düzenleme yapılmasına sebep olmuştur.

1980 yılında OECD tarafından belirlenen “Adil Bilgi Uygulama Kuralları” özünde: bilgi toplanmasına belli kısıtlamalar getirerek, sadece gerekli bilgilerin toplanmasına izin verilmesini, mümkün olabilen durumlarda bilginin doğrudan kişinin kendisinden alınmasını, bilgi alınmasının sebebinin açıklanmasını ve neden bu bilgiye gereksinim duyulduğunun açıklanmasını, toplanan bilginin sadece bildirilen neden için kullanılmasını, bilgi veren kişiye, kişisel bilgilerine girme ve yanlış ise düzeltme olanağı verilmesini ister [11].

Avrupa Parlamentosu ve Konseyi’nin 1995 yılı tarihli 95/46/EC sayılı yönergesine göre veriler yasal çerçevede toplanabilir ve verinin öznesine sistem hakkında bilgilendirilme yapılır. Veriler, verinin öznesine açıktır, veri sahibinin verilere itiraz ve yanlış olan verilere karşı düzeltme hakkı vardır. Yönerge de asıl önemli olan Verinin gizliliği ve güvenliğini koruma ilkesidir. 2001 tarihli (CE) 45/2001 sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konseyi’nin Topluluk Kurum ve Organlarına Yönelik Verilerin Korunmasına İlişkin Düzenlemesine göre de kişisel veriler; adil ve yasal olarak, belirlenen, açık ve yasal olan amaçlar için toplanmalı ve ancak bu amaçlar doğrultusunda kullanılmalı, toplanma amacıyla ilgili ve yeterli ölçüde olmalı, bu amacı aşmamalı, doğru ve güncel olmalı (yanlış ya da eksik olan

verinin silinmesi ya da düzeltilmesi için gereken yapılmalı) ve ancak amaca uygun olarak gerektiği sürece saklanmalıdır [11].

3. OPTİMİZASYON PROBLEMLERİNİN ÇÖZÜM TEKNİKLERİ VE GENETİK ALGORİTMA

Bu bölümde tez kapsamında optimizasyon problemlerinin çözüm teknikleri ve yerleştirme probleminin çözümü için kullanılan yöntemlerden olan genetik algoritma hakkında bilgi verilecek, algoritmanın işleyişi açıklanarak diğer çözüm yaklaşımları ile farklılıkları ortaya konacaktır.

3.1 Tanım ve Temel Kavramlar

Bilgisayarın kullanım alanları gün geçtikçe artıp, matematiksel çözüm yöntemleri de bilgisayar aracılığı ile çalıştırıldığından beri geleneksel çözüm yöntemlerinin yanı sıra sezgisel yöntemler de karmaşık sorunların çözümünde sıkça kullanılmaya başlamıştır [12].

Optimizasyon genel olarak, uygulanabilir çözüm alternatiflerinin oluşturduğu bir kümeden en iyi değerini seçimi olarak tanımlanabilir [13]. Optimizasyon işlemi, ‘iyi’ ve ‘kötü’deki değişimin ölçülebildiği durumda ‘en iyi’ye ulaşma sürecidir. Optimizasyon, girdileri minimum veya maksimum çıktı elde etmek üzere tanzim etme veya değiştirme işlemidir. Diğer bir tanımla, optimizasyon, fiziksel bir gerçekliği modelleyen ve matematiksel olarak tanımlanan belirli problemlerin ‘en iyi’ çözümlerini belirleyen bilim olarak tanımlanmaktadır [14].

Matematiksel olarak ise optimizasyon, bir amaç fonksiyonunun, verilen kısıtlar dahilinde minimum yada maksimum değerini veren değişken değerlerinin bulunması işlemi olarak tanımlanabilir [13].

Tüm optimizasyon problemlerinin çözümünde etkin bir metot yoktur ve kullanılan metotlar gerçek çözümü bulmayı garanti etmezler. Ancak kabul edilebilir hızda kabul edilebilir ölçüden iyi çözümün bulunmasında genel olarak başarılıdırlar [15].

Gerçek hayatta gelirler veya kâr gibi bazı kalemlerin ‘en fazla’ yada ‘maksimum’ olması amaçlanırken; maliyet yada harcama gibi diğer bazı değerlerin de ‘en az’ yada ‘minimum’ olması istenir. Bu açıdan bakıldığında “optimum” kavramı bu istenen durumların her ikisini de kapsamaktadır. Optimizasyon teorisi ise optimal değer ile ilgili bir sayısal çalışma alanı ve bu değerini bulması ile ilgili metotları kapsamaktadır. Bu teorisinin

uygulaması da ‘en uygun’ (optimal) değerin hesaplanmasında kullanılacak teknikler, metotlar, prosedürler ve algoritmalar bütünüdür [14].

Optimizasyon problemi mühendislik, fizik, matematik, ekonomi, sosyal bilimler gibi çok farklı disiplinlerde ortaya çıkabilmektedir. Bunun yanında elektrik, makine, inşaat ve kimya gibi farklı mühendislik alanları da çok sayıda optimizasyon problemi içermektedir. Farklı mühendislik disiplinleri içerisinde, araçların dizaynı ve modellenmesi, yapıların dizaynı, proses kontrolü, üretim planlama, kalite kontrol, stok kontrol gibi çok farklı konularda optimizasyon uygulamaları yapılmaktadır [14].

Gerçek hayattaki birçok problem birden çok sayıda çözüme sahiptir. Bu durumda bazı performans kriterleri kullanılarak problem için en iyi çözüm bulunarak optimizasyon gerçekleştirilebilir. Problemin tek bir parametre değeri setinin kabul edildiği tek bir çözümünün olduğu durumda optimizasyon uygulanmamaktadır [14].

Optimizasyon problemlerinin çeşitli sınıflandırılması yapılmıştır. Ancak genel kabul gören sınıflandırmaya göre;

- Amaç fonksiyonunun, parametrelerle ilgili herhangi bir sınırlama olmaksızın minimizasyonu veya maksimizasyonu, *sınırlamasız optimizasyon*,
- Parametrelerle ilgili sınırlamanın veya sınırlamaların olduğu optimizasyon problemi ise *sınırlamalı optimizasyon*,
- Amaç fonksiyonunun ve parametrelerin lineer olup olmamalarına göre, bir optimizasyon problemi *lineer optimizasyon*,
- Amaç fonksiyonu veya parametreler nonlineer ise *nonlineer optimizasyon*,
- Ayrık niceliklerin optimal olarak düzenlenmesi, gruplanması veya seçilmesi problemi *ayrık optimizasyon*,
- Tasarım değişkenlerinin alacağı değerler sürekli değerler ise bu tür problemlere *sürekli optimizasyon* problemi denir [15].

Uzun süredir araştırmacılar, temel olarak yerel arama ve populasyon arama olarak bilinen iki prensibi kullanan meta sezgisel algoritmaları geliştirmeye çalışmışlardır [16]. Optimizasyon problemlerinin çözümüne yönelik yapay zeka optimizasyon teknikleri meta sezgisel araştırma teknikleri olarak da bilinmektedir. Bu algoritmalar herhangi bir çözümü

gerçekleştirmek veya hedefe varmak için çeşitli alternatif hareketlerden etkili olanlara karar vermek amacı ile tanımlanan kriterler veya bilgisayar metotlarıdır [15].

Uygulama sonuçları göstermektedir ki yapay zeka optimizasyon algoritmaları probleme bağımlı algoritmalarıdır. Yani bir problemde başarılı olurken diğer bir problem için aynı şekilde başarılı olmayabilirler. Yapay zeka optimizasyon algoritmalarının başlıcaları; tavlama benzetimi (yapay ısı işlem algoritmaları), genetik algoritmalar, tabu araştırma algoritmaları, karınca kolonisi algoritmaları sayılabilir [15].

Yerel arama metotlarında, var olan çözümden komşudan elde edilecek çözüme giderken her adımda çözüm uzayı yoğun bir şekilde incelenir. Bu prensibe örnek olarak Tavlama Benzetimi ve Tabu Arama verilebilir. Populasyon arama metotları ise iyi ebeveyn kümesi oluşturmayı ve yeni bireyler elde etmek için bu ebeveynlerin birleştirilmesini içerir. Bu prensibe verilecek en klasik örnek, yavru birey üretmek için iki bireyi birleştiren Genetik Arama'dır. Birçok yavru birey üretmek için birçok ebeveynin kullanıldığı genetik aramanın genişletilmiş şekline ise *Adaptif Hafıza Prosedürü* denir. Karınca kolonisi algoritması bu prosedüre örnek olarak verilebilir [16].

Tavlama Benzetimi (TB), ilk kez 1983'de Kirk Patrick tarafından önerilmiş, katı hal fiziğinin temel disiplini ve katı veya sıvı haldeki maddelerin atom özelliklerinin analizinde kullanılan metot olan istatistiksel mekanik temellerine dayanan stokastik bir tekniktir ve katıların tavlama sürecine benzerliğinden dolayı bu ismi almıştır [16]. TB, ilk karşılaşılan daha iyi çözümü kabul ederek en iyiyi arama metotlarının temelinde bir değişik uygulama biçimidir.

Her adımda daha iyi bir noktaya gitmeyi hedefleyen gradyan ile arama yönteminden farklı olarak, bu algoritmanın en önemli dezavantajı, süreç içinde giderek azalan bir olasılıkla daha kötü bir çözümü bulmaya neden olabilir [15].

Tabu Arama (TA), ilk defa Glover (1986) tarafından önerilmiş, yerel optimalliğin ötesinde, çözüm uzayını araştırmak için yerel bir araştırma sürecine rehberlik eden bir algoritmadır. TA, var olan çözüm uzayını inceleyerek en iyi çözümü araştırır ve yeni çözüm olarak sunar. TA'nın seçtiği çözüm var olan çözümden daha kötü olsa bile komşularından yeni

çözümler seçmeye devam eder. Bu yaklaşım TA'nın, arama uzayının büyük bölümünü araştırmasına ve yerel minimum noktasına takılmamasına imkân sağlar [16].

Karınca Kolonisi Algoritması (KKA), ilk defa 1992 yılında Dorigo tarafından önerilmiş, gerçek karınca kolonisi davranışının matematiksel modelleri üzerine dayalı bir algoritmadır. KKA'da, gerçek karınca hareketlerinin tamamının modellenmesi yerine sadece en kısa yolu bulma davranışları modellenmiştir [16].

Genetik Algoritma (GA), doğal seçim ilkelerine dayanan bir arama ve optimizasyon yöntemi olan GA'nın temel ilkeleri John Holland tarafından ortaya atılmıştır. GA'nın, fonksiyon optimizasyonu, çizelgeleme, mekanik öğrenme, tasarım, hücrel üretim gibi alanlarda başarılı uygulamaları bulunmaktadır [17].

GA, klasik optimizasyon algoritmalarından dört temel noktada ayrılır [15]:

- I. GA, parametrelerin kendileri ile değil, parametre takımının kodlanmış bir haliyle uğraşır.
- II. GA, aramaya tek bir noktada değil, bir nokta ailesinden başlarlar. Dolayısıyla yerel bir optimuma takılmadan çalışabilirler.
- III. GA, amaç fonksiyonunun (objective function) türevlerini ve bir takım ek bilgileri değil, doğrudan amaç fonksiyonunun kendisini kullanırlar.
- IV. GA'da deterministik değil rastlantısal geçiş kuralları kullanılır.

3.2. Genetik Algoritmalar (GA)

Genetik Algoritmalar, insan ve ekosistemlerdeki doğal gelişme, sosyal sistemlerdeki taklit etme ve psikolojideki sonuçları değerlendirmeyi içine alan dinamik metotların geniş bir şekilde modellenmesi ile oluşmaktadır. Evrim sistemlerinin bilgisayarda modellenmesini yapmak çoğu konvensiyonel modellemelere kıyasla biraz daha zor olmaktadır [18].

Teknolojide ilerlemeler için, doğanın sonsuz esin kaynağı olabileceğini bir kez de Michigan Üniversitesi'nden John Holland'ın çalışmaları kanıtlamıştır. Makine öğrenmesi (Machine Learning) konusunda çalışmalar yapan Holland, evrim kuramından etkilenerek canlılarda yaşanan genetik süreci bilgisayar ortamında gerçekleştirmeyi düşünmüştür. GA ilk ismini biyoloji, ikinci ismini ise bilgisayar biliminden almaktadır. Sadece bir tane

mekanik yapının öğrenme yeteneğinin geliştirilmesi yerine, böyle yapılardan oluşan bir topluluğun çoğalma, çiftleşme, değişim vb. genetik süreçlerden geçirilerek, başarılı (öğrenebilen) yeni bireylerin oluştuğu görülmüştür. Holland'ın çalışmalarının sonuçlarını açıkladığı kitabının 1975'de yayınlanmasından sonra geliştirdiği yöntemin adı Genetik Algoritmalar yada kısaca GA olarak yerleşmiştir. Ancak 1985 yılında Holland'ın öğrencisi olarak doktorasını veren David E. Goldberg adlı inşaat mühendisi 1989'da konusunda bir klasik sayılan kitabını yayınlıncaya kadar, Genetik Algoritmalar'ın pek pratik yararı olmayan araştırma konusu olduğu düşünülmekteydi. Halbuki Goldberg' in gaz borusu hatlarının denetimi üzerine yaptığı çalışma ona sadece 1985 National Science Foundation Genç Araştırmacı ödülünü kazandırmakla kalmayıp, Genetik Algoritmalar' ın pratik kullanımının da olabirliğini kanıtlamıştır [18].

GA terminolojisinin anlaşılması için doğal seçimin anlaşılması gerekir. Dünya gözlemlenecek olunursa, olup biten olaylarda doğal seçilim göze çarpar. Birbirinden ayrı muazzam organizmalar ve bu organizmalardaki karmaşıklık, inceleme ve araştırma konusudur. Organizmaların niçin böyle olduğu ve nasıl bu aşamaya geldiği sorgulanabilir. Amaç fonksiyonu, yaşam mücadelesini temsil eder. İnsanoğlu bunu maksimize etmek ister. Adaptasyon ve uygunluğun seviyesi, dünyada uzun süre yaşayabilmenin göstergesi haline gelmiştir. Evrim süreci, hayat şartlarına en uygun olanın yaşamasını sağlayan büyük bir algoritmadır. Eğer çevreyi değiştirme zekâ ve yeteneğine sahip olunursa, hayatta küresel maksimum elde edilebilir [19].

Genetik Algoritma (GA) rastlantısal arama tekniklerini kullanarak çözüm bulmaya çalışan, parametre kodlama esasına dayanan sezgisel bir arama tekniğidir. Genetik algoritmalar, Darwin'in "en iyi olan yaşar (survival of the fittest)" prensibine dayalı olarak bir popülasyonu oluşturan bireylerin rekabet etmelerini ve rekabet sonucu elenmelerini sağlayan evrimsel süreci simüle eden algoritmalar [15].

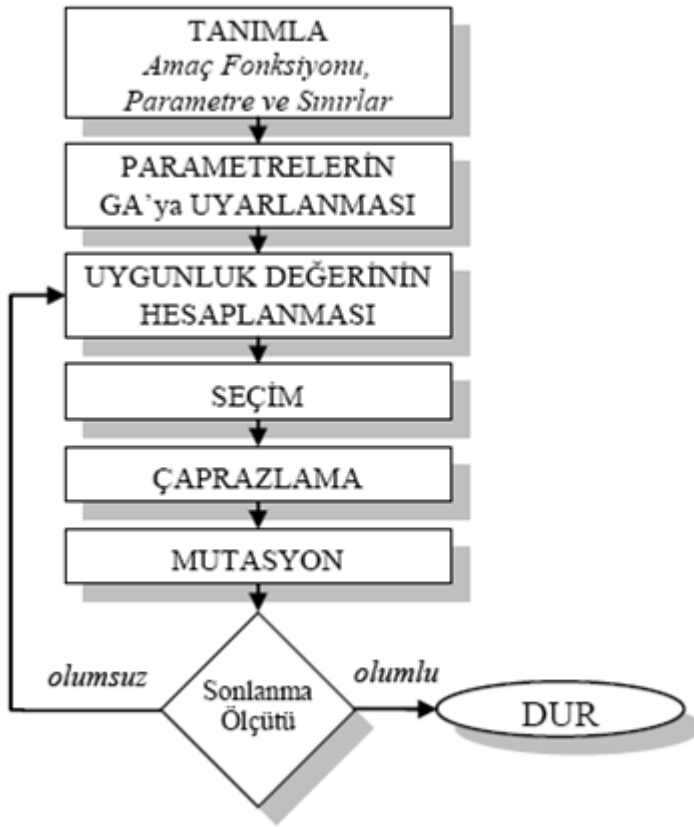
Sezgisel çözüm yöntemleri içinde özel bir yere sahip olan GA'nın işleyişinde genetik biliminden esinlenmiştir. Darwin' in evrim ilkelerinden yola çıkarak optimizasyon problemlerine doğal seleksiyon ve genetik mekanizmalara dayalı bir evrimsel süreç aracılığı ile iyi çözümler bulmaya çalışmaktadır. GA' nın dayandığı temel bileşenler, problem çözümlerinin genetik bir gösterimi, başlangıç çözümlerinden oluşan kitlenin oluşturulma tarzı, herhangi bir çözümün kalitesini ölçmek için bir değerlendirme

fonksiyonu, yeni kitle üretme sırasında aday çözümlerin kombinasyonunu etkileyen genetik operatörler ve evrimleşme için kullanılacak parametre değerleri olarak özetlenebilir. Kısıtsız optimizasyon problemleri GA ile etkin bir şekilde çözülebilirken kısıtlı problemlerde durum farklıdır. Bu tür problemlerin GA ile çözümlerinde kullanılan başlıca yaklaşımlar, ceza metodu, tamir algoritmaları veya mümkün olması halinde kısıtları otomatik olarak sağlayan çözümler üretecek genetik operatörlerin kullanılmasıdır [15,20].

Birçok bileşi en iyileme (combinatorial optimization) problemine başarıyla uygulanmış olan GA bir takım varsayımlar üzerine çalışır. Bunlar;

- Bireyler yaşamlarını sürdürmek için mücadele halindedir. Bunlardan bir kısmı daha sonraki nesilde varlıklarını sürdürebilir.
- Varlığını sürdürebilmiş yapıların daha sonraki nesillere aktarım ihtimali daha yüksektir.
- Bir başlangıç popülasyonu tanımlanır ve bu popülasyon daha sonraki nesillerin devamlılığı için bir temel sağlar [20].

GA'nın asıl etkisi, çok çeşitli problemlerde başarıyla uygulanabilmesinden kaynaklanmaktadır. Çok genel anlamda genetik algoritmanın üç uygulama alanı bulunmaktadır. Bunlar deneysel çalışmalarda optimizasyon, pratik endüstriyel uygulamalar ve üçlü arama algoritmaları olarak kendilerini ispatlamış ve çeşitli alanlardaki zor problemlerle sınıflandırma sistemleridir [15].



Şekil 3.1. Genetik algoritma genel akış diyagramı [19]

Genetik biliminde tanımlanmış bazı kavramlar, genetik algoritmada modellenerek kullanılmaktadır. Bu kavramlardan aşağıda bahsedilmektedir:

Gen: Anlamlı genetik bilgi taşıyan en küçük birimdir. Genetik algoritmada bit olarak tanımlanır, çözümün bir özelliğini ifade eder.

Kromozom (Birey): Genlerin birleşimi ile oluşur. Problemin olası çözümlerinden birini ifade eder. Genetik algoritmada bir dizi olarak tanımlanır.

Populasyon (Nesil): Populasyon kromozomlar kümesidir. Problemin olası çözümlerinden belli bir kısmını ifade eder. Populasyonun birey sayısı algoritmanın başında belirlenir ve sabit kalır.

Seçim: Genetik algoritma iteratif bir çözüm yöntemidir. Seçim işlemi, belli sayıda çözümü içeren populasyonun bir sonraki iterasyona geçerken bireylerin nasıl seçileceğini tanımlar.

Çaprazlama: Populasyondan seçilen iki bireyin kromozomlarının bir bölümünün yer değiştirmesi ile iki yeni bireyin oluşmasıdır. Çaprazlama sonucu populasyonda olmayan yeni bireyler oluşur.

Mutasyon: Bir bireyin bir veya birkaç geninin değişerek farklı bir birey haline gelmesidir. Mutasyon populasyonda çeşitliliğin oluşmasını sağlayan operatörlerden biridir.

Uygunluk fonksiyonu: Problemin amaç fonksiyonudur. Bireylerin bit değerlerine göre hesaplanır. Uygunluk fonksiyonu değeri bireyin çözüm kalitesini gösterir. Bir sonraki nesle aktarılacak bireyler uygunluk fonksiyonu değerlerine göre belirlenir [20].

3.3. Genetik Algoritmanın Temel Bileşenleri

Herhangi bir problem için tanımlanmış bir Genetik algoritmanın içermesi gereken bileşenler Şekil 3.1’de gösterilmiştir. Genetik algoritmaların işleme adımlarını oluşturan bu bileşenler şöyle açıklanabilir:

- Problemin olası çözümlerinin nasıl ifade edileceğinin belirlendiği kromozom tasarımı yapılır.
- Genellikle rassal olarak başlangıç populasyonu oluşturulur.
- Problemin uygunluk fonksiyonu belirlenir.
- Genetik algoritmanın parametreleri olan başlangıç populasyonun büyüklüğü, çaprazlama olasılığı, mutasyon olasılığı ve durma kriteri belirlenir.
- Başlangıç populasyonundaki her birey için uygunluk fonksiyonu değeri hesaplanır.
- Üreme ya da seçim ile yeni populasyonun bireyleri oluşturulur.
- Yeni bireyler çaprazlama ve mutasyon operatörlerine tabi tutulur.
- Yeni populasyondaki bireylerin uygunluk değerleri hesaplanır.
- Algoritmanın durma kriterinin sağlandığı ise durulur, sağlanmadığı ise bir sonraki iterasyon için 6. Maddedeki işlemlere geri dönlür.
- En son populasyondaki iyi uygunluk değerine sahip çözüm algoritmanın bulduğu çözümdür [15,20].

3.3.1. Kromozom tasarımı

GA ile problem çözülrken olası her bir çözümlü ifade edecek bir dizi kodlaması kullanılır. Kodlamanın nasıl yapıldığı iyi bir çözümlü ulaşılmasını etkileyen başlıca kriterlerden biridir. Binary kodlama, tam sayılı kodlama, ondalık sayılarla kodlama, permütasyon kodlama, harflerle kodlama şeklinde çeşitli kodlama teknikleri vardır. Kromozum tasarımında kodlamanın anlamlı, problem yapısına uygun olması önemlidir. Problemin olası bütün çözümleri bu kodlama yapısı içinde ifade edilebilmelidir.

3.3.2. Başlangıç popülasyonunun oluşturulması

Genetik algoritma tek bir çözümlü yerine bir çözümler kümesi ile çalışır. Başlangıçta nasıl bir çözümlü kümesinin seçileceği tanımlanmalıdır. Genelde rassal olarak belirlenir. İki kodlamada genelde eşit sayıda 0 ve 1 bulunacak şekilde düzenleme yapılırken diğer kodlamalarda düzgün veya normal dağılıma göre belirleme yapılmaktadır.

3.3.3. Uygunluk fonksiyonu

Problemin amaç fonksiyonu ile ulaşılacak istenen değer GA'da uygunluk fonksiyonu değeridir. Kromozum tasarımından amaç fonksiyonu değerinin nasıl bulunacağı algoritmanın başında tanımlanır. Belli bir değer en küçükleme ya da en büyükleme ulaşılacak istenen amaç olmaktadır. Bunun yanında popülasyondaki çözümlerinin olası çözümlü kümesi dışına çıkması durumunda bir ceza değerinin uygunluk fonksiyonuna eklenerek çözümlünün kalitesinin ifade edildiği çalışmalar da yapılmıştır.

Popülasyonda yer alan bireylerin uygunluk değerleri hesaplanır, en iyi uygunluk değerini (en küçükleme problemlerinde en küçük, en büyükleme problemlerinde en büyük değer) veren o iterasyondaki çözümlüdür. Devam eden iterasyonlarda daha iyi çözümlere ulaşılabilir. En son iterasyondaki en iyi çözümlü genetik algoritma ile probleme bulunan çözümlüdür. Bu çözümlü her zaman arama uzayındaki en iyi çözümlü olmayabilir ama genellikle kabul edilebilecek kadar iyi bir çözümlü olması ümit edilir.

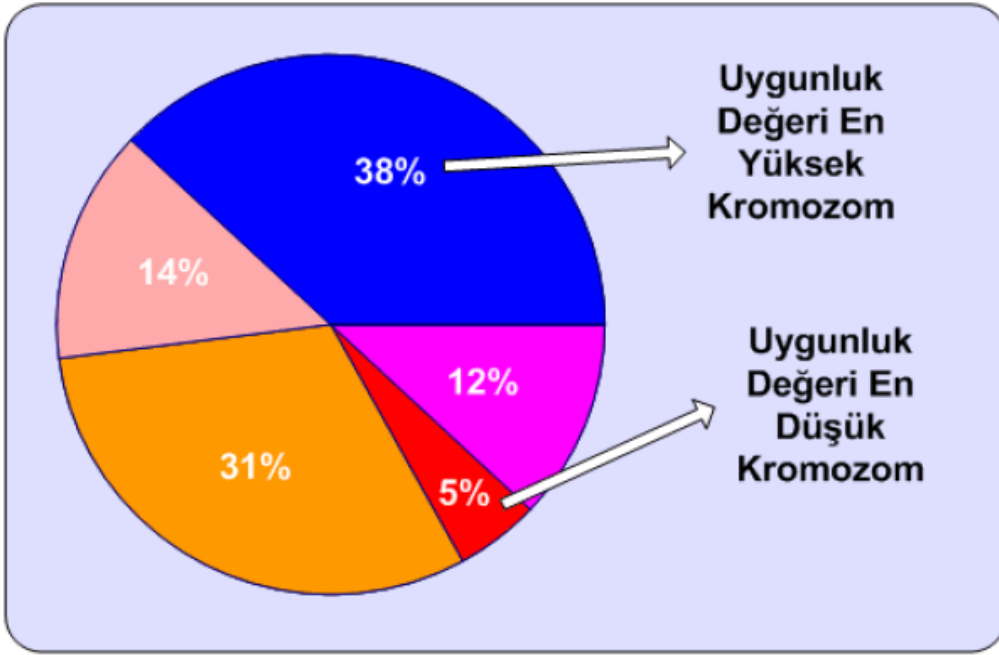
3.3.4. Genetik operatörler

İteratif bir çözüm yöntemi olan genetik alıgoritmada bir nesilden bir sonraki nesil oluşturulurken bazı işlemler yapılmaktadır. Genetik alıgoritmada seçim, çaprazlama ve mutasyon olmak üzere 3 temel operatör bulunmaktadır:

Seçim

Bir önceki populyasyondan hangi bireylerin sonraki populyasyona aktarılacağını belirlemeye yarayan operatördür. Seçim uygunluk fonksiyonu değerine göre yapılır. Uygunluk fonksiyonu değeri daha iyi olan bireylerin bir sonraki nesilde varlıklarını sürdürebilme ihtimali daha yüksektir. Bu operatör Darwin'in doğal seçim operatörünün yapay bir modelidir. GA içinde seçim işleminin nasıl yapılacağı tanımlanmalıdır. Bunun için çeşitli yöntemler bulunmaktadır. En yaygın olan uygulama rulet çemberidir. Bunun dışında rassal üreme, beklenen değer yöntemi, Boltzmann yöntemi, sıralı seçim yöntemi, turnuva yöntemi, elitizm yöntemi, denge durumu seçim yöntemi gibi çeşitli yöntemler vardır.

Rulet Tekeri Yöntemi, seçim stratejisinin temel mantığı; uygunluk değeri yüksek olan kromozomların ebeveyn kromozom olarak seçilebilme olasılığının, uygunluk değeri nispeten düşük olan kromozomlardan daha yüksek tutulmasıdır. Populyasyonda var olan birey çeşitleri bir rulet üzerine yerleştirilir. Rulet üzerinde alacakları genişlik uygunluk fonksiyonu değeriyle orantılı olarak belirlenir (Bkz. Şekil 3.2). Dolayısı ile uygunluk değeri yüksek olan bireyin seçilme olasılığı daha yüksektir. Rassal sayı atanarak rulet üzerinde seçim yapılır. Tüm kromozomların uygunluk değerleri toplanarak, her kromozomun uygunluk değeri yüzde değer olarak hesaplanır. Bundan sonraki aşamada ise 1 ile 100 arasında seçilecek rastgele iki değer in isabet ettiği kromozomlar ebeveyn kromozomlar olarak seçilir. Bu uygulama ile yeni oluşturulacak çocuk kromozomları oluşturulacak genlerin, uygunluk değerleri yüksek olan ebeveyn kromozomlarından seçilme şansı arttırılır. Ancak küçük yüzdelerle de olsa uygunluk değeri küçük olan kromozomların da ebeveyn kromozomlar olarak seçilme şansı vardır [13].



Şekil 3.2. Rulet tekeri seçim yöntemi

Elitist seçim yöntemi, ilk olarak De Jong tarafından önerilmiştir. Bu yöntem, popülasyonun en iyi bir ya da iki bireyini koruyup, popülasyonun geri kalan elemanlarını uyuma orantılı seçim yöntemlerinden birini kullanarak yeni bireyler ile değiştirir. Böylece en iyi bireylerin yaşaması sağlanır. Yöntemin avantajı en iyi uyum değerine sahip bireyin örnekleme hatasını ya da genetik operatörlerin kullanılması ile kaybolmasını önlemektir [15].

Turnuva Yöntemi, seçim stratejisinde popülasyon içinden rastgele seçilecek k (turnuva büyüklüğü) sayıda kromozomun içinden en iyi kromozomlar ebeveyn olarak seçilir. Turnuva büyüklüğü yüksek tutulursa düşük uygunluk değerine sahip kromozomların seçilme şansı küçülecektir [13].

Çaprazlama

GA'da ilk aşamada seçilen bireyler rastgele olarak eşleştirilir. Ardından çaprazlama işlemine tabi tutulur. Şekil 3.3'de görüldüğü gibi çaprazlama sırasında iki bireyin kromozomları kullanılarak yeni bireyler elde edilir. Bu sayede popülasyonda bulunmayan yeni bireyler de sonraki nesle aktararak çeşitlilik sağlanabilir. Çaprazlamanın en basit halinde, kromozom üzerinde rassal bir nokta seçilir, bu noktadan itibaren iki kromozomun parçaları yer değiştirilir.

Çaprazlama kuralları belirlenirken oluşan sıkıntılardan biri, yeni bireylerin problem için geçerli bir çözüm ifade etmiyor olma durumudur. Böyle durumlarda bazen olası bir çözüm ifade etmeyen bu bireyler yeni populusyona alınmazken, bazen bir ceza değeri daha düşük bir uygunluk değerine sahip olarak populusyonun içinde kalabilir. Ancak bu durumu da önlemek için literatürde problem tiplerine uygun çeşitli çaprazlama yöntemleri tanımlanmıştır. Uniform çaprazlama, kısmi planlı çaprazlama, pozisyon tabanlı çaprazlama, permütasyon çaprazlama, sıralı çaprazlama bunlardan bazılarıdır.

Ebeveyn 1 :	0	1	0	0	1	1	0
Ebeveyn 2 :	1	1	0	0	1	0	1
Çocuk 1 :	0	1	0	0	1	0	1
Çocuk 2 :	1	1	0	0	1	1	0

Şekil 3.3. Çaprazlama operatörü [20]

Mutasyon

Populusyonlarda çeşitliliği sağlayan yöntemlerden biridir. İkinci bir birey olmadan rassal olarak kromozom üzerinde değişim gerçekleşir(Bkz. Şekil 3.4). Yine problemin yapısına göre mutasyon sonucu oluşan bireyler olabilir bir çözümü ifade etmelidir. Çeşitli mutasyon şekilleri olmakla beraber en basit ifadesiyle kromozomun üzerinde rastgele olarak seçilen bir gen değişmektedir.

Ebeveyn :	1	1	0	0	1	0	1
Çocuk:	1	1	1	0	1	0	1

Şekil 3.4. Mutasyon Operatörü

3.3.5. Genetik algoritmanın parametreleri

Algoritma işletilmeye başlamadan önce belirlenmesi gereken parametrelerdir. Bu parametrelerin uygun seçilmesi genetik algoritmanın problem çözmedeki başarısını belirler.

Çaprazlama olasılığı

Populasyondaki herhangi bir bireyin çaprazlama işlemine tabi tutulması olasılığına çaprazlanma olasılığı denir. Genellikle 0.6 ile 1 arasında bir sayıdır. Küçük bir oran çözüme ulaştırılmasını geciktirirken büyük oranların kullanılması en iyi çözümün gözden kaçırılmasına sebep olabilir.

Mutasyon olasılığı

Populasyondaki herhangi bir bireyin mutasyon işlemine tabi tutulması olasılığına mutasyon olasılığı denir. Mutasyon, çaprazlamaya göre daha az sıklıkla gerçekleşen bir operatördür. Genellikle 0.5' den küçük bir sayıdır.

Populasyon büyüklüğü

Problemin yapısına göre 10 ile 100 arasında belirlenir. Kromozom dizisinin uzun olduğu durumlarda populasyonun büyük olması çözümü güçleştirir. Ancak belli bir büyüklük de aramanın kalitesi açısından gereklidir.

Durma kriteri

Genetik algoritma çözüm bulmaya çalışırken her zaman en iyi çözüme ulaşamayabilir, ancak yine de algoritmanın durması için bir kriter belirlenmelidir. Bu kriter populasyondaki en iyi çözümün sabit bir değere ulaşması, çözüm için belirli bir değere yaklaşılması, belirli bir iterasyon sayısına ulaşılması problemin durma kriteri olabilir.

3.4. Genetik Algoritmanın İşleyişi

GA temelde problemi çözerken tek bir çözüm değil bir çözüm kümesi ile çalışıyor olması ile diğer çözüm algoritmalarından ayrılır. Bu sebeple algoritmanın bir çalışması ile diğeri arasında bulunacak çözümler birbirinden farklı olabilir. Birisi en iyi çözüm olabilirken,

birisi sadece iyiye yakın bir çözüm ifade edebilir. Populasyon dediğimiz bu çözüm kümesi başlangıçta rassal olarak oluşturulur. Populasyonun içindeki bazı bireyler iyi bir çözümü ifade ederken bazıları diğerleri kadar iyi olmayabilir.

Genetik algoritmaların iteratif bir çalışma tarzı vardır. Bir populasyondan diğerine geçilirken daha iyi çözümlerin bulunması hedeflenir. Kromozomlar bir sonraki populasyona geçerken seçim, çaprazlama ve mutasyon operatörleri ile çeşitliliğe uğrar. Temelde yeni bireyler öncekilerden elde edilmekle birlikte, oluşan çeşitlilik ile algoritmanın arama uzayındaki birçok olası çözümü gözden geçirmesi sağlanır. Ayrıca iyi bireylerin seçme kriteri ile populasyonda kalması sağlandığından çözümlerin daha iyiye doğru ilerlemesi sağlanmış olur.

Genetik algoritma ile bulunan çözüm problemin global en iyi çözümü olmayabilir. Ama kabul edilebilir iyi bir çözüm olması beklenir. Mutasyon ve çaprazlamadan dolayı geniş bir arama bölgesini taradığı için yerel bir çözümde tıkanması olasılığı düşüktür. Aynı problem ve aynı genetik algoritma kodlaması için bile algoritmanın içindeki rassal öğelerden ötürü algoritma tekrar çalıştırıldığında tekrar aynı çözüme genellikle ulaşılmaz, bulunan çözüm daha iyi olabileceği gibi daha kötü de olabilir.

3.5. Diğer Çözüm Yaklaşımlarından Farkı

GA'nın probleme çözüm ararken diğer yöntemlerden farklılıkları çeşitlidir. GA bir çözüm ile değil, çözüm kümesi ile çalışır. Olası çözümlerden oluşan bu küme iyi çözümler içerdiği gibi kötü çözümlerde içerebilir. Klasik algoritmalarda, bir noktadan başlanılarak çözüm daha iyiye adım adım götürülür. GA'da daha iyi çözüme gidileceğinin garantisi yoktur.

Çeşitlilik sağlayan genetik operatörler, iyi bireylerin populasyonda kalmasını sağlayacak şekilde seçilen seçme kriteri iyi çözüme ulaşmayı sağlamaya yöneliktir. Buna rağmen ortaldaki bir iterasyonda iyi bir çözüm bulunurken sonlara doğru o çözüm kaybolabilir.

Klasik algoritmalar arama sırasında yerel bir en iyi çözümde takılabilir. Bunun yanı sıra GA'da arama geniş bir çeşitlilik ortamında yapıldığı için bulunan yerel bir çözümden hızla uzaklaşma şansı vardır.

GA'da problemin matematiksel yapısından uzak, çözümün kodlanmış hali üzerinde çalışılır. Türev alma; problemin kesikli veya sürekli bir yapıya sahip olması gibi durumlar algoritmanın yapısını etkilemez. Bilinmesi gereken sadece çözümün kodlanmış hali ve uygunluk fonksiyonunun hesaplanma şeklidir [20].

3.6. Genetik Algoritmaların Genel Uygulama Alanları

Genetik algoritmaların genel uygulama alanları aşağıdaki gibi verilebilir:

3.6.1. Optimizasyon

Bir arama yöntemi olan GA, farklı bilim dallarındaki optimizasyon problemlerini çözmeye kullanılmaktadır. GA'nın uygulandığı optimizasyon problemleri, fonksiyon optimizasyonu ve birleş (combinatorial) optimizasyonu altında toplanabilir. GA araştırmalarının önemli bir bölümü fonksiyon optimizasyonu ile ilgilidir. GA, geleneksel optimizasyon tekniklerine göre zor, süresiz ve gürültü (noisy) içeren fonksiyonları çözmeye daha etkindirler. Gezgin satıcı problemi, araç rotalama problemi, Çinli postacı problemi, iş atölyesi çizelgeleme problemi, atama problemi, yerleşim tasarımı problemi ve sırt çantası problemi birleş optimizasyon problemlerine örnektir.

3.6.2. Otomatik programlama ve bilgi sistemleri

GA'nın yaygın olarak kullanıldığı alanlardan biri, belirli ve özel görevler için gerekli olan bilgisayar programlarını geliştirmedir. Ayrıca, diğer hesaplama gerektiren yapıların tasarımı için de kullanılmaktadır. Bunlara örnek olarak, bilgisayar çipleri tasarımı, ders programı hazırlanması ve ağların çizelgelenmesi verilebilir. GA kullanılarak dağıtılmış bilgisayar ağlarının tasarımı da gerçekleştirilmektedir. Bu problem tipinde ağ güvenilirlik parametrelerini (çap, ortalama uzaklık ve bilgisayar ağ güvenilirliği gibi) optimize etmek için birden fazla amaç fonksiyonu kullanılmaktadır. GA ile 100 düğüme kadar olan ağlar başarıyla tasarlanmıştır. Ağ tasarımında GA'nın kullanılması, tasarım sürelerinin ve maliyetlerinin azalmasında önemli bir katkı sağlamıştır. Özellikle, maksimum miktardaki verinin minimum iletişim hattıyla taşınmasında yüksek bir performans göstermiştir.

3.6.3. Mekanik öğrenme

Mekanik öğrenme; ilki, gözlenmiş bir veri takımını anlamak ve yorumlamak, ikincisi de görülmemiş objelerin özelliklerini tahmin etmek olan iki temel amaç için model kurmayı amaçlar. Parametrik istatistikten ziyade çok büyük veri takımlarının yönetimi üzerinde çalışır. Kullandığı metotların çoğu dağılımdan bağımsız metotlar olarak sınıflanabilir. Uygun model seçimi için işe problem hakkındaki varsayımlarla başlamaz. Onun yerine uygun model yapısını belirlemek için doğrudan mevcut veriden hareketle bir araç kutusu yaklaşımı kullanır.

Sınıflama sistemi, GA'nın mekanik öğrenme alanında bir uygulamasıdır. Basit dizi kurallarını öğrenen bir mekanik öğrenme sistemi olan sınıflama sisteminin kural ve mesaj sistemi, özel bir üretim sistemi olarak adlandırılabilir. Bu üretim sistemi, "eğer-sonra" kural yapısını kullanır. Bir üretim kuralı, "eğer" yapısından sonra belirtilen durum için, "sonra" yapısından sonra gelen faaliyetin gerçekleştirilmesini içerir. GA, sınıflama sistemlerinde kural bulma mekanizması olarak kullanılmaktadırlar. GA ayrıca, sinir ağlarında ve proteinin yapısal analizinde de kullanılmaktadır.

3.6.4. Ekonomik ve sosyal sistem modelleri

Bir sistemi ölçen ampirik olarak gözlenmiş değişkenler arasındaki matematiksel ilişkiyi keşfetme problemi ekonomide en önemli problemlerden biridir. Pratikte gözlenmiş veri gürültü içerebilir ve kapsanan ilişkileri kesin ve açık bir şekilde açıklayacak bir yol bilinmeyebilir. Bu tip problemler, sembolik sistem tanımlama, kara kutu, veri madenciliği ve modelleme problemleri olarak bilinir. Eğer keşfedilen model, sistemin durum değişkenlerinin gelecek değerlerini tahmin etme için kullanılacaksa problem öngörüleme problemi adını alır. Geleneksel doğrusal, kuadratik ve üstsel regresyon modellerinde sapma hataları minimize edilerek fonksiyonlara uygun sayısal katsayılar bulunur. Buradaki yaklaşım, model seçildikten sonra uygun sayısal katsayıların aranmasıdır. Gerçek problem ise verinin değerlendirilmesi için hangi tip modelin uygun olduğunun kararıdır. Keyfi bir matematiksel ilişkiyi açıklamada bilgisayarlar, bu ilişkiyi formüller ve Eşitlikler aracılığı ile açıklamaktan daha esnektir. Bu nedenle, bu tip ilişki açıklamaları için sembolik regresyon kullanılabilir. Sembolik regresyonlar, hem fonksiyon formunu hem de o fonksiyondaki uygun katsayıyı araştırmaktadır. Bunu bulma ise, verilen girdiler için arzu edilen çıktılar üreten özel bir hesaplama programı ile program uzayında arama yapmaya

benzemektedir. GA'nın kullanıldığı genetik programlamayla bu tip problemlere tatmin edici çözümler çok daha kolay getirilebilmektedir. GA yenilik sürecinin modellenmesi amacıyla da kullanılmaktadır. Ayrıca GA'nın, fiyat verme stratejilerinin gelişim süreçlerini ve kazanç getiren pazarların ortaya çıkış süreçlerini modelleme alanlarında da kullanımları oldukça yaygındır. GA, sosyal sistemlerin evrimsel yönlerini anlamak amacıyla kullanılmaktadır. Bunlara örnek olarak işbirliğinin evrimi, iletişimin evrimi ve karıncalardaki iz takibi davranışının evrimi verilmektedir.

3.6.5. İşletmelerdeki uygulama alanları

GA; başta üretim veya işlemler olmak üzere finans ve pazarlama gibi işletmelerin fonksiyonel alanlardaki birçok farklı iş probleminin çözümü için kullanılmaktadır. GA'nın özellikle, kaynak tahsisi, iş atölyesi çizelgelemesi, makine parça gruplaması ve bilgisayar ağ tasarımı gibi çeşitli alanlarda uygulamaları mevcuttur. İşletmelerdeki en yaygın kullanım alanları aşağıdaki gibi verilebilir:

Finans

Finansal modelleme uygulamaları için, GA son derece uygundur. GA amaç fonksiyonu odaklıdır. Finans problemlerinde genel olarak, amaç fonksiyonları tahmin etme gücüne veya bir kıyaslama sonucuna bağlı getirilerdeki gelişmeleri içerir. Kullanılan araç ve problemler arasında mükemmel bir eşleşme mevcuttur. Özellikle hisse senedi fiyatlarındaki değişim kalıplarını tahmin etmede ve bulmada, kaynak tahsisi ve uluslararası sermaye tahsisi stratejilerini belirlemede GA kullanılabilir.

Pazarlama

Pazarlamanın en önemli fonksiyonlarından biri, tüketicilere ait verileri analiz etmek, çeşitli tüketici kalıpları çıkarmak ve bu kalıplara dayanarak pazarlama stratejileri uygulamaktır. Tüketicilerin profilleri çıkarılarak, belirli satın alma kalıpları yakalanabilmektedir. Ancak tüketici profilini çıkarabilmek için, çok büyük veri tabanlarını işletme amaçları doğrultusunda hızlı ve etkin biçimde kullanmak gerekmektedir. Burada kullanılan teknik veri madenciliğidir. Veri madenciliği, çok geniş veritabanlarından veriyi süzme tekniğidir. Pazarı ve tüketiciyi tanımda son derece önemli rol oynayan veri madenciliği, veriyi bilgiye bilgiyi de güvenli kararlara dönüştürür. Veri madenciliğinin verimlilik, karlılık,

müşteri tatmini ve rekabet edebilme yeteneği gibi yaşamsal konularda işletme üzerinde çok önemli etkileri bulunmaktadır. Rekabet edebilme yeteneği karar alma kalitesine bağlıdır ve bundan dolayı işletmeler sürekli karar kalitelerini geliştirmeye çalışırlar. Veri madenciliğinde kullanılan tekniklerden birisi de genetik algoritmadır. GA tabanlı yaklaşım kullanılarak veri yığınlarından modeller elde edilmektedir.

Montaj Hattı Dengeleme Problemi

Montaj işlemi endüstrilerde çok önemli bir rol oynamaktadır. Nof ve arkadaşlarının 1997'de yayınlanan çalışmalara göre üretilen mamullerin montajı, toplam üretim zamanının %50'sine, toplam birim üretim maliyetinin %20'sine ve işçilik maliyetlerinin %30-%50'sine karşılık gelmektedir. Bundan dolayı montaj hattı dengeleme problemi, firmalar açısından yaşamsal öneme sahiptir.

Çizelgeleme Problemi

GA'nın çizelgeleme problemine ilk uygulama çalışması, Davis tarafından 1985 yılında yapılmıştır. 1987'de Liepins ve arkadaşları, belirli teslim tarihleri ve işlem süreleri olan işlerin çizelgelenmesi problemini araştırmışlardır. Genel olarak GA, çizelgeleme problemlerine optima yakın çözüm bulmuşlardır. Fakat çözüm bulma süreleri diğer çözüm yöntemlerine göre oldukça hızlı olmuştur.

Tesis Yerleşim Problemi

Tesis yerleşim problemleri araç-gereçleri veya diğer kaynakları belirli bir kritere göre optimum performans sağlayacak şekilde yerleştirme kararını içermektedir. Bu gibi kararlar, araç ve gereçlerin genellikle farklı ürünleri üretme esnasında kullanılmasından dolayı karmaşık hale gelmektedir. Her ürünün kendine özgü gereksinimleri olabilir ve tüm ürünler için toplam üretim maliyetinin optimum olması sağlanacak şekilde yerleşim tasarlanabilir. Yerleşim kararları hızlı ve doğru verilmelidir. Çünkü kararların zayıflığı üretim esnasında ortaya çıkmakta ve bu da artı maliyetlere yol açmaktadır.

Atama problemleri

Atama Problemi genel olarak, n elemanın, n farklı göreve atanması problemidir. GA'nın atama problemlerine uygulanması konularında, Huntley ve Brown'nun 1991'de,

Nissen'nin 1992'de, Tate ve Smith'in 1995'de, Ahuja, Orlin ve Tiwari'nin 2000'de yayınlanmış çalışmaları mevcuttur. Ayrıca 1996 yılında Chu ve Beasley, minimum maliyetli atamanın hedeflendiği problem için GA'nın kullanıldığı bir çözüm önermiştir. 1995 yılında Zhao, Tsujimura ve Gen'nin yayınlanan makalelerinde, iş istasyonu atama problemi için GA kullanılmıştır.

Hücresel üretim problemi

Hücresel üretim kavramı, üretim sistemlerinin verimliliğini arttırmada anahtar faktörlerden biridir. Hücresel üretim, parça ailelerini belirledikten sonra, her parça ailesini ayrı bir üretim hücresinde imal ederek hücreler arası taşımaları en aza indirmeyi amaçlamaktadır. GA, hücreler arası taşımanın minimum olduğu bir hücre kuruluşu amaçlanmasında kullanılabilir. Bu konuda Tate ve Smith'in, Kamrani ve Parsai'nin yayınlanmış çalışmaları bulunmaktadır. Ayrıca, Joines'in 1996'da yayınlanmış çalışması mevcuttur. Venugopal'ın 1999'daki çalışması, hücresel üretim konusu için uygulanmış çözüm tekniklerinin genel bir değerlendirmesini içermektedir.

Sistem güvenilirliği problemi

Bir sistemin güvenilirliği, belirli koşullar altında belirli bir zaman aralığında sistemin başarılı olarak çalışma olasılığı olarak tanımlanmaktadır. Çoğu sistem, çeşitli işlemlerde kritik bir role sahiptir ve eğer sistemde arıza olursa sonuçları oldukça ciddi olmaktadır. Bu alanda optimizasyon, etkisiz parçaların sisteme en iyi şekilde tahsis edilebilme veya yararlanabilme yolunu bulmayı içermektedir. Parçalara, güvenilirliklerinin etkin olarak ölçülebilmesi için olasılıklar atanmaktadır.

Taşıma problemi

Tedarikçilerden tüketicilere, talebi karşılamak üzere, minimum maliyetle tek tipte mamul gönderilmesini içermektedir. M tane tedarikçi ve n tane de tüketici mevcuttur. Tek tedarikçiden her bir tüketiciye bir birim mamul ulaştırma maliyeti bilinmektedir. Problem, tüm talebin karşılanması ve maliyet minimizasyonu şartıyla mamulün arz yerinden talep yerine optimum tahsisini sağlamaktır. Son zamanlarda, çeşitli taşıma problemlerinin çözümü için evrimsel (evolutionary) yaklaşımlarla çözüm önerileri sunulmaktadır. Michalewicz ve arkadaşları, doğrusal ve doğrusal olmayan taşıma problemleri için GA

kullanımını ilk öneren araştırmacılarıdır. Ayrıca, Gen ve Li de GA'yı taşıma problemlerinin çözümü için kullanmışlardır.

Gezgin satıcı problemi

GA'nın, birleşik optimizasyon problemlerine uygulamaları ile ilgili çeşitli çalışmalar mevcuttur. En yoğun yapılan çalışmalardan biri de gezgin satıcı problemleri için yapılmaktadır. Gezgin satıcı probleminde amaç, kat edilen toplam mesafeyi minimize eden bir yolculuk planı oluşturmaktır. Birçok problem tipi gezgin satıcı problemi gibi modellenebilmektedir. Bunlara örnek olarak; devre tasarımı, posta taşıyıcılarının, havayolu uçaklarının, okul otobüslerinin rotalarının bulunması verilebilir.

Gezgin satıcı probleminin bir özelliği de değişken sayısı arttıkça üstsel artış gösteren zaman ihtiyacı içinde çözüme ulaştırılabilmesidir. Bu durum bir örnekle şöyle açıklanabilir; bir satış görevlisinin ziyaret etmek durumunda olduğu n tane şehir olsun. Burada tüm şehirler arasındaki maksimum izlenecek rota sayısı $(n-1)!$ 'dir. Tüm mümkün rotaları basitçe inceleyen ve en kısa olan rotayı bulan bir algoritma kullanılır. Fakat şehir sayısı arttıkça algoritmanın hesaplama için gereksinim duyduğu zaman daha da büyük bir oranda artmaktadır. Ziyaret edilmesi gereken şehir varsa, algoritmanın inceleyeceği rota sayısı $24!$ 'dir. Bu da yaklaşık $6,2 \times 10^{23}$ sayısına karşılık gelmektedir. Saniyede bir milyon rota inceleme kapasitesine sahip bir bilgisayar, bu problemi, $6,2 \times 10^{17}$ saniyede yani, $1,96 \times 10^{10}$ yılda çözebilmektedir. Herhangi bir problem için kullanılan algoritmanın en yaygın performans ölçütü, algoritmanın çözüme ulaşma süresidir. Gezgin satıcı gibi değişken sayısı arttıkça çözüm zamanı üstsel olarak artan problemlerde bu daha da önemlidir. GA, birleşik optimizasyon problemlerini klasik yöntemlere göre çok daha kısa sürede çözmektedir. Sonuçta optimale yakın ve kabul edilebilir bir çözüm bulunmaktadır.

Araç rotalama problemi

Birleşik optimizasyon problemlerine örnek teşkil etmektedir. Temel araç rotalama problemi, talebi belirli olan müşterileri kapsar. Tek bir depodan araçlar ayrılmakta ve müşteri taleplerini karşılayarak tekrar depoya dönmektedir. Her aracın kapasite kısıtı vardır. Bu temel probleme ayrıca, her aracın alacağı yol da mesafe kısıtı olarak eklenebilir. Her bir müşterinin talebini yalnızca bir araç karşılamaktadır. Problem, bu kısıtlar altında minimum toplam maliyeti veren rotaları bulmaktır. Daha karmaşık bir araç rotalama

problemi olan zaman pencereli rotalama probleminde ise amaç müşteri talebini belirli zaman aralıkları içerisinde minimum toplam maliyetle karşılamaktır. GA, özellikle zaman pencereli araç rotalama problemlerinin çözümü için kullanılmaktadır.

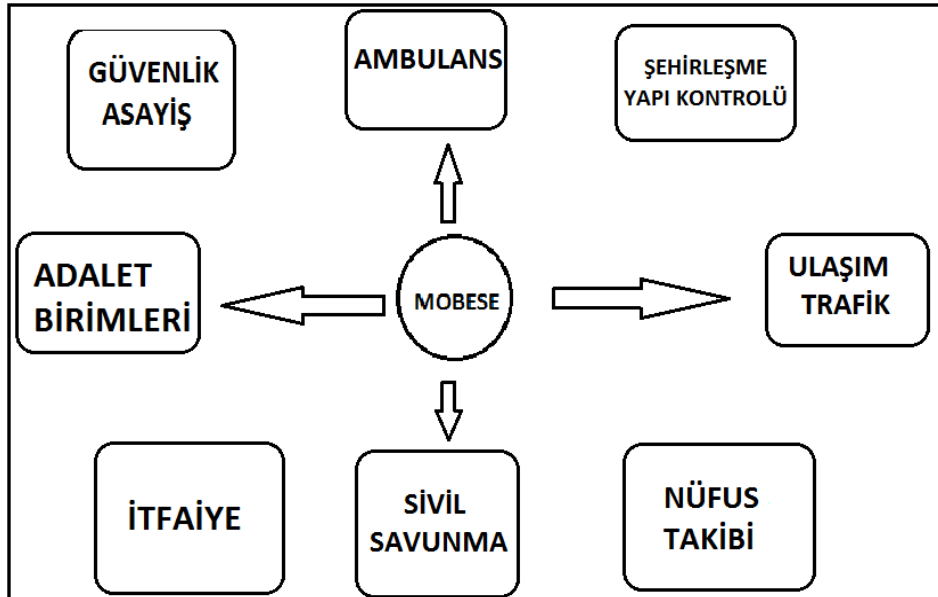
Minimum yayılan ağaç problemi

Grafik teorisinde klasik bir problemdir. Coğrafi bir alanda dağılmış çeşitli şehirler arasında fiber-optik kablo döşeme problemi bu tip problemler için uygun örneklerden birisidir. Her şehir arasında kablo döşeme maliyeti bilinmektedir. Problemin amacı, tüm şehirleri fiber-optik kablo ağına bağlayan yerleşimi en düşük maliyetle bulabilmektir. GA'yı minimum yayılan ağaç problemini çözmek için kullanırken önemli olan nokta, ağacın nasıl kodlanacağıdır. Kodlama; kenar kodlaması, vertis kodlaması veya her iki kodlamanın birleşimi kullanılarak yapılabilmektedir. GA'nın etkin sonuç verebilmesi için kodlamanın doğru şekilde yapılması gerekmektedir. Kodlama planında, tüm ağaçlar temsil edilebilmeli ve her ağaç aynı sayıda kodlanmalıdır.

4. GENETİK ALGORİTMA İLE ANKARA İLİNDE MOBESE (KENT GÜVENLİK YÖNETİM SİSTEMİ) YERLEŞTİRME OPTİMİZASYONUN MODELLENMESİ

Kamu kurumlarına veya özel sektöre ait tesis ve sistemlerin planlanma ve kuruluş aşamasında bazı kriterleri dikkate almayı gerektiren bir yerleşim sorunu ile ilgili bir çalışma yapılması zorunluluk haline gelmektedir. Sistemden en verimli şekilde faydalanmak için yerleşim yerlerinin belirlenmesi önemli bir konudur.

Sistem yerleşim yeri seçimi kararı özellikle kamu kuruluşları için stratejik planlamada kritik bir öneme sahiptir. Bir sistemde yeni bir yerleşim noktası seçerken, bir şehir plancısı gibi düşünmek gerekmektedir. Yerleştirme problemleri ile ilgili daha önce yapılan çalışmalar çözüm noktasında önemli birer basamak ifade etmektedir. Bu çalışmadan sonra yerleştirme probleminin çözümüne yönelik olarak daha farklı bir çözüm geliştirilmiş olacaktır. Özellikle de MOBESE yerleşim modeli ile kamu sektöründe kaynakların en verimli şekilde kullanılarak çok sayıda ünitenin bir arada çalışması ile kapsamlı bir hizmet ağı oluşturulmuş ve geliştirilen farklı model Şekil 4.1’de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. İl yönetim modeli ve MOBESE

Şehir yönetimi söz konusu olduğunda, salt güvenlik ve afet yönetimi sisteminden bahsetmek mümkün değildir. Şehir yönetim sistemi yaklaşımı dünyadaki örneklerine bakıldığında yaklaşık 60 kadar birbirinden bağımsız ancak; birbiri ile entegre çalışması

gereken alt hizmet birimlerinden oluşmaktadır. Bu nedenle sistemde günlük faaliyetler ve acil durum faaliyetleri aynı anda yönetilebilmelidir [5].

Bu çalışma daha önce kurulmuş olan ve halen kullanılmakta olan Ankara KGYS'ye ek olarak projenin gerçekleşmesine bağlı olarak sağlanacak katkılar şöyle özetlenebilir;

- Şehrin değişen demografik yapısını takip etmek amacıyla değişen nüfus yoğunluğu verilerine göre yeni alanların izlenmesi,
- Elde edilen bilgiler doğrultusunda oluşturulmuş kriterler sayesinde sistemin daha etkin ve faydalı hale getirilmesi,
- Sistemin işlevsel olarak özellikleri artırılırken diğer taraftan daha geniş alanlara uygulanmasını sağlamak,
- Alt yapı sistemlerinin güncel olarak yenilenmesi (Şehrin belirli bölgelerinde fiber optik kablolar ile belirli bölgelerinde RF modülasyonu ile bazı sistemlerde ise IP çözümler üreterek bilgi iletiminin sağlanması),
- Optimum çözümü bularak fayda-maliyet dengesinin sağlanması,
- Sistemin gelişime açık hale getirilmesi ve güncel verilerin işlenmesi,
- İnsan kaynakları noktasında idareye yardımcı olmak,
- Yerleşim bölgelerinde sistem verilerine dayanan istatistiklerin kullanılmasını sağlanacak bilgilerin tutulmasını sağlamak,
- Bilişim teknolojilerinden yararlanarak e-devlet bileşenleriyle tam entegre ve refleksi yönetim modeli oluşturmak ve e-devlet kapsamında da hizmet sunmak,
- Güvenlik birimlerine katkı sağlamak,
- Yerel yönetimlerce yapılacak düzenlemelerin planlanmasında etkin rol almak,
- Olağanüstü durumlarda kaynaklar merkezden yönetmek, sivil savunma, ambulans, itfaiye gibi hizmetlerin etkin ve verimli bir şekilde verilmesini sağlamak,
- Yapı ve inşaat kontrolü konusunda idareye yardımcı olmak,
- Orman vb. bölgelerde yangın tehlikesine karşı yardımcı olmak,
- Ulaştırma hizmetlerinin yer ve zaman kavramlarını kullanarak etkin bir şekilde verilmesini sağlamak,

- Otomasyon katkısı ile KGYS'nin analiz gücü sayesinde insana dayalı hataları minimum seviyeye düşürmek,
- Kentin asayiş ve güvenliğine katkı sağlamak,
- Kritik bölge ve tesislerin güvenliği artırmak,
- Trafik akış ve yoğunluğu izlenerek, problemler mümkün olduğunca otomatik olarak algılanarak gerekli tedbirlerin alınması sağlamak,
- Görüntüler tam/yarı otomatik olarak değerlendirilerek tedbirlere karşı hızlı ve etkin tedbirler geliştirmek,
- Geriye dönük kayıtlar araştırılarak hukuki deliller temin etmek,
- Olası bir doğal afet vb. durumlarda erişebilir tüm kaynaklar ile hızlı, etkin ve doğru müdahalede bulunmak,
- Ekip, araç, iletişim ortamı gibi kaynakları verimli ve etkin maliyetle kullanmak,
- Kullanımı eksiksiz bir şekilde kayıt altına almak,
- 112, 155, 156 gibi sistemlere gelen taleplerin hızlı ve etkin bir biçimde değerlendirilerek olay yerine sevk edilen ekiplere sürekli güncel bilgi akışı sağlamak,
- Merkez ile sahada görev yapan ekipler arasında doğru ve güncel bilgi akışı kurmak,
- Su, elektrik ve kanalizasyon sistemleri hakkında bilgi alınmasına katkı sağlamak,
- Diğer kamu kurum ve servisleriyle entegrasyon kurmak.

Kent Yönetim Sistemi yaklaşımı, kent yönetiminin e-Devlet bileşenlerine entegrasyonunu içermektedir. Bu sayede sistem, kurumların birbirleri ile haberleşerek temel işlevlerini etkin bir şekilde yerine getirmesini sağlayacaktır. Bu sistem sayesinde şehir, merkezi veri paylaşımı mimarisi ile çalışan bir yönetim sistemi aracılığı ile tüm kaynaklardan haberdar olarak yönetilebilecektir. Bu fonksiyonlar, CBS desteği ile şehrin kaynaklarının doğru ve etkin bir şekilde kullanılmasını sağlayacaktır. Bilgi teknolojileri projeleri 4 unsurdan oluşmaktadır. Bunlar; yazılım, iletişim ortamı, donanım ile işletme-idamedir. Ankara KGYS, bu unsurları bünyesinde bulunduran bir proje olup; komuta kontrol fonksiyonları, altyapı-iletişim, kamera ve sensör entegrasyonu ile güvenlik uygulamalarından oluşmaktadır [5].

Bir sistemi oluştururken tamamen fonksiyonları tanımlayan ve teknolojik gelişmelerden projenin son gününe kadar destek alacak tarzda proje yönetimi sürecini tanımlayan; bu sayede kurulduğu günden itibaren eskimeye başlayan değil, gelecekte de oluşacak gelişmelere kolay entegre olabilecek bir sistem olarak tasarlanmasına dikkat edilmelidir.

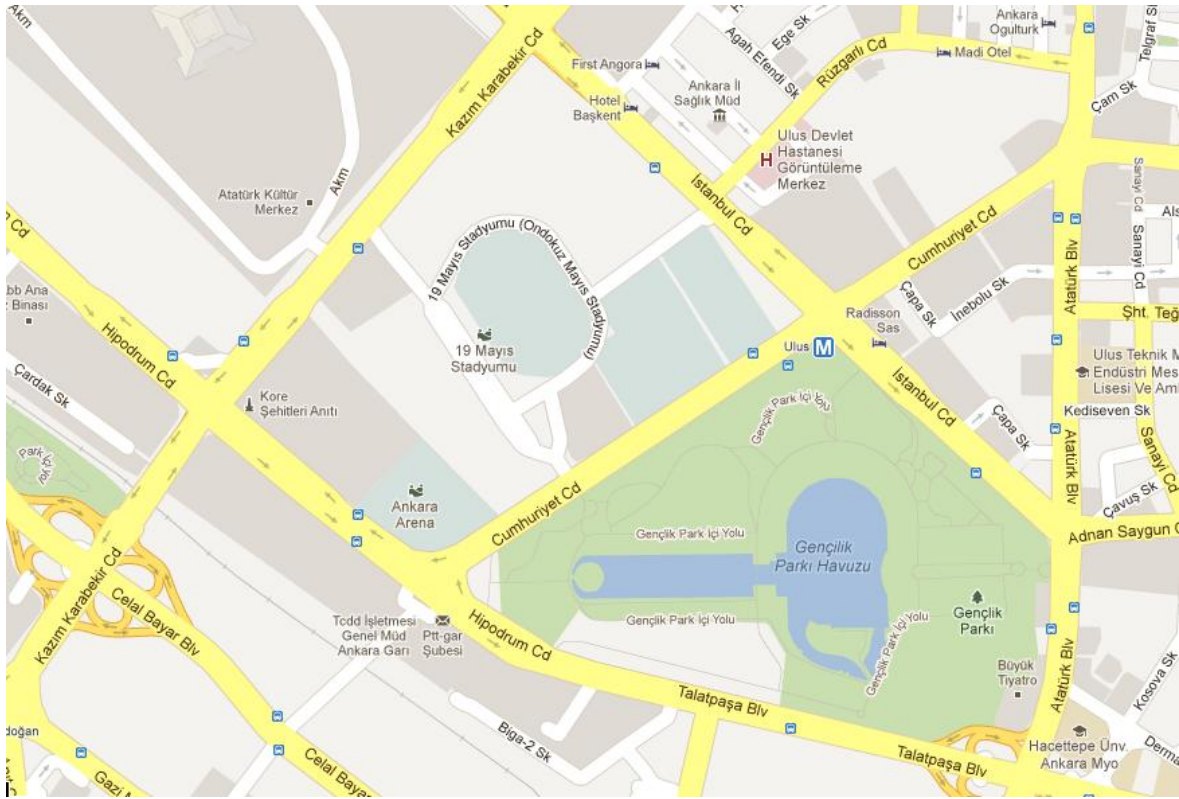
MOBESE ve yerleşim problemleri üzerine literatürde bazı çalışmalar yapılmıştır ancak bu çalışmalar mevcut MOBESE yaklaşımı üzerine bilgi vermek, MOBESE' nin sosyal açıdan incelenmesi ve güvenlik alanında MOBESE' nin etkilerini incelemekle sınırlı kalmıştır. Bu çalışmada ise MOBESE teknik açıdan incelenmiş, yerleşim problemi sorun olarak algılanmış ve bilimsel bir metot olan GA kullanarak yerleşim noktalarına ait özelliklere göre optimal yerleşim planı bulunmasına yönelik çalışılmıştır. Bu çalışmayı şimdiye kadar yapılan çalışmalardan ayıran temel özellik MOBESE' nin mevcut özelliklerini incelemekle beraber daha önce denenmemiş bir şekilde farklı özellikler ekleyerek optimal yerleşim sağlanmasıdır. Özelde Ankara ilindeki KGYS incelenmiş olup, bu çalışma ile benzer yerleşim bölgelerinde çalışma yapabilme esnekliğine sahiptir.

MOBESE, insan sağlığı, huzur ve güvenliği ile doğrudan ilişkili olduğu için üzerinde önemle durulan bir sistemdir. Bu sistemin ülkemizde yaklaşık on yıllık bir tarihi olsa da etkinliğini ölçmek ve artırmak, verimliliği ve hizmet kalitesini geliştirmek amaçlı literatürde artan miktarda çalışma yapılmaktadır. Bu duruma paralel olarak izleme ve gözetleme hizmetlerinin tasarım ve uygulama sahasında gerek akademik dünyada gerekse şehir yöneticileri tarafından verilen önem giderek artmaktadır. Yapılan çok yönlü çalışmalarla bu hizmetlerin daha etkin kılınmış olması, amaca yönelik hizmet verilebilmesi ve zamanla daha iyi donanım ve ekipmanlar kullanılabilmesine rağmen bütçe sorunları, kurulum maliyetlerinin azaltılması, kaynakların doğru kullanılması ve işgücü planlaması gibi problemler konuya olan ilgiyi canlı tutmuş ve daha ileri araştırmaların yapılmasına yol açmıştır. Unutulmamalıdır ki, amacı net ve doğru bir şekilde belirlenmiş MOBESE herhangi bir yerleşim bölgesinde, güvenlik ve asayiş çalışmalarında, olası bir tabii afet durumunda ve benzer durumlarda sağladığı fayda ile sistem maliyetinin çok üzerinde bir katma değer ve yarar sağlayacaktır.

Çalışma, Ankara ili bünyesinde faaliyet göstermekte olan KGYS donanımlarının şehir merkezindeki yerleşiminin GA kullanılarak belirlenmesi üzerine yapılmıştır.

Ankara'da KGYS'nin 2009 yılında ihalesi gerçekleştirilmiş ve bu kapsamda 848 kamera ile 15 Eylül 2010 tarihinde hizmete girmiştir. Sistem, şu an 513 noktaya yerleştirilmiş 1400 kamera ile hizmet vermektedir. KGYS kapsamında ana kontrol ve komuta binası da mevcut bulunmaktadır [8].

Harita 4.1'de gösterildiği üzere Ankara'nın en yoğun bölgelerinde olan Ulus bölgesinde mevcut bulunan KGYS yerleşim planı görülmektedir. Bu bölge yerleşim işleminde kriterlerin her birini sağlamakta ve kamera ve diğer destek donanımlarının yerleşimi için çok fazla uygunluk göstermektedir. Mevcut yerleşim planında bölgede 11 ayrı noktada sistem parça ve donanımları bulunmaktadır. Bu 11 noktada, sabit ve hareketli kameralar olmak üzere güvenlik kamerası, kırmızı ışık ihlal kameraları ve hız ihlal kameraları olmak üzere 58 adet kamera yerleşimi yapılmıştır.



Harita 4.1. Ulus bölgesi muhtemel KGYS yerleşimi planı

MOBESE, asayiş ve güvenlik hizmetleri, trafik akış ve yoğunluk kontrolü, kural ihlali tespiti, büyük alanların izlenmesi ve bunlarla birlikte birçok açıdan fayda sağlamak amacıyla kurulan bir sistemdir. Sistem şehrin uygun noktalarına yerleştirilen kameralar ve bu kameralardan gelen bilgiyi görüntüleme, değerlendirme, sorgulama ve kaydetme

işlevini yürüten merkezden oluşmaktadır. Sistemin hem ülkemizde yeni olması itibariyle hem de uygulama açısından çok fazla bilimsel metotlardan faydalanılmaması sebebiyle bilimsel veriler, ölçümler ve tahminlerden çok gelişigüzel bir kurulum yöntemi takip edilmiştir.

Çalışmada kameraların kurulacağı yerin belirlenmesinde aşağıdaki kriterler öncelikli olarak göz önünde bulundurulmalıdır:

- Kurulum yapılması planlanan bölgenin nüfus yoğunluğunun belirlenen sınırdan fazla olması,
- Bölgenin taşıt trafiğinin belirlenen birimden fazla olması,
- Şehrin giriş-çıkış olarak tabir edilen noktalarında olması,
- Cadde, bulvar, büyük alan veya meydan ve kavşak noktalarında olması,
- Çevre güvenliği alınması gereken kamu binası veya özel mülkiyetlerin bulunması,
- Sistemin yerleşimi sırasında bölgede bulunan alt yapı imkanlarının temini,
- Bölgenin ağırlık katsayısı,
- Kırmızı ışık ihlali kontrol noktası olması,
- Hız ihlali kontrol noktası

Bu proje, farklı tipteki alanlara (Cadde, bulvar, alan, kavşak, şehir giriş-çıkış noktası ve çevre güvenliği alınması gereken bina-kritik öneme sahip kamu veya özel mülkiyetler) MOBESE kamerası yerleşim koordinasyonunu içerir. Yerleştirme, alan için belirlenmiş kamera sayısı, cadde, bulvar, alan, kavşak, giriş-çıkış noktası ve çevre güvenliği alınması gereken bina sayısına göre değişmektedir.

Bu çalışmada ele alınan sistem, yerleşim noktalarının gerektirdiği sayıda kameradan oluşan MOBESE yerleşimine yönelik örnek bir uygulamadır. Kamera sayısının programın uygulandığı alanın özelliklerine bağlı olarak değişim göstermesi doğaldır. Kamera sayısı ve uygulama alanının büyüklüğü probleminin çözümünü daha karmaşık hale getirecek ve çözüm daha fazla zaman alacaktır. Uygulama için sistemin kurulması gereken alanda kriterleri sağlayan çok sayıda aday yerleşim noktası tespit edilmiştir ve bu noktalardan hangilerine yerleşim yapılacağı program tarafından belirlenecektir. Her bir nokta kendine özgü nüfus yoğunluğu, trafik yoğunluğu, giriş-çıkış noktası olması, bulvar, cadde, alan ve kavşak olması, bina güvenliği gerektirmesi gibi özellikler taşımaktadır. Yapılan çalışma,

bu kriterleri göz önünde bulundurarak söz konusu alanda bir yerleşim planı oluşturulması görevini yerine getirecektir.

-Bu çalışmada ele alınan her bir nokta şehirde seçilen ve kamera yerleştirilmesi gereken olası merkezlerdir. Bir merkeze fayda-maliyet ilişkisi açısından değerlendirilerek kamera kurulumu yapılacaktır. Belirlenen aday noktalardan sadece kriterleri sağlayan noktalara sistem kurulumu yapılabilecektir.

- Noktalar nüfus yoğunluğu bilgilerine sahip olacak şekilde sırayla yukarıdan aşağıya doğru yazılmıştır. Her bir noktaya ait nüfus yoğunluğu bilgileri değerlendirilmek üzere tabloda verilmiştir. Kamera yerleşimi yapılırken nüfus yoğunluğu göz önünde bulundurularak yerleştirme işlemi yapılacaktır.

- Her bir noktaya ait trafik yoğunluk bilgileri tabloda yer almaktadır. Kamera yerleşimi yapılırken o alanda tespit edilen miktarlar arasında bulunan trafik yoğunluğu da dikkate alınmak zorundadır.

- Çalışmada noktalar için ayrıca özellikler belirlenmiştir. Hangi noktada giriş-çıkış noktası, bulvar, cadde, alan ve kavşak olduğu ve bina güvenliği alınması gerektiği belirlenmiştir. Yerleştirme yapılırken eğer o noktada giriş-çıkış noktası, bulvar, cadde, alan, kavşak ve bina güvenliği gerektiren bir yer varsa öncelikle o noktaya kamera yerleşimi yapılmalıdır. Aksi halde kamera yerleşimi uygunluk sıralamasıyla yapılmalıdır.

4.1. Genetik Algoritma Metodu Kullanılarak Ankara İli MOBESE Yerleşim Planı Çıkarılması

Çalışmada Ankara il merkezindeki KGYS yerleşim planı irdelenmiştir. İl merkezinde kamera kurulumu temel olarak şu amaçlar doğrultusunda yürütülmektedir:

1. Şehrin idarece belirtilen giriş - çıkış noktalarına plaka tanıma amaçlı kamera sistemlerinin tesisi,
2. Asayiş, trafik ve güvenlik hizmetlerine katkı amaçlı kavşak, meydan ve toplumsal gösteri alanlarının izlenmesi, kontrolü ve gerekli ek tedbirlerin alınması amacıyla kamera sistemlerinin tesisi,
3. Ana Merkez ve tali merkezler, izleme ve değerlendirme noktaları ve toplama noktalarının oluşturulması,
4. Ek hizmet ve merkez binalarının çevre güvenlik ve nezarethane kamera görüntülerinin izlenmesi ve görüntülerin kaydedilmesi,

5. Ana İzleme Merkezinde tesis edilecek görüntü izleme ve değerlendirme sistemleri ile plaka tanıma, aşırı hız tespiti ve çalıntı araç tespiti,
6. Polise olan güvenin teknolojiyi de kullanarak en üst seviyeye çıkarılması “Delilden Sanığa Gitme” teorisinin sağlamlaştırılması tüm verilerin dijital ortamda kayıt altına alınarak saklanması eldeki verilerden en seri şekilde faydalanılması insan hakları açısından iç denetimin artırılması için istatistiki bilgilerin seri ve kolayca alınabilmesi.

Çalışmada CBS uygulamalarından faydalanılmıştır. Şehir merkezinde potansiyel yerleşim yerlerinin belirlenmesi için mahalle idari bölümlendirilmesi dikkate alınmıştır. Şehir merkezinde 6 merkez ilçe (Altındağ, Çankaya, Keçiören, Mamak, Etimesgut, Yenimahalle) bulunmaktadır ve bu ilçelerin sınırları içerisinde uygulama yapılacaktır. Potansiyel yerleşim yerlerinin tespiti için belirtilen kısıtlar, kameraların izleme etkinliği, bölge içerisindeki konumu, önemli noktalara uzaklığı, kamera için yer bulma durumu gibi faktörler dikkate alınarak birer aday yerleşim noktası potansiyel kurulum noktası olarak belirlenmiştir.

4.2. Varsayımlar ve Oluşturulan Model

Çalışmanın sonuçlandırılabilmesi için gerek duyulan varsayımlar aşağıda sıralanmaktadır:

- Her bir kamera yerleşimi için bir aday nokta belirlenmiştir ve her bir noktaya yalnızca bir kamera yerleşimi yapılacaktır.
- Her bir noktaya yerleştirme yapılabilmesi için kriterler göz önünde bulundurulacaktır.
- Yerleştirme işlemi için tüm noktaların her bir kriteri ağırlıklarına göre değerlendirilecektir. Fakat öncelikle kriter ağırlıklarıyla beraber tüm kriterleri de sağlamış olmasına dikkat edilecektir. Daha sonra kriter ağırlıklarına göre bir değerlendirme yapılacaktır.
- Sistemin yerleştirme yaptığı noktalar uygunluk değerleriyle beraber sıralanacaktır.
- Sistemin yerleştirme işlemlerinde bölgede bulunan alt yapı imkanları göz önünde bulundurulacaktır.
- Yerleştirme işleminin sonunda tüm noktalara kurulum yapılması zorunlu olmamakla beraber yalnızca programın izin verdiği noktalarda yerleşim yapılacaktır.

4.3. Genetik Algoritmanın Temel Uygulama Adımları

4.3.1. Populasyonun oluşturulması

Problemin gen yapısı tamsayı değerli kromozom olarak tanımlanmıştır. Sistem bileşeni yerleşiminde kullanılacak bir yerleşim noktası için;

Nüfus yoğunluğu bilgisi 'ny',

Trafik yoğunluğu bilgisi 'ty',

Giriş-çıkış bilgisi 'gc',

Yol durum(Bulvar-cadde-alan-kavşak) bilgisi 'ydb'

Çevre (Bina) güvenlik bilgisi 'bg',

Alt yapı bilgisi 'ayb',

Bölge ağırlık katsayısı 'ak',

Kırmızı ışık ihlal nokta bilgisi 'kb',

Hız sınırı ihlal bilgisi 'hb'

olarak ifade edilirse 9 adet bilgiden oluşan bir problemde kameraların pozisyon bilgisi; [ng, ty, gc, bcka, bg, ayb, ak, kb, hb] şeklinde ifade edilir.

Çizelge 4.1. Örnek kromozom yapısı

[ng , ty , gc , bcka , bg , ayb , ak , kb , hb]
[65 , 6 , 0 , 1 , 0 , 1 , 25 , 1 , 0]

Çizelge 4.1'de örnek bir kromozom yapısı görülmektedir. Bu kromozom yapısındaki çözümde 1 adet kameranın konum bilgisine ait veriler gösterilmektedir. Kamera için nüfus yoğunluğu bilgisi 65, trafik yoğunluğu bilgisi 6, giriş- çıkış bilgisi 0 yani bulunmamakta, bulvar-cadde-alan-kavşak bilgisi 1 yani bulunmakta ve bina güvenliği bilgisi 0 yani bulunmamakta, alt yapı imkanı 1 yani bulunmakta, bölgenin ağırlık katsayısı 25, kırmızı ışık ihlal noktası 1 yani mevcut olduğu ve hız ihlali bilgisi 0 yani mevcut değil şeklinde ifade edilmiştir.

4.3.2. Uygunluk fonksiyonu

Populasyondaki her x kromozomu için $f(x)$ uygunluk değeri hesaplanır ve değerlendirilir. Uygunluk fonksiyonu mevcut problemin doğasına bağlıdır. Her kromozomun uygunluğu değerlendirildikten sonra populasyon derecelendirilir. Bir çözümün uygunluk değeri ne kadar yüksekse, yaşama ve çoğalma şansı o kadar fazladır ve bir sonraki kuşakta temsil edilme oranı da o kadar yüksektir [22].

Değerlendirme fonksiyonu şu şekilde çalışır. Öncelikle tüm dosyalarda yer alan ağırlık değerleri sırası geldiği zaman toplanır. Bu değerler ne kadar yüksek ise kromozom o derecede değerli olur ve seçilme şansı yükselir. İkinci olarak nüfus yoğunluğu, taşıt yoğunluğu, giriş-çıkış noktası, bulvar, cadde, alan, kavşak, bina güvenliği ve diğer bilgilere göre konumlandırılan sistem bileşenlerinin, aynı noktada yerleşim işleminin tekrar etmesini önlemek için kontrol edilir.

Değerlendirme fonksiyonunu doğrudan etkileyen unsurlar aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

1. Bilgi dosyalarının ağırlıkların durumu
 - a. Nüfus yoğunluğu.Dat bilgi dosyasındaki uygulama noktalarının ağırlıkları (nya)
 - b. Trafik yoğunluğu.Dat bilgi dosyasındaki uygulama noktalarının ağırlığı (tya)
 - c. Giriş-çıkış_noktası.Dat bilgi dosyasındaki her bir uygulama noktasının ağırlıkları (gcna)
 - d. Bulvar_cadde_alan_kavşak_noktası.Dat bilgi dosyasındaki her bir uygulama noktasının tercih ağırlıkları (bckaa)
 - e. Bina_guvenligi.Dat bilgi dosyasındaki her bir uygulama noktasının tercih ağırlıkları (bga)
 - f. Alt_yapı_bilgisi.Datbilgi dosyasındaki her bir uygulama noktasının tercih ağırlıkları (ayb)
 - g. Bölgenin_ağırlık_katsayısı.Datbilgi dosyasındaki her bir uygulama noktasının tercih ağırlıkları (ak)
 - h. Kırmızı_ışık_ihlal_nokta_bilgisibilgi dosyasındaki her bir uygulama noktasının tercih ağırlıkları (kb),
 - i. Hız_sınırı_ihlal_bilgisibilgi dosyasındaki her bir uygulama noktasının tercih ağırlıkları (hb).

2. Bir uygulama noktasında aynı anda sadece bir kamera sisteminin olup olmadığı (kameraların çakışması durumu) (kç)

Yukarıda ifade edilen unsurlar dikkate alınarak değerlendirme fonksiyonunun algoritmik ifadesi aşağıdaki gibi yazılabilir:

1. Kamera sistemlerini satır satır nüfus yoğunluğu, trafik yoğunluğu, giriş-çıkış noktası, bulvar-cadde-alan-kavşak, bina güvenliği ve diğer bilgilere göre uygulama alanlarına yerleştir. Uygulama alanları ve kamera sistemleri eşleştirilerek yerleştirme işlemi tamamlanmış ise 2. Adıma geç.
2. 1. Adımdaki, trafik yoğunluğu, giriş-çıkış noktası, bulvar-cadde-alan-kavşak, bina güvenliği bilgilerine bağlı kalınarak yapılan yerleştirme işlemini bunların ağırlığına göre yap. Bu unsurların ağırlığı mevcut olanların ağırlıklarını, sırası geldiğinde, toplam uygunluğa ekle.
3. Uygulama alanları arasında bir çakışma işlemleri başa al ve tekrar et.
4. Bu şekilde elde edilen toplam uygunluk değerini, nihai en iyi uygunluğu (optimum uygunluk) bulmak için 100 sayısına böl.

O halde yukarıdaki adımlar incelendiğinde belirli bir uygunluk değerine erişmek için öncelikle 2. Adıma geçilmesi gerektiği görülecektir. Bu adımdan sonra fonksiyon artık bilgi dosyalarındaki ağırlıklara göre bir değer alacaktır. Uygunluk değerinin alabileceği değeri daha iyi anlayabilmek için aşağıdaki eşitliği yazmak yanlış olmayacaktır.

$$F = \sum_i^n f(x_i) / 100 \quad (4.1)$$

Burada;

$f(x_i)$: Kromozomdaki her bir genin değeri

F : Populasyondaki her bir kromozom için hesaplanan uygunluk değeri

n : Kromozomdaki gen sayısı

Eşitlik 4.1'e dikkat edildiğinde her bir ağırlığın ne derece önemli olduğu ve uygunluk değerini nasıl etkilediği daha iyi anlaşılmaktadır. Bu yüzden program dosyaları hazırlanırken bunların her biri tek tek göz önünde bulundurulmalıdır.

4.3.3. Kontrol parametrelerinin belirlenmesi

GA'nın kontrol parametreleri; çaprazlama oranı, mutasyon oranı, populasyon büyüklüğü, seçim, kodlama (encoding), çaprazlama ve mutasyon tipi gibi genel parametrelerdir. Çaprazlama oranı yüksek olmalıdır. Buna karşılık mutasyon oranı çok düşük olmalıdır [22].

Klasik GA'da uygun kontrol parametre setinin belirlenmesi için De Jong (1975), Grefenstette (1987) ve Schaffer ve arkadaşları (1989) tarafından çeşitli çalışmalar yapılmıştır [24].

Çizelge 4.2. Genetik algoritma için belirlenen kontrol parametreleri değerleri [15]

Kontrol Parametreleri	De Jong	Shaffer	Grefenstette
Populasyon büyüklüğü	50-100	20-30	30
Çaprazlama oranı	0,6	0,75-0,95	0,95
Mutasyon oranı	0,001	0,005-0,01	0,01

Bu çalışmada, populasyon büyüklüğü, çaprazlama ve mutasyon oranı için Shaffer ve arkadaşları (1989) tarafından tanımlanan değerler dikkate alınmıştır (Bkz. Çizelge 4.2). Bunlar; populasyon büyüklüğü; 20, çaprazlama oranı; 0,75, mutasyon oranı; 0,05, durma kriteri:100'dür.

4.3.4. Başlangıç populasyonunun belirlenmesi ve yeni populasyonlar üretilmesi

Başlangıç populasyonu olarak ilk sıradaki konum bilgilerini içeren genlerin oluşturduğu kromozom yapısı baz alınmaktadır. Başlangıç populasyonundaki her birey için uygunluk fonksiyonu değeri hesaplanır.

Yeni populasyonlar aşağıdaki adımlar izlenerek üretilir:

Seçim

Rulet çarkı yöntemi kullanılarak seçim stratejisi uygulanır. Bunu için ilk olarak populasyonun uygunluk değerlerini toplamak gerekir. Uygunluk değerlerinin toplamı Eşitlik 4.2 ile bulunur:

$$K = \sum_{i=1}^0 f(k_i) \quad (4.2)$$

Daha sonra Eşitlik 4.3 ile her bir bireye ait seçilme olasılığı belirlenir ve aralıkları tespit edilir.

$$p(x_i) = \frac{f(k_i)}{K} \quad (4.3)$$

Burada;

K :Populasyonda bulunan tüm kromozomların uygunluk değerleri toplamı,

$p(x_i)$:Populasyonunun x 'nci bireyin seçilme olasılığı,

$f(x_i)$: Populasyondaki x 'nci bireyin uygunluk değeri

Seçilme olasılıkları belirlendikten sonra rulet çarkı her çevrildiğinde hangi aralığa rast geliyor ise o birey seçilir.

Çaprazlama

Bu çalışmada konuma dayalı ve tek kesimli çaprazlama operatörü kullanılacaktır. Bu yöntem ile tek bir noktadan çaprazlama gerçekleştirilir. Bu nokta rassal seçilmektedir ve konumu hangi geni gösteriyorsa o genden itibaren iki birey arasında genler yer değiştirmektedir. Populasyonda tüm bireylerin çaprazlamaya tabi tutulması zorunlu ve gerekli değildir. Her birey için [0-1] aralığında rastgele bir sayı üretilir. Üretilen bu sayılar çaprazlama oranı ile karşılaştırılır. Çaprazlama oranı büyük ise kromozom çaprazlamaya tabi tutulur. Aksi takdirde kromozom mevcut hali ile yeni jenerasyona geçer. Sabit uzunluklu çocuk kromozomlar için her iki ebeveyninden genlerin bir alt kümesi elde edilmiştir. Bu genler alındıkları ebeveynlerdeki konumlarına yerleşirler. Kopyalama olmaması için genler, çocuk kromozom içine girerlerken denetlenirler. Kopyalama durumunda gen konumu boş olarak ayrılır. Çaprazlamanın son adımında karşılıklı olarak ebeveynlerden alınan genlerin çocuk kromozomlardaki boş konumları doldurulmalıdır [8,26].

Seçilecek nokta, kromozomun uzunluğu k olması durumunda, 1 ile $k-1$ arasında bir sayı olmalıdır. Kesim noktası m olan bir çaprazlamada $m+1$ 'den k 'ya, k . gen de dahil olmak üzere genler yer değiştirecektir [26].

Mutasyon

Her bir kromozom 0 ve 100 arasında değere sahip 9 adet gen içermektedir. Mutasyon olduğunda bir gen, o anda kromozom üzerinde temsil edilmeyen, farklı bir değere rastgele olarak değişir.

Mutasyon için programda izlenen temel prosedür şu şekildedir:

1. 0-9 arasında rastgele bir x sayısı üretilir.
2. X değeri 1,2, ya da 7 ise 0-100 arasında rastgele bir y sayısı üretilir.
3. X değeri 1,2 ve 7 değilse mevcut değer 0 ise y değeri 1, mevcut değer 1 ise y değeri 0 olarak üretilir.
4. Kromozom üzerinde yer alan bu gen değerleri ile y sayısı karşılaştırılır.
5. Üretilen y sayısı kromozomun x . gen değeri ile aynı ise farklı bir y değeri üretilir.
6. Kromozomdaki x . gen değeri y sayısından farklı ise, kromozom üzerinde x . konumda bulunan gen bulunur.
7. Bulunan bu gen değeri yerine üretilen y değeri yerleştirilir.
8. Bu işlemleri popülasyonda bulunan tüm kromozomlar için gerçekleştirir.

Yukarıdaki işlemlere bakıldığında, öncelikle 0-100 arasında rastgele bir sayı üretilecektir. Bu sayı her bir kromozomda değişikliğe uğrayacak olan genin konumunu belirleyecektir. Sözcüğümlü, üretilen sayı 3 ise, kromozom üzerindeki 9 adet genden 3. sırada olanı mutasyona uğrayacaktır. Bundan sonra yine gelişigüzel başka bir sayı üretilir. Üretilen bu sayı eski sayının yerine konulacaktır. Üretilen bu yeni sayı öncelikle kromozomda yer alan diğer tüm değerlerle tek tek karşılaştırılır ve aynı değere sahip başka bir gen olup olmadığını bakılır. Böyle bir değer yoksa bu sayı eskisinin yerine konulur ve mutasyon gerçekleştirilir [27]. Aynı değere sahip başka bir sayı bulunursa farklı bir yeni sayı üretilerek işlemler tekrarlanır.

Kabul

Yukarıdaki işlemlerle oluşan birey, yeni popülasyona eklenir [22].

4.3.5. Değiştir

Yeni kromozomlara yer açmak için mevcut popülasyon, yeni popülasyonla yer değiştirilir. Eski kromozomlara çıkartılarak sabit büyüklükte bir popülasyon sağlanır. Yeni popülasyon algoritmanın tekrar işlenmesinde kullanılır.

4.3.6. Test ve döngü

GA defalarca çalıştırılarak çok sayıda popülasyon oluşturulur. Eğer algoritmanın durma kriterinin sağlandığı ise durulur, algoritma sona erdirilir ve son popülasyondaki en iyi çözüm sunulur. Çünkü popülasyonların hesaplanmasında en iyi bireyler saklanmıştır. Sağlanmadığı ise bir sonraki iterasyon için 4.3.2 numaralı başlıktaki işlemlere geri dönülür.

4.3.7. Algoritmadan çıkış

En son popülasyondaki en iyi uygunluk değerine sahip çözüm algoritmanın bulduğu çözümdür [15]. GA çalıştırıldığında çıkış bilgisi çeşitli formlarda elde edilir. Öncelikle yapılan her bir jenerasyon için tüm kromozomlar ortalama uygunluğu ve en elverişli kromozomun uygunluk değerleri özel bir dosyaya kaydedilir. Çalışma esnasında optimum çözüm elde edilirse bu çözüm de çalışmanın bitmesi beklenmeden başka bir dosyada saklanır. Çalışmanın sonunda ise üretilen en iyi kromozomun ayrıntıları aynı şekilde başka bir dosyaya alınır [25].

5. GENETİK ALGORİTMA İLE ANKARA İLİNDE MOBESE (KENT GÜVENLİK YÖNETİM SİSTEMİ) YERLEŞTİRME OPTİMİZASYONU UYGULAMASI

Bir şehirde kurulumu planlanan veya kurulum planlarında yenileme yapılan MOBESE yerleşimi probleminde, kurulum koşullarını belirleyen parametreler ile yerleşim noktalarına ait değerler ilişkili bir özellik göstermektedir. Bu sebepten dolayı parametreler arasındaki değişimlerin matematiksel modelinin çıkarılması mümkün olmaktadır. Klasik optimizasyon tekniklerinin yanı sıra yapay zeka optimizasyon tekniklerinden GA'nın uygulanması ile problem çözümü gerçekleştirilmektedir. Bu uygulama ile birlikte GA, MOBESE yerleşiminin optimize edilmesinde ve özellikle yerleşim noktalarının karşılaştırılmasında ve en uygununun bulunmasında yeni bir yaklaşım getirmektedir.



Harita 5.1. Örnek yerleşim birimine ait aday yerleşim noktalarının haritada gösterimi

GA ile MOBESE yerleşiminde kullanılan noktaların tespitinde rastgele belirlenen 20 yerleşim noktası üzerinden değerlendirilmiştir. Tasarımda, başlangıç populasyonunun büyüklüğü (genişliği) kullanıcıya bırakılmış ve esnek tutulmuştur. Rastasal bir şekilde oluşturulması da tercih edilebilir. Başlangıç populasyonunu oluşturan kromozomların her bir geni, sistem yerleşim konumlarına ait bilgileri (parametreleri) temsil etmektedir.

Kromozomların kodlanma işleminde tamsayı kodlama ve ikili kodlama biçimi birlikte seçilmiştir. Bir sonraki nesile seçim işleminde rulet tekerleği metodu kullanılmıştır.

Çizelge 5.1. Aday yerleşim noktalarına ait gen yapısını temsil eden konum bilgileri

	BÖLGELER	ny	Ty	gc	ydb	bg	ayb	ak	kb	Hb
1	Ulus Atatürk Heykeli kavşağı	85	85	0	4	3	3	90	1	0
2	Ulus metro ist. çıkışı	70	65	0	2	1	3	80	1	0
3	Ulus Osmanlı kavşağı	50	90	0	3	2	3	75	1	0
4	Talatpaşa Bul.-Opera Bin. kavşağı	20	70	0	3	1	2	70	0	0
5	TCCD gar kavşağı	75	60	0	3	2	3	80	0	0
6	Hipodrom cad-K. Karabekir cad kav	10	65	1	3	1	3	50	0	0
7	Tandoğan kavşağı	80	70	0	3	1	3	60	1	0
8	Celal Bayar bulvarı	10	60	0	4	1	2	20	0	1
9	Rüzgarlı cad-İstanbul cad girişi	65	55	1	2	1	3	45	0	0
10	Rüzgarlı cad-Çankırı cad girişi	60	50	1	2	1	3	50	0	0
11	Ulus itfaiye meydanı	65	65	0	2	1	3	65	0	0
12	Talatpaşa bulvarı -gençlik parkı	30	50	0	3	1	3	30	0	0
13	İstanbul cad. k. Karabekir cad. kav	35	55	0	3	1	3	45	0	0
14	C. Bayar bul K. Karabekir cad.kav	40	60	0	3	1	3	60	0	0
15	Ulus spor kompleksi girişi	50	30	1	1	3	3	50	0	0
16	AKM girişi	55	40	1	1	3	3	50	0	0
17	Atatürk Bulvarı-T. Telekom girişi	65	45	0	1	2	3	20	0	0
18	Atatürk Bulvarı- Talatpaşa Bulv dönüşü	40	45	0	3	1	3	45	0	0
19	Rüzgarlı Cad. ara çıkış	35	25	1	1	1	3	10	0	0
20	Büyükşehir Bel. binası önü	20	55	0	3	3	3	65	0	1

Çizelge 5.1’de yerleşim planlaması yapılacak aday yerleşim noktalarına ait bilgiler ve değerleri yer almaktadır. Her bir nokta Harita 5.1’de işaretlenmiş ve numaralandırılmış aday yerleşim noktalarını temsil etmektedir.

Çizelge 5.1’de yer alan kromozom yapısına ait gen bilgilerini temsil eden kısaltmalar ve açıklamaları şöyledir:

- ny nüfus yoğunluk bilgisi 0-100 birim arasında değerlendirilmiştir.
- ty taşıt trafiği yoğunluk bilgisi 0-100 birim arasında değerlendirilmiştir.
- gc giriş-çıkış bilgisi 0-1 değerleri seçilerek değerlendirilecektir. (0=yok, 1=var)
- ydb yol durum bilgisi 0-5 birim arasında değerlendirilecektir. (0=yok, 1=sokak, 2=cadde, 3= bulvar,4= ana kavşak, 5= şehirlerarası yol)
- bg çevre güvenliği bilgisi 0-3 birim arası değerlendirilecektir.(1, 2, 3)

- ayb altyapı bilgisi 0-3 birim arası değerlendirilecektir.
- ak bölge ağırlık katsayısı 0 -100 arası değerlendirilecektir.
- kb kırmızı ışık ihlal noktası bilgisi 0-1 değerleri seçilerek değerlendirilecektir.
(0=yok, 1=var)
- hb hız sınırı ihlal bilgisi 0-1 değerleri seçilerek değerlendirilecektir. (0=yok, 1=var)

5.1. Genetik Algoritmanın Probleme Uygulama Aşamaları

5.1.1. Kromozom yapısı, başlangıç popülasyonu ve uygunluk fonksiyonunun belirlenmesi

İlk olarak N adet kromozom içeren basit bir popülasyonun oluşturulması gerekmektedir. Oluşturulan popülasyondaki her bir kromozom yerleştirme probleminin muhtemel çözümü olacaktır. Bu örnek uygulamada yerleştirme işlemine tabi tutulacak 20 adet aday nokta tespit edilmiş ve noktalara ait bilgiler örnek bir kromozom yapısını temsil etmektedir. Kromozomda yer alan gen değerleri hibrit özellik taşımaktadır. Bazı gen değerleri tamsayı değer ile ifade edilirken bazı genler ise ikili kod ile ifade edilmiştir. Bu yapı genetik algoritmanın esnek yapısından yani aynen doğadaki gibi her şeyin plansız ve programsız oluşundan kaynaklanmaktadır. Probleme göre standart oluşturulabilir ve gen yapısı standartlaştırılmalıdır.

Aşağıda yer verilmiş olan kromozomlar ilk olarak ortaya konan örnek çözüm kümesini ifade etmektedir. Uygulamanın amacı; oluşturulan çözüm kümesi içerisinde kısıtlara ve varsayılan modele uygun şartları sağlayan kromozomları tespit etmektir. Uygulamanın demonstrasyon olduğu düşünüldüğünde şehirde tespit edilmiş yüzlerce ve hatta binlerce aday yerleşim noktasından istenilen kadarına yerleşim yapılabilmesi mümkün olacaktır. Seçilen bu noktalar yerleşim yapılacak noktaları ifade eder. Uygulama sonucunda yerleşim yapılacak nokta sayısı belli değildir. Yani yerleşim noktası olarak bir sınır belirlenmemiş ise aday noktalar kümesinin hangi elemanlarının yerleşim işlemine tabi tutulacağı problemin çözümünde cevap bulacaktır. Uygulama alanına ait bireyleri temsil eden kromozomların oluşturduğu ilk popülasyon şu şekildedir:

$$K_1 = [85 \ 85 \ 0 \ 4 \ 3 \ 3 \ 90 \ 1 \ 0]$$

$$K_2 = [70 \ 65 \ 0 \ 2 \ 1 \ 3 \ 80 \ 1 \ 0]$$

$$K_3 = [50 \ 90 \ 0 \ 3 \ 2 \ 3 \ 75 \ 1 \ 0]$$

$$K_{12} = [30 \ 50 \ 0 \ 3 \ 1 \ 3 \ 30 \ 0 \ 0]$$

$$K_4 = [20 \ 70 \ 0 \ 3 \ 1 \ 2 \ 70 \ 0 \ 0]$$

$$K_{13} = [35 \ 55 \ 0 \ 3 \ 1 \ 3 \ 45 \ 0 \ 0]$$

$$K_5 = [75 \ 60 \ 0 \ 3 \ 2 \ 3 \ 80 \ 0 \ 0]$$

$$K_{14} = [40 \ 60 \ 0 \ 3 \ 1 \ 3 \ 60 \ 0 \ 0]$$

$$K_6 = [10 \ 65 \ 0 \ 3 \ 1 \ 3 \ 50 \ 0 \ 0]$$

$$K_{15} = [50 \ 30 \ 1 \ 1 \ 3 \ 3 \ 50 \ 0 \ 0]$$

$$K_7 = [80 \ 70 \ 0 \ 3 \ 1 \ 3 \ 60 \ 1 \ 0]$$

$$K_{16} = [55 \ 40 \ 1 \ 1 \ 3 \ 3 \ 50 \ 0 \ 0]$$

$$K_8 = [10 \ 60 \ 0 \ 4 \ 1 \ 2 \ 20 \ 0 \ 1]$$

$$K_{17} = [65 \ 45 \ 0 \ 1 \ 2 \ 3 \ 20 \ 0 \ 0]$$

$$K_9 = [65 \ 55 \ 1 \ 2 \ 1 \ 3 \ 45 \ 0 \ 0]$$

$$K_{18} = [40 \ 45 \ 0 \ 3 \ 1 \ 3 \ 45 \ 0 \ 0]$$

$$K_{10} = [60 \ 50 \ 1 \ 2 \ 1 \ 3 \ 50 \ 0 \ 0]$$

$$K_{19} = [35 \ 25 \ 1 \ 1 \ 1 \ 3 \ 10 \ 0 \ 0]$$

$$K_{11} = [65 \ 65 \ 0 \ 2 \ 1 \ 3 \ 65 \ 0 \ 0]$$

$$K_{20} = [20 \ 55 \ 0 \ 3 \ 3 \ 3 \ 65 \ 0 \ 1]$$

Her k_i , $i \in [1, 100]$, kromozomu için $f(k_i)$ uygunluk değeri Eşitlik 5.1 ile hesaplanacaktır:

$$f(k) = \frac{\sum_i^n f(x_i)}{100} \quad (5.1)$$

Hesaplanan $f(k_i)$ uygunluk değeri kromozomun içerdiği her bir genin uygunluk değerleri toplamından oluşmaktadır. Bu sebepten dolayı gen değerleri ne kadar yüksek olursa o kromozomun değeri de yüksek olacak ve seçilme ihtimali de yükselecektir. Sonuç olarak çok büyük sayılarla uğraşmamak için elde edilen sonuç 100 gibi bir sayıya bölünür.

$$k_1 = [85 \ 85 \ 0 \ 4 \ 3 \ 3 \ 90 \ 1 \ 0] \text{ için } f(k_1) = (85+85+0+4+3+3+90+1+0)/100=2,71$$

$$k_2 = [70 \ 65 \ 0 \ 2 \ 1 \ 3 \ 80 \ 1 \ 0] \text{ için } f(k_2) = (70+65+0+2+1+3+80+1+0)/100=2,22$$

$$k_3 = [50 \ 90 \ 0 \ 3 \ 2 \ 3 \ 75 \ 1 \ 0] \text{ için } f(k_3) = (50+90+0+3+2+3+75+1+0)/100=2,24$$

$$k_4 = [20 \ 70 \ 0 \ 3 \ 1 \ 2 \ 70 \ 0 \ 0] \text{ için } f(k_4) = (20+70+0+3+1+2+70+0+0)/100=1,66$$

$$k_5 = [75 \ 60 \ 0 \ 3 \ 2 \ 3 \ 80 \ 0 \ 0] \text{ için } f(k_5) = (75+60+0+3+2+3+80+0+0)/100=2,18$$

$$k_6 = [10 \ 65 \ 0 \ 3 \ 1 \ 3 \ 50 \ 0 \ 0] \text{ için } f(k_6) = (10+65+0+3+1+3+50+0+0)/100=1,32$$

$$k_7 = [80 \ 70 \ 0 \ 3 \ 1 \ 3 \ 60 \ 1 \ 0] \text{ için } f(k_7) = (80+70+0+3+1+3+60+1+0)/100=2,18$$

$$k_8 = [10 \ 60 \ 0 \ 4 \ 1 \ 2 \ 20 \ 0 \ 1] \text{ için } f(k_8) = (10+60+0+4+1+2+20+0+1)/100=0,98$$

$$k_9 = [65 \ 55 \ 1 \ 2 \ 1 \ 3 \ 45 \ 0 \ 0] \text{ için } f(k_9) = (65+55+1+2+1+3+45+0+0)/100=1,72$$

$$k_{10}=[60\ 50\ 1\ 2\ 1\ 3\ 50\ 0\ 0] \text{ için } f(k_{10})=(60+50+1+2+1+3+50+0+0)/100=1,67$$

$$k_{11}=[65\ 65\ 0\ 2\ 1\ 3\ 65\ 0\ 0] \text{ için } f(k_{11})=(65+65+0+2+1+3+64+0+0)/100=2,00$$

$$k_{12}=[30\ 50\ 0\ 3\ 1\ 3\ 30\ 0\ 0] \text{ için } f(k_{12})=(30+50+0+3+1+3+30+0+0)/100=1,17$$

$$k_{13}=[35\ 55\ 0\ 3\ 1\ 3\ 45\ 0\ 0] \text{ için } f(k_{13})=(35+55+0+3+1+3+45+0+0)/100=1,39$$

$$k_{14}=[40\ 60\ 0\ 3\ 1\ 3\ 60\ 0\ 0] \text{ için } f(k_{14})=(40+60+0+3+1+3+60+0+0)/100=1,67$$

$$k_{15}=[50\ 30\ 1\ 1\ 3\ 3\ 50\ 0\ 0] \text{ için } f(k_{15})=(50+30+1+1+3+3+50+0+0)/100=1,38$$

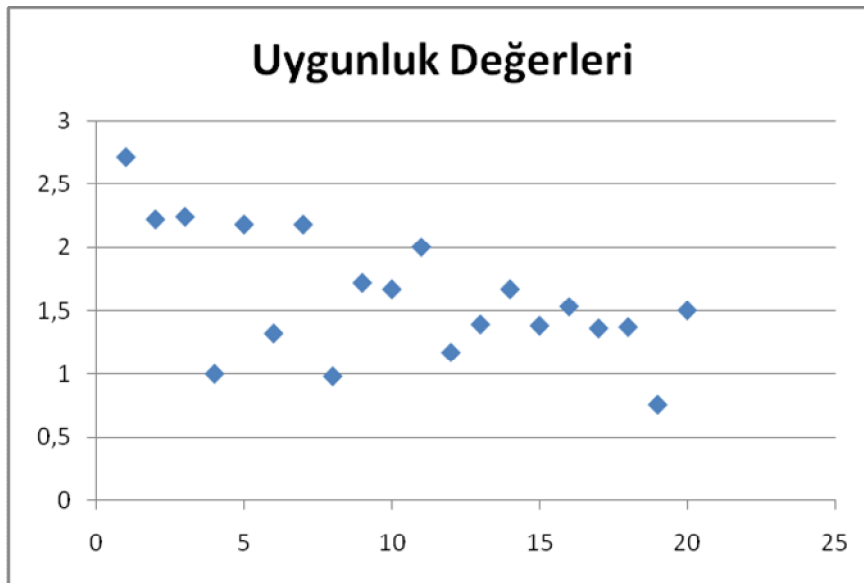
$$k_{16}=[55\ 40\ 1\ 1\ 3\ 3\ 50\ 0\ 0] \text{ için } f(k_{16})=(55+40+1+1+3+3+50+0+0)/100=1,53$$

$$k_{17}=[65\ 45\ 0\ 1\ 2\ 3\ 20\ 0\ 0] \text{ için } f(k_{17})=(65+45+0+1+2+3+20+0+0)/100=1,36$$

$$k_{18}=[40\ 45\ 0\ 3\ 1\ 3\ 45\ 0\ 0] \text{ için } f(k_{18})=(40+45+0+3+1+3+45+0+0)/100=1,37$$

$$k_{19}=[35\ 25\ 1\ 1\ 1\ 3\ 10\ 0\ 0] \text{ için } f(k_{19})=(35+25+1+1+1+3+10+0+0)/100=0,76$$

$$k_{20}=[20\ 55\ 0\ 3\ 3\ 3\ 65\ 0\ 1] \text{ için } f(k_{20})=(20+55+0+3+3+3+65+0+1)/100=1,50$$



Şekil 5.1. Populasyonun ilk jenerasyonuna ait uygunluk fonksiyonu değerleri

Şekil 5.1'de görüldüğü gibi $f_{\max}=2,71$ olduğundan 1. jenerasyonda optimum yerleşim noktasını temsil eden kromozom k_1 kromozomudur.

5.1.2. Seçim yapılması

Rulet çarkı yöntemi kullanılarak seçim stratejisi uygulanır. Bunu için ilk olarak uygunluk değerlerini toplamak gerekir. Uygunluk değerlerinin toplamını Eşitlik 4.2 ile bulmak mümkün olacaktır.

$$K = \sum_{i=1}^0 f(k_i)$$

$$K = \sum_{i=1}^0 f(k_i) = 2,71+2,22+2,24+2,18+1,66+1,32+2,18+0,98+1,72+1,67+2+1,17+1,39+1,67+1,38+1,53+1,36+1,37+0,76+1,5=33.01$$

Bu işlemden sonra kromozomların bir sonraki jenerasyonda seçilme olasılıkları hesaplanarak rulet çarkı tasarlanır. Bireylerin sahip olduğu seçilme olasılıkları Eşitlik 4.3 ve Eşitlik 5.2 kullanılarak birikimli olarak toplanmaktadır.

$$p(x_i) = \frac{f(k_i)}{K}$$

$$q_2 = q_1 + q_0$$

$$q_3 = q_2 + q_1 + q_0 \dots \quad (5.2)$$

$$p_1 = \frac{k_1}{K} = 2,71/33,01 = 0,0820 \quad q_1 = 0,0820$$

$$p_2 = \frac{k_2}{K} = 2,22/33,01 = 0,0672 \quad q_2 = 0,1492$$

$$p_3 = \frac{k_3}{K} = 2,24/33,01 = 0,0678 \quad q_3 = 0,217$$

$$p_4 = \frac{k_4}{K} = 1,66/33,01 = 0,0502 \quad q_4 = 0,2672$$

$$p_5 = \frac{k_5}{K} = 2,18/33,01 = 0,0660 \quad q_5 = 0,3332$$

$$p_6 = \frac{k_6}{K} = 1,32/33,01 = 0,0399 \quad q_6 = 0,3731$$

$$p_7 = \frac{k_7}{K} = 2,18/33,01 = 0,0660 \quad q_7 = 0,4391$$

$$p_8 = \frac{k_8}{K} = 0,98/33,01 = 0,0296 \quad q_8 = 0,4687$$

$$p_9 = \frac{k_9}{K} = 1,72/33.01 = 0,0521 \quad q_9 = 0,5208$$

$$p_{10} = \frac{k_{10}}{K} = 1,67/33.01 = 0,0505 \quad q_{10} = 0,5713$$

$$p_{11} = \frac{k_{11}}{K} = 2/33.01 = 0,0605 \quad q_{11} = 0,6318$$

$$p_{12} = \frac{k_{12}}{K} = 1,17/33.01 = 0,0354 \quad q_{12} = 0,6672$$

$$p_{13} = \frac{k_{13}}{K} = 1,39/33.01 = 0,0421 \quad q_{13} = 0,7093$$

$$p_{14} = \frac{k_{14}}{K} = 1,67/33.01 = 0,0505 \quad q_{14} = 0,7598$$

$$p_{15} = \frac{k_{15}}{K} = 1,38/33.01 = 0,0418 \quad q_{15} = 0,8016$$

$$p_{16} = \frac{k_{16}}{K} = 1,53/33.01 = 0,0463 \quad q_{16} = 0,8479$$

$$p_{17} = \frac{k_{17}}{K} = 1,36/33.01 = 0,0411 \quad q_{17} = 0,889$$

$$p_{18} = \frac{k_{18}}{K} = 0,37/33.01 = 0,0415 \quad q_{18} = 0,9305$$

$$p_{19} = \frac{k_{19}}{K} = 0,76/33.01 = 0,0230 \quad q_{19} = 0,9535$$

$$p_{20} = \frac{k_{20}}{K} = 1,5/33.01 = 0,0454 \quad q_{20} = 1,00$$

Çizelge 5.2. Kromozomlara ait seçilme olasılıkları

Kromozom	Uygunluk Fonksiyonları (F)	Seçilme Olasılığı(p)	Ardışık Toplam Seçilme Olasılığı(q)	Aralık
1	2,71	0,082	0,082	0-0,082
2	2,22	0,0672	0,1492	0-082-0,1492
3	2,24	0,0678	0,217	0,1492-0,217
4	2,18	0,0502	0,2672	0,217-0,2672
5	1,66	0,066	0,3332	0,2672-0,3332
6	1,32	0,0399	0,3731	0,3332-0,3731
7	2,18	0,066	0,4391	0,3731-0,4391
8	0,98	0,0296	0,4687	0,4391-0,4687
9	1,72	0,0521	0,5208	0,4687-0,5208
10	1,67	0,0505	0,5713	0,5208-0,5713
11	2	0,0605	0,6318	0,5713-0,6318
12	1,17	0,0354	0,6672	0,6318-0,6672
13	1,39	0,0421	0,7093	0,6672-0,7093
14	1,67	0,0505	0,7598	0,7093-0,7598
15	1,38	0,0418	0,8016	0,7598-0,8016
16	1,53	0,0463	0,8479	0,8016-0,8479
17	1,36	0,0411	0,8890	0,8479-0,8890
18	1,37	0,0415	0,9305	0,8890-0,9305
19	0,76	0,023	0,9535	0,9305-0,9535
20	1,5	0,0454	1	0,9535-1

Tüm kromozomlara ait seçilme olasılıklar birikimli olarak toplanarak hesaplanmıştır. Bu değerler Çizelge 5.2’de gösterilmiştir.

Populasyon boyutu bir sonraki jenerasyonda da değişmemelidir. Uygulamada 20 kromozumlu başlangıç populasyonu oluşturulmuştur. Sonraki jenerasyonda da aynı populasyon boyutunu korumak için [0-1] aralığında 20 adet sayı rassal olarak üretilmelidir.

$$\begin{array}{cccc}
 r_1 = 0,012 & r_6 = 0,165 & r_{11} = 0,234 & r_{16} = 0,623 \\
 r_2 = 0,982 & r_7 = 0,429 & r_{12} = 0,786 & r_{17} = 0,356 \\
 r_3 = 0,156 & r_8 = 0,943 & r_{13} = 0,243 & r_{18} = 0,489 \\
 r_4 = 0,659 & r_9 = 0,689 & r_{14} = 0,945 & r_{19} = 0,199 \\
 r_5 = 0,397 & r_{10} = 0,435 & r_{15} = 0,576 & r_{20} = 0,83
 \end{array}$$

Rulet çarkı 20 defa döndürülür ve her bir adımda üretilen sayı (rulet çarkı çevrildiğinde çıkan sayı) hangi alana denk geliyorsa o alanla temsil edilen birey seçilmiş olur. Bu seçim sonucunda kromozomların uygunluk değerleri ne kadar iyiye seçilme şansı o kadar fazla olsa da uygunluğu düşük olan bireylere de seçilme şansı doğmaktadır.

Seçim sonucunda oluşan 2. jenerasyonun 1. popülasyonu aşağıdaki gibi oluşturulmuştur.

$$\begin{array}{ll}
 K_1 = K_{1(eski)} = [85 \ 85 \ 0 \ 4 \ 3 \ 3 \ 90 \ 1 \ 0] & K_{11} = K_{4(eski)} = [20 \ 70 \ 0 \ 3 \ 1 \ 2 \ 70 \ 0 \ 0] \\
 K_2 = K_{20(eski)} = [20 \ 55 \ 0 \ 3 \ 3 \ 3 \ 65 \ 0 \ 1] & K_{12} = K_{15(eski)} = [50 \ 30 \ 1 \ 1 \ 3 \ 3 \ 50 \ 0 \ 0] \\
 K_3 = K_{3(eski)} = [50 \ 90 \ 0 \ 3 \ 2 \ 3 \ 75 \ 1 \ 0] & K_{13} = K_{4(eski)} = [20 \ 70 \ 0 \ 3 \ 1 \ 2 \ 70 \ 0 \ 0] \\
 K_4 = K_{12(eski)} = [30 \ 50 \ 0 \ 3 \ 1 \ 3 \ 30 \ 0 \ 0] & K_{14} = K_{19(eski)} = [35 \ 25 \ 1 \ 1 \ 1 \ 3 \ 10 \ 0 \ 0] \\
 K_5 = K_{7(eski)} = [80 \ 70 \ 0 \ 3 \ 1 \ 3 \ 60 \ 1 \ 0] & K_{15} = K_{11(eski)} = [65 \ 65 \ 0 \ 2 \ 1 \ 3 \ 65 \ 0 \ 0] \\
 K_6 = K_{3(eski)} = [50 \ 90 \ 0 \ 3 \ 2 \ 3 \ 75 \ 1 \ 0] & K_{16} = K_{11(eski)} = [65 \ 65 \ 0 \ 2 \ 1 \ 3 \ 65 \ 0 \ 0] \\
 K_7 = K_{7(eski)} = [80 \ 70 \ 0 \ 3 \ 1 \ 3 \ 60 \ 1 \ 0] & K_{17} = K_{6(eski)} = [10 \ 65 \ 0 \ 3 \ 1 \ 3 \ 50 \ 0 \ 0] \\
 K_8 = K_{19(eski)} = [35 \ 25 \ 1 \ 1 \ 1 \ 3 \ 10 \ 0 \ 0] & K_{18} = K_{9(eski)} = [65 \ 55 \ 1 \ 2 \ 1 \ 3 \ 45 \ 0 \ 0] \\
 K_9 = K_{13(eski)} = [35 \ 55 \ 0 \ 3 \ 1 \ 3 \ 45 \ 0 \ 0] & K_{19} = K_{3(eski)} = [50 \ 90 \ 0 \ 3 \ 2 \ 3 \ 75 \ 1 \ 0] \\
 K_{10} = K_{7(eski)} = [80 \ 70 \ 0 \ 3 \ 1 \ 3 \ 60 \ 1 \ 0] & K_{20} = K_{16(eski)} = [55 \ 40 \ 1 \ 1 \ 3 \ 3 \ 50 \ 0 \ 0]
 \end{array}$$

5.1.3. Çaprazlama operatörü

Bu adımda yapılacak işlem bir önceki popülasyondan gelen kromozomlardan daha iyi uygunluk değerine sahip kromozomlar oluşturmak için çaprazlama yapmak olacaktır. Çaprazlamayı popülasyondaki bütün bireylere uygulama zorunluluğu yoktur. Popülasyondaki bazı bireylerin çaprazlama işlemine uygulanmadan bir sonraki popülasyona geçmesi için çaprazlama oranı belirlenir. Çalışmada, popülasyon büyüklüğü göz önünde bulundurularak çaprazlama işlemi için daha önce Çizelge 4.2’de gösterilen Shaffer ve arkadaşları (1989) tarafından tanımlanan değerler dikkate alınmıştır. Yani çaprazlama oranı 0,75 seçilmiştir. Popülasyondaki her birey için [0-1] aralığında rassal olarak bir sayı üretilir. Bu sayı çaprazlama oranından küçük ise birey çaprazlama işlemine maruz kalır. Sayı büyük ise çaprazlama işlemi uygulanmaz.

$$r_1 = 0,012$$

$$r_2 = 0,982$$

$$r_3 = 0,156$$

$$r_4 = 0,659$$

$r_5 = 0,397$	$r_9 = 0,689$	$r_{13} = 0,243$	$r_{17} = 0,356$
$r_6 = 0,165$	$r_{10} = 0,435$	$r_{14} = 0,945$	$r_{18} = 0,489$
$r_7 = 0,429$	$r_{11} = 0,234$	$r_{15} = 0,576$	$r_{19} = 0,199$
$r_8 = 0,943$	$r_{12} = 0,786$	$r_{16} = 0,623$	$r_{20} = 0,834$

Çaprazlama yapılacak kromozom sayısı şu şekilde tespit edilir. Daha önce belirlediğimiz çaprazlama oranı ile popülasyondaki birey sayısı çarpılır. Çaprazlama işlemi çiftler arasında yapılacağından sonuç tek çıkarsa dahi bir sayısı çıkarılarak çift sayıya yuvarlanır.

Uygulamada çaprazlama oranı (p_c) 0,75, popülasyonda kromozom büyüklüğü (p_b) 20 olduğu düşünüldüğünde; $p_b * p_c = 20 * 0,75 = 15 - 1 = 14$ kromozomun çaprazlamaya tabi tutulacağı belirlenmektedir.

Bireyleri çaprazlamaya tabi tutmak için rassal olarak seçilmiş bir çaprazlama noktası tespit etmek gerekir. Kromozomda çaprazlama noktasından sonraki genler karşılıklı olarak yer değiştirir. Sonuç olarak iki yeni yavru oluşturulur [28].

Daha önce her bir kromozom için rassal olarak belirlemiş olan sayıların her biri p_c ile karşılaştırılır.

Eğer $r_i < p_c$ ise bu sayı ile temsil edilen kromozom çaprazlama için seçilmiş olur. Aksi halde kromozom çaprazlama için seçilmemiş olur.

$r_1 < p_c$ 0,012 < 0,75 olduğundan 1. birey çaprazlama için seçilir.

$r_2 > p_c$ 0,982 > 0,75 olduğundan 2. birey çaprazlama için seçilmez.

$r_3 < p_c$ 0,156 < 0,75 olduğundan 3. birey çaprazlama için seçilir.

$r_4 < p_c$ 0,659 < 0,75 olduğundan 4. birey çaprazlama için seçilir.

$r_5 < p_c$ 0,397 < 0,75 olduğundan 5. birey çaprazlama için seçilir.

$r_6 < p_c$ 0,165 < 0,75 olduğundan 6. birey çaprazlama için seçilir.

$r_7 < p_c$ 0,429 < 0,75 olduğundan 7. birey çaprazlama için seçilir.

$r_8 > p_c$ 0,943 > 0,75 olduğundan 8. birey çaprazlama için seçilmez.

- $r_9 < p_c$ 0,689<0,75 olduğundan 9. birey çaprazlama için seçilir.
 $r_{10} < p_c$ 0,435<0,75 olduğundan 10. birey çaprazlama için seçilir.
 $r_{11} < p_c$ 0,234<0,75 olduğundan 11. birey çaprazlama için seçilir.
 $r_{12} > p_c$ 0,786>0,75 olduğundan 12. birey çaprazlama için seçilmez.
 $r_{13} < p_c$ 0,243<0,75 olduğundan 13. birey çaprazlama için seçilir.
 $r_{14} > p_c$ 0,945>0,75 olduğundan 14. birey çaprazlama için seçilmez.
 $r_{15} < p_c$ 0,576<0,75 olduğundan 15. birey çaprazlama için seçilir.
 $r_{16} < p_c$ 0,623<0,75 olduğundan 16. birey çaprazlama için seçilir.
 $r_{17} < p_c$ 0,356<0,75 olduğundan 17. birey çaprazlama için seçilir.
 $r_{18} < p_c$ 0,489<0,75 olduğundan 18. birey çaprazlama için seçilir.
 $r_{19} < p_c$ 0,199<0,75 olduğundan 19. birey çaprazlama için seçilir.
 $r_{20} > p_c$ 0,834>0,75 olduğundan 20. birey çaprazlama için seçilmez.

Çaprazlama yapılacak bireyler belirlendikten sonra hangi noktalardan çaprazlama yapılacağı rassal olarak bulunur.

K_1 ve K_3 rassal olarak seçilen 3. genden sonra çaprazlanıyor.

$$K_1 = [\underline{85 \ 85} \ 0 \ 4 \ 3 \ 3 \ 90 \ 1 \ 0] \rightarrow K_1 = [50 \ 90 \ 0 \ 4 \ 3 \ 3 \ 90 \ 1 \ 0]$$

$$K_3 = [\underline{50 \ 90} \ 0 \ 3 \ 2 \ 3 \ 75 \ 1 \ 0] \rightarrow K_3 = [85 \ 85 \ 0 \ 3 \ 2 \ 3 \ 75 \ 1 \ 0]$$

K_4 ve K_5 rassal olarak seçilen 3. genden sonra çaprazlanıyor.

$$K_4 = [\underline{30 \ 50} \ 0 \ 3 \ 1 \ 3 \ 30 \ 0 \ 0] \rightarrow K_4 = [80 \ 70 \ 0 \ 3 \ 1 \ 3 \ 30 \ 0 \ 0]$$

$$K_5 = [\underline{80 \ 70} \ 0 \ 3 \ 1 \ 3 \ 60 \ 1 \ 0] \rightarrow K_5 = [30 \ 50 \ 0 \ 3 \ 1 \ 3 \ 60 \ 1 \ 0]$$

K_6 ve K_7 rassal olarak seçilen 3. genden sonra çaprazlanıyor.

$$K_6 = [\underline{50 \ 90} \ 0 \ 3 \ 2 \ 3 \ 75 \ 1 \ 0] \rightarrow K_6 = [80 \ 70 \ 0 \ 3 \ 2 \ 3 \ 75 \ 1 \ 0]$$

$$K_7 = [\underline{80 \ 70} \ 0 \ 3 \ 1 \ 3 \ 60 \ 1 \ 0] \rightarrow K_7 = [50 \ 90 \ 0 \ 3 \ 1 \ 3 \ 60 \ 1 \ 0]$$

K_9 ve K_{10} rassal olarak seçilen 3. genden sonra çaprazlanıyor.

$$K_9 = [\underline{35 \ 55} \ 0 \ 3 \ 1 \ 3 \ 45 \ 0 \ 0] \rightarrow K_9 = [80 \ 70 \ 0 \ 3 \ 1 \ 3 \ 45 \ 0 \ 0]$$

$$K_{10}=[\underline{80\ 70}\ 0\ 3\ 1\ 3\ 60\ 1\ 0] \rightarrow K_{10}=[35\ 55\ 0\ 3\ 1\ 3\ 60\ 1\ 0]$$

K_{11} ve K_{13} rassal olarak seçilen 3. genden sonra çaprazlanıyor.

$$K_{11}=[\underline{20\ 70}\ 0\ 3\ 1\ 2\ 70\ 0\ 0] \rightarrow K_{11}=[20\ 70\ 0\ 3\ 1\ 2\ 70\ 0\ 0]$$

$$K_{13}=[\underline{20\ 70}\ 0\ 3\ 1\ 2\ 70\ 0\ 0] \rightarrow K_{13}=[20\ 70\ 0\ 3\ 1\ 2\ 70\ 0\ 0]$$

K_{15} ve K_{16} rassal olarak seçilen 3. genden sonra çaprazlanıyor.

$$K_{15}=[\underline{65\ 65}\ 0\ 2\ 1\ 3\ 65\ 0\ 0] \rightarrow K_{15}=[65\ 65\ 0\ 2\ 1\ 3\ 65\ 0\ 0]$$

$$K_{16}=[\underline{65\ 65}\ 0\ 2\ 1\ 3\ 65\ 0\ 0] \rightarrow K_{16}=[65\ 65\ 0\ 2\ 1\ 3\ 65\ 0\ 0]$$

K_{17} ve K_{18} rassal olarak seçilen 3. genden sonra çaprazlanıyor.

$$K_{17}=[\underline{10\ 65}\ 0\ 3\ 1\ 3\ 50\ 0\ 0] \rightarrow K_{17}=[65\ 55\ 0\ 3\ 1\ 3\ 50\ 0\ 0]$$

$$K_{18}=[\underline{65\ 55}\ 1\ 2\ 1\ 3\ 45\ 0\ 0] \rightarrow K_{18}=[10\ 65\ 1\ 2\ 1\ 3\ 45\ 0\ 0]$$

Çaprazlama işlemi sonucunda ortaya çıkan yeni populasyon şu şekildedir:

$$K_1=[50\ 90\ 0\ 4\ 3\ 3\ 90\ 1\ 0]$$

$$K_{11}=[20\ 70\ 0\ 3\ 1\ 2\ 70\ 0\ 0]$$

$$K_2=[20\ 55\ 0\ 3\ 3\ 3\ 65\ 0\ 1]$$

$$K_{12}=[50\ 30\ 1\ 1\ 3\ 3\ 50\ 0\ 0]$$

$$K_3=[85\ 85\ 0\ 3\ 2\ 3\ 75\ 1\ 0]$$

$$K_{13}=[20\ 70\ 0\ 3\ 1\ 2\ 70\ 0\ 0]$$

$$K_4=[80\ 70\ 0\ 3\ 1\ 3\ 30\ 0\ 0]$$

$$K_{14}=[35\ 25\ 1\ 1\ 1\ 3\ 10\ 0\ 0]$$

$$K_5=[30\ 50\ 0\ 3\ 1\ 3\ 60\ 1\ 0]$$

$$K_{15}=[65\ 65\ 0\ 2\ 1\ 3\ 65\ 0\ 0]$$

$$K_6=[80\ 70\ 0\ 3\ 2\ 3\ 75\ 1\ 0]$$

$$K_{16}=[65\ 65\ 0\ 2\ 1\ 3\ 65\ 0\ 0]$$

$$K_7=[50\ 90\ 0\ 3\ 1\ 3\ 60\ 1\ 0]$$

$$K_{17}=[65\ 55\ 0\ 3\ 1\ 3\ 50\ 0\ 0]$$

$$K_8=[35\ 25\ 1\ 1\ 1\ 3\ 10\ 0\ 0]$$

$$K_{18}=[10\ 65\ 1\ 2\ 1\ 3\ 45\ 0\ 0]$$

$$K_9=[80\ 70\ 0\ 3\ 1\ 3\ 45\ 0\ 0]$$

$$K_{19}=[50\ 90\ 0\ 3\ 2\ 3\ 75\ 1\ 0]$$

$$K_{10}=[35\ 55\ 0\ 3\ 1\ 3\ 60\ 1\ 0]$$

$$K_{20}=[55\ 40\ 1\ 1\ 3\ 3\ 50\ 0\ 0]$$

5.1.4. Mutasyon operatörü

Çaprazlama sonucunda oluşan populasyonda genetik çeşitliliği sağlamak amacıyla belli bir olasılık değeri ile mutasyon uygulanır. Mutasyon işlemi için tüm bireylerin her geni

için [0-1] arasında 180 adet sayı (20 (birey) * 9 (gen)) rassal olarak üretilir ($0 \leq r_i \leq 1$, $i \in [1,180]$).

Daha sonra mutasyon işlemi öncesinde mutasyon oranını belirlemek için Bäck tarafından önerilmiş olan aşağıdaki 5.3. Eşitliği kullanılacaktır [29].

$$\frac{1}{\text{PopulasyonBüyüküğü}} \leq P_{\text{MutasyonOranı}} \leq \frac{1}{\text{KromozomUzunluğu}} \quad (5.3)$$

$$\frac{1}{20} \leq P_{\text{MutasyonOranı}} \leq \frac{1}{9}$$

Buradan mutasyon oranı (P_m) 0,05 olarak belirlenmiştir.

Burada dikkat edilecek konu probleme ait kromozomun özgün yapısından dolayı kromozoma ait genler aynı yapı ve özellikte değildir. Bu sebepten dolayı her gen kendine özgü özellikler ile mutasyona uğrayacaktır. 1, 2 ve 7. genler 0-100 arasında değer alırlarken, 3, 4, 5, 6, 8, 9. genler 1, 0 kodlu değerler almaktadırlar. Bu yüzden 1, 2 ve 7. genler 100'e tamlayanı ile değiştirilirken 3, 4, 5, 6, 8, 9. genler ise 2'ye göre tamlayanı ile değerlendirilirler.

Uygulamanın zorluğu açısından dolayı bu yöntem yerine aşağıdaki mutasyon yönteminin uygulanması daha iyi sonuçlar verecektir.

1. 0-9 arasında rastgele bir x sayısı üretilir.
2. x değeri 1,2, ya da 7 ise 0-100 arasında rastgele bir y sayısı üretilir.
3. x değeri 1,2 ve 7 değilse mevcut değer 0 ise y değeri 1, mevcut değer 1 ise, y değeri 0 olarak üretilir.
4. Kromozom üzerinde yer alan bu gen değerleri ile y sayısı karşılaştırılır.
5. Üretilen y sayısı kromozomun x. gen değeri ile aynı ise farklı bir y değeri üretilir.
6. Kromozomdaki x. gen değeri y sayısından farklı ise, kromozom üzerinde x. konumda bulunan gen bulunur.
7. Bulunan bu gen değeri yerine üretilen y değeri yerleştirilir.

8. Bu işlemleri popülasyonda bulunan tüm kromozomlar için gerçekleştir.

Mutasyon sonucunda genleri değişen kromozomlar eskileri ile yer değiştirerek popülasyonun yeni halini oluştururlar. Popülasyonun mutasyona uğraması ile oluşan yeni popülasyon aşağıdaki gibidir.

$$K_1 = [50 \ 90 \ 0 \ 4 \ 3 \ 3 \ 90 \ 1 \ 0] \quad x=2, y=56 \rightarrow K_1 = [50 \ 56 \ 0 \ 4 \ 3 \ 3 \ 90 \ 1 \ 0]$$

$$K_2 = [20 \ 55 \ 0 \ 3 \ 3 \ 3 \ 65 \ 0 \ 1] \quad x=1, y=98 \rightarrow K_2 = [98 \ 55 \ 0 \ 3 \ 3 \ 3 \ 65 \ 0 \ 1]$$

$$K_3 = [85 \ 85 \ 0 \ 3 \ 2 \ 3 \ 75 \ 1 \ 0] \quad x=9, y=1 \rightarrow K_3 = [85 \ 85 \ 0 \ 3 \ 2 \ 3 \ 75 \ 1 \ 1]$$

$$K_4 = [80 \ 70 \ 0 \ 3 \ 1 \ 3 \ 30 \ 0 \ 0] \quad x=7, y=55 \rightarrow K_4 = [80 \ 70 \ 0 \ 3 \ 1 \ 3 \ 30 \ 0 \ 0]$$

$$K_5 = [30 \ 50 \ 0 \ 3 \ 1 \ 3 \ 60 \ 1 \ 0] \quad x=1, y=45 \rightarrow K_5 = [45 \ 50 \ 0 \ 3 \ 1 \ 3 \ 60 \ 1 \ 0]$$

$$K_6 = [80 \ 70 \ 0 \ 3 \ 2 \ 3 \ 75 \ 1 \ 0] \quad x=3, y=1 \rightarrow K_6 = [80 \ 70 \ 1 \ 3 \ 2 \ 3 \ 75 \ 1 \ 0]$$

$$K_7 = [50 \ 90 \ 0 \ 3 \ 1 \ 3 \ 60 \ 1 \ 0] \quad x=4, y=1 \rightarrow K_7 = [50 \ 90 \ 0 \ 1 \ 1 \ 3 \ 60 \ 1 \ 0]$$

$$K_8 = [35 \ 25 \ 1 \ 1 \ 1 \ 3 \ 10 \ 0 \ 0] \quad x=8, y=1 \rightarrow K_8 = [35 \ 25 \ 1 \ 1 \ 1 \ 3 \ 10 \ 0 \ 0]$$

$$K_9 = [80 \ 70 \ 0 \ 3 \ 1 \ 3 \ 45 \ 0 \ 0] \quad x=3, y=1 \rightarrow K_9 = [80 \ 70 \ 1 \ 3 \ 1 \ 3 \ 45 \ 0 \ 0]$$

$$K_{10} = [35 \ 55 \ 0 \ 3 \ 1 \ 3 \ 60 \ 1 \ 0] \quad x=2, y=80 \rightarrow K_{10} = [35 \ 80 \ 0 \ 3 \ 1 \ 3 \ 60 \ 1 \ 0]$$

$$K_{11} = [20 \ 70 \ 0 \ 3 \ 1 \ 2 \ 70 \ 0 \ 0] \quad x=1, y=50 \rightarrow K_{11} = [50 \ 70 \ 0 \ 3 \ 1 \ 2 \ 70 \ 0 \ 0]$$

$$K_{12} = [50 \ 30 \ 1 \ 1 \ 3 \ 3 \ 50 \ 0 \ 0] \quad x=7, y=60 \rightarrow K_{12} = [50 \ 30 \ 1 \ 1 \ 3 \ 3 \ 60 \ 0 \ 0]$$

$$K_{13} = [20 \ 70 \ 0 \ 3 \ 1 \ 2 \ 70 \ 0 \ 0] \quad x=8, y=1 \rightarrow K_{13} = [20 \ 70 \ 0 \ 3 \ 1 \ 2 \ 70 \ 1 \ 0]$$

$$K_{14} = [35 \ 25 \ 1 \ 1 \ 1 \ 3 \ 10 \ 0 \ 0] \quad x=3, y=0 \rightarrow K_{14} = [35 \ 25 \ 0 \ 1 \ 1 \ 3 \ 10 \ 0 \ 0]$$

$$K_{15} = [65 \ 65 \ 0 \ 2 \ 1 \ 3 \ 65 \ 0 \ 0] \quad x=1, y=75 \rightarrow K_{15} = [75 \ 65 \ 0 \ 2 \ 1 \ 3 \ 65 \ 0 \ 0]$$

$$K_{16} = [65 \ 65 \ 0 \ 2 \ 1 \ 3 \ 65 \ 0 \ 0] \quad x=4, y=1 \rightarrow K_{16} = [65 \ 65 \ 0 \ 1 \ 1 \ 3 \ 65 \ 0 \ 0]$$

$$K_{17} = [65 \ 55 \ 0 \ 3 \ 1 \ 3 \ 50 \ 0 \ 0] \quad x=3, y=1 \rightarrow K_{17} = [65 \ 55 \ 1 \ 3 \ 1 \ 3 \ 50 \ 0 \ 0]$$

$$K_{18} = [10 \ 65 \ 1 \ 2 \ 1 \ 3 \ 45 \ 0 \ 0] \quad x=1, y=60 \rightarrow K_{18} = [60 \ 65 \ 1 \ 2 \ 1 \ 3 \ 45 \ 0 \ 0]$$

$$K_{19} = [50 \ 90 \ 0 \ 3 \ 2 \ 3 \ 75 \ 1 \ 0] \quad x=7, y=25 \rightarrow K_{19} = [50 \ 90 \ 0 \ 3 \ 2 \ 3 \ 75 \ 1 \ 0]$$

$$K_{20} = [55 \ 40 \ 1 \ 1 \ 3 \ 3 \ 50 \ 0 \ 0] \quad x=5, y=1 \rightarrow K_{20} = [55 \ 40 \ 1 \ 1 \ 1 \ 3 \ 50 \ 0 \ 0]$$

5.1.5. Uygunluk değerlerinin tekrar hesaplanması

Yeni oluşan popülasyonun uygunluk değeri hesaplanır:

$$k_1 = [50 \ 56 \ 0 \ 4 \ 3 \ 3 \ 90 \ 1 \ 0] \text{ için } f(k_1) = (50+56+0+4+3+3+90+1+0)/100 = 2,11$$

$$k_2=[98\ 55\ 0\ 3\ 3\ 3\ 65\ 0\ 1] \text{ için } f(k_2)=(98+55+0+3+3+3+65+0+1)/100=2,28$$

$$k_3=[85\ 85\ 0\ 3\ 2\ 3\ 75\ 1\ 1] \text{ için } f(k_3)=(85+85+0+3+2+3+75+1+1)/100=2,55$$

$$k_4=[80\ 70\ 0\ 3\ 1\ 3\ 30\ 0\ 0] \text{ için } f(k_4)=(80+70+0+3+1+3+30+0+0)/100=1,87$$

$$k_5=[45\ 50\ 0\ 3\ 1\ 3\ 60\ 1\ 0] \text{ için } f(k_5)=(45+50+0+3+1+3+60+1+0)/100=1,63$$

$$k_6=[80\ 70\ 1\ 3\ 2\ 3\ 75\ 1\ 0] \text{ için } f(k_6)=(80+70+1+3+2+3+75+1+0)/100=2,35$$

$$k_7=[50\ 90\ 0\ 1\ 1\ 3\ 60\ 1\ 0] \text{ için } f(k_7)=(50+90+0+1+1+3+60+1+0)/100=2,06$$

$$k_8=[35\ 25\ 1\ 1\ 1\ 3\ 10\ 0\ 0] \text{ için } f(k_8)=(35+25+1+1+1+3+10+0+0)/100=0,76$$

$$k_9=[80\ 70\ 1\ 3\ 1\ 3\ 45\ 0\ 0] \text{ için } f(k_9)=(80+70+1+3+1+3+45+0+0)/100=2,03$$

$$k_{10}=[35\ 80\ 0\ 3\ 1\ 3\ 60\ 1\ 0] \text{ için } f(k_{10})=(35+80+0+3+1+3+60+1+0)/100=1,83$$

$$k_{11}=[50\ 70\ 0\ 3\ 1\ 2\ 70\ 0\ 0] \text{ için } f(k_{11})=(50+70+0+3+1+2+70+0+0)/100=1,96$$

$$k_{12}=[50\ 30\ 1\ 1\ 3\ 3\ 60\ 0\ 0] \text{ için } f(k_{12})=(50+30+1+1+3+3+60+0+0)/100=1,48$$

$$k_{13}=[20\ 70\ 0\ 3\ 1\ 2\ 70\ 1\ 0] \text{ için } f(k_{13})=(20+70+0+3+1+2+70+1+0)/100=1,67$$

$$k_{14}=[35\ 25\ 0\ 1\ 1\ 3\ 10\ 0\ 0] \text{ için } f(k_{14})=(35+25+0+1+1+3+10+0+0)/100=0,75$$

$$k_{15}=[75\ 65\ 0\ 2\ 1\ 3\ 65\ 0\ 0] \text{ için } f(k_{15})=(75+65+0+2+1+3+65+0+0)/100=2,11$$

$$k_{16}=[65\ 65\ 0\ 1\ 1\ 3\ 65\ 0\ 0] \text{ için } f(k_{16})=(65+65+0+1+1+3+65+0+0)/100=1,95$$

$$k_{17}=[65\ 55\ 1\ 3\ 1\ 3\ 50\ 0\ 0] \text{ için } f(k_{17})=(65+55+1+3+1+3+50+0+0)/100=1,78$$

$$k_{18}=[60\ 65\ 1\ 2\ 1\ 3\ 45\ 0\ 0] \text{ için } f(k_{18})=(60+65+1+2+1+3+45+0+0)/100=1,77$$

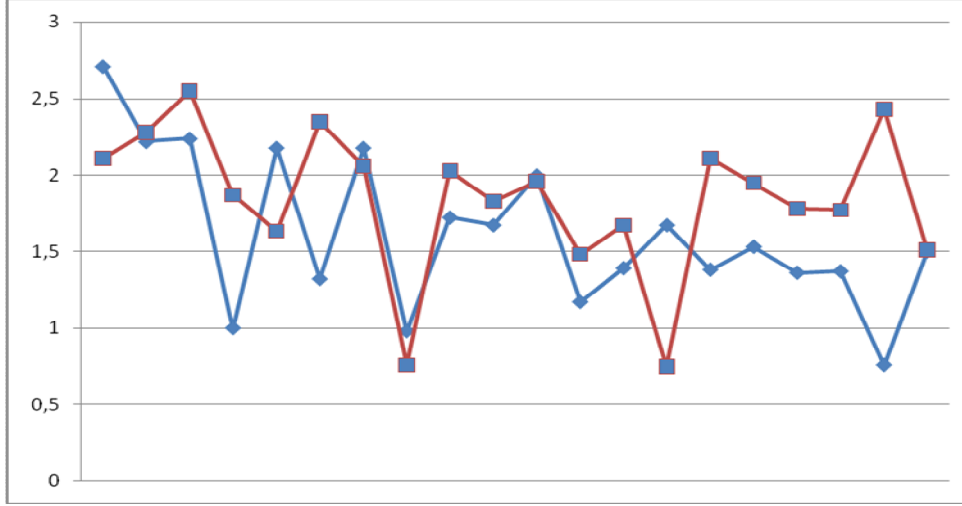
$$k_{19}=[50\ 90\ 0\ 3\ 2\ 3\ 75\ 1\ 0] \text{ için } f(k_{19})=(50+90+0+3+2+3+75+1+0)/100=2,43$$

$$k_{20}=[55\ 40\ 1\ 1\ 1\ 3\ 50\ 0\ 0] \text{ için } f(k_{20})=(55+40+1+1+1+3+50+0+0)/100=1,51$$

$f_{\max}=2,55$ olduğundan 2. jenerasyonda optimum yerleşim noktasını temsil eden kromozom k_3 kromozomudur.

5.1.6. Test ve döngü

Uygulama başında belirlenmiş olan jenerasyon sayısı tamamlanmamış ise 5.1.2'deki işlemlerden başlanarak tüm basamaklar tekrar çalıştırılır.



Şekil 5.2. Populasyonun 1. (mavi) ve 2. (kırmızı) jenerasyonuna ait uygunluk fonksiyonu değerleri

5.1.7. Algoritmadan çıkış

Her bir t jenerasyon sonucunda bulunan f_{tmax} değerleri birbiri ile karşılaştırılır. Karşılaştırma sonucunda en yüksek uygunluk değerini sağlayan kromozom optimum yerleşim planını vermektedir. Uygulamada 2. jenerasyon sonunda 3. kromozom en iyi yerleşim noktasını temsil etmektedir.

$K_3 = [85 \ 85 \ 0 \ 3 \ 2 \ 3 \ 75 \ 1 \ 1]$ kromozomu ile temsil edilen Ulus Osmanlı kavşağı yerleşim yapılması gereken ilk noktayı ifade etmektedir.

Kromozom genlerinden;

- 1.gen: 85, bölgenin nüfus yoğunluğunun yüksek olduğunu,
- 2.gen: 85, bölgenin taşıt yoğunluğunun yüksek olduğunu,
- 3.gen:0, giriş-çıkış noktası özelliği taşımadığı,
- 4.gen:3,bulvar özelliği taşımakta olduğunu,
- 5.gen:2, çevre güvenliği bakımından 2.dereceli bölgede bulunduğunu,
- 6.gen:3, altyapı imkanları olarak bölgenin 3.dereceli bölge olduğunu,
- 7.gen:75,bölge ağırlık katsayısının yüksek olduğunu,
- 8.gen:1,kırmızı ışık ihlali sisteminin kurulması gerektiğini,
- 9.gen:1, bulvar olması sebebiyle hız ihlali sisteminin kurulumu gerektiğini ifade etmektedir.

Uygulama temel olarak aday yerleşim noktalarına ait giriş bilgileri doğrultusunda değerlendirme yaparak optimum yerleşim planını çıktı olarak vermektedir. Burada çıktı, aday noktalar arasından en iyi sonucu veren yerleşim noktasını temsil etmektedir. Şehirde aday uygulama nokta sayısı ne kadar fazla ise çıktı sayısı da o kadar fazla olacaktır. Yani uygulama sonucunda elde edilen optimum yerleşim noktasının iterasyon sayısına bağlı olarak orantılı bir şekilde düzelmesi beklenmektedir. Örnek uygulamada şehirde belirlenmiş 20 adet yerleşim noktasından en optimum sonucu verecek 1 noktanın bulunması hedeflenmiştir. Tüm şehri kapsayacak bir uygulamada çıktı sayısı daha fazla olacağından iterasyon sayısı da artacaktır.

Sonuç olarak tasarlanan uygulama amaca yönelik beklentileri karşılamakta ve daha büyük alanlara uygulanma imkanını sağlamaktadır. Uygulama sonucunda Çizelge 5.3'deki gibi yerleşim planı elde edilebilecektir.

Çizelge 5.3. Örnek yerleşim planı

NOKTA NO	LOKASYON NO	KAMERA NO	İLÇE	BOLGE	AMAÇ	KAMERA TİPİ	KAMERA NOKTASI	DİREK (h)
28	1	1	SINCAN	SINCAN MERKEZ	GÜV. KAM.	DOMES	12 CD. HÜRRIYET CD. KAV.	
47	2	2	Y.MAHALLE.	KARŞIYAKA	GÜV. KAM.	DOMES	12 CD. KERKÜK CD. KAV.	
68	3	3	Y.MAHALLE	KARŞIYAKA	GÜV. KAM.	DOMES	12 CD. VATAN CD. KAV.	
190	4	4	MAMAK	KAYAŞ	HIZ İHLALİ	SİSTEM	19 MAYIS BUL. - BOGAZICI 1 CD. GIR. KÖPRÜ ÜSTÜ	
190	4	5	MAMAK	KAYAŞ	HIZ İHLALİ	SİSTEM	19 MAYIS BUL. - BOGAZICI 1 CD. GIR. KÖPRÜ ÜSTÜ	
458	37	87	ÇANKAYA	KAVAKLIDERE	IŞIK-HIZ İHL.	SİSTEM	ATAKULE KAV.	
459	37	88	ÇANKAYA	KAVAKLIDERE	IŞIK-HIZ İHL.	SİSTEM	ATAKULE KAV.	
410	54	131	SINCAN	PTS	PLAKA TAN.	SİSTEM	AYAŞ YOLU GİRİŞ ÇIKIŞ	
410	54	132	SINCAN	PTS	PLAKA TAN.	SİSTEM	AYAŞ YOLU GİRİŞ ÇIKIŞ	
	1A	77	Y.MAHALLE	ANKARA EMN. MÜD.	TOPLUMSAL OLAY	YÜKSEK ÇÖZÜNÜRLÜKLÜ	ANKARA EMNİYET PORTATİF TASARIMLI	
	1A	78	Y.MAHALLE	ANKARA EMN. MÜD.	TOPLUMSAL OLAY	YÜKSEK ÇÖZÜNÜRLÜKLÜ	ANKARA EMNİYET PORTATİF TASARIMLI	
	2A	76	Y.MAHALLE	ANKARA EMN. MÜD.	GÜV. KAM.	DOMES	ANKARA EMNİYET	
108	3A	226	KEÇİÖREN	KAVACIK	GÜV. KAM.	DOMES	ÇİHANGİR CD. KAVACIK KARAKOLU ÖNÜ	
106	4A	353	ALTINDAĞ	HAMDİ YAHYA OĞLU	GÜV. KAM.	DOMES	HAMDİ YAHYA OĞLU POLİS MKZ. KAV. (MALAZGİRT CD.)	
126	5A	373	ALTINDAĞ	SİTELER	GÜV. KAM.	DOMES	KARACAKAYA CD. TAŞDELEN CD. KAV.	
119	6A	577	ALTINDAĞ	SİTELER	GÜV. KAM.	DOMES	SELAHATTİN DOĞAN POLİS MKZ. KAV.	
57	7A	551	Y.MAHALLE	YENİMAH. MERKEZ	GÜV. KAM.	DOMES	RAGİP TÜZÜN CD. PAZAR CD. KAV.	
132	8A	55	ALTINDAĞ	ALTINDAĞ İLÇE EMN. MÜD.	GÜV. KAM.	DOMES	ALTINDAĞ İLÇE EMN. MÜD.	
320	9A	737	ÇANKAYA	ÇANKAYA İLÇE EMN. MÜD.	GÜV. KAM.	DOMES	ÇANKAYA İLÇE EMN. MÜD.	

Çalışma ile yapılan yerleştirme işlemi ile, donanımlarına ait konum numarası, kodu, kamera no, ilçe ve bölge bilgileri, yerleşim amacı, donanım tipi ve kurulum adresi yer almaktadır.

Çizelge 5.4. Ulus bölgesine ait yerleşimi tasarlanan MOBESE verilerinden elde edilen günlük taşıt geçiş miktarları

NOKTALARA AİT GÜNLÜK TOPLAM GEÇİŞLER		
1	İSTANBUL CADDESİ	4.591
2	TALATPAŞA BULVARI	2.374
3	RÜZGARLI CADDESİ	1.234
4	HİPODROM CADDESİ	2.589
5	ATATÜRK BULVARI	5.623
6	KAZIM KARABEKİR CADDESİ	3.862
	TOPLAM	20.273

MOBESE kurulumu ile belirlenen konumlara yerleştirilen sistem donanımları ile istenilen saat aralıklarında geçiş yapan taşıt sayıları taşıt cinslerine göre tespit edilebilmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bilgi teknolojisinde yaşanan hızlı gelişmenin sonucu olarak ortaya çıkan bilgi sistemleri farklı iş kollarında çalışanlara önemli kolaylıklar sağlamakta, bilgi akışını hızlandırıp etkinliğin ve verimliliğin artmasını sağlayarak mevcut veriye ulaşımı çabuklaştırmaktadır [2]. MOBESE de ülkemizde 2001 yılında kullanılmaya başlamış ve çok hızlı bir gelişim süreci geçirmiştir. Söz konusu sistemi salt güvenlik kavramı ile açıklamak yüzeysel ve basitçe bir yaklaşım olacaktır. Birçok fonksiyonu yerine getiren ve bütüncül bir sistem yapısına sahip olan MOBESE yerleşimi, bilimsel yöntemler ile çözüm aranması gereken bir alandır.

Yapılan literatür taraması sonucunda, sistemin ülkemizde yaygın olarak kullanılmasına rağmen yeni sayılabilecek bir geçmişe sahip olmasının bilimsel araştırmalar açısından dezavantaj oluşturduğu gözlenmiştir. Konuyla ilgili açık bir kaynak eksikliği mevcuttur. Konu üzerine yapılan çalışmalarda, sistemin sosyo-kültürel incelenmesi, toplum üzerindeki psikolojik etkisi, ülkemizde kullanılan mevcut sistemlerin teknik özelliklerinin incelenmesi ve hizmet sağlayıcı kamu kurumlarının tanıtıcı yayınları dışında derinlemesine bir bilimsel süreç içerisinde değerlendirme yapılmamıştır. Oysa günümüz şartlarında benzer sistemlerde olduğu gibi MOBESE de bilimsel bir araştırma ve inceleme sürecinin parçası olmalıdır.

Tez kapsamında yapılan çalışmada, sistemin anlaşılması açısından kısaca yapısal olarak tanıtılmış, ülkemiz ve dünyadaki gelişiminden söz edilmiştir. Ayrıca MOBESE hakkında ulusal ve uluslararası hukuki düzenlemelerden söz edilerek gözetim ve izleme faaliyetlerinin toplum üzerinde oluşturduğu hassas duruma dikkat çekilmiş, böylece sahada sistem yerleşiminin önemle üzerinde çalışılması gereken bir durum olduğu belirtilmiştir.

Tüm yatırımlarda olduğu gibi MOBESE’de de temel amaç fayda-maliyet ilişkisini geliştirmek ve maksimum fayda getirisi sağlamak olmalıdır. Bilindiği üzere sistem maliyetleri teknolojik yeniliklerine paralel olarak artmaktadır. MOBESE de içerisinde barındırdığı donanım ve yazılımları ile teknolojik gelişmelere bağlı olarak oldukça pahalı ve maliyetlidir. Uygulama alanı çok büyük yerleşim birimlerini kapsamaktadır. Ayrıca yerleşim noktaları söz konusu olduğunda alt yapı gereksinimleri de önemli bir problem haline gelebilmektedir. Böylesine bir sistemin değişen şartlara hızlı bir şekilde uyum

sağlayıp kesintisiz hizmet verebilmesi şarttır. Bilindiği gibi Ankara gibi büyükşehirler dinamik bir yapıya sahiptirler. Her geçen gün hızla gelişen, büyüyen aynı zamanda değişen nüfus değerleri, yerleşim birimleri, ulaşım sistemleri, ekonomik-sosyo-kültürel gelişmeler ve şehir planları MOBESE yerleşimi uygulamasında önemli yer tutmaktadır. Sistem güncel tutulmaz ise birkaç yıl öncesinde kamera yerleşimi yapılmış bir yerleşim noktasının bugün izleniyor olması bir şey ifade etmeyebilir. Bu yüzden sistem oldukça dinamik olmalı ve yeni eklenti ve güncellemelere kolayca uyum sağlayabilmelidir.

Daha önce ifade edildiği üzere çalışmada, MOBESE'nin detaylı anlatımını yapmak yerine Ankara İli örnek alınarak yerleşim problemine çözüm aranmıştır. Bu çalışma, söz konusu sistemin hemen hemen bütün donanımlarının ithal edilerek temin edildiği ve ülkemizde neredeyse en küçük yerleşim birimlerine bile kurulmaya başlandığı için şüphesiz ki oldukça faydalı ve yol gösterici olabilir. Çünkü bu çalışma ile sistem donanımları etkin ve faydalı bir şekilde kullanılarak maksimum fayda alınırken minimum maliyet çıktısı sağlanabilir. Buradaki temel amaç; bilimsel veya istatistiksel bir çalışma yapılmadan gelişmiş güzel yer belirlemeleri ile yapılmış yerleştirme işlemi yerine detaylı analizler yaparak yerleşim işlemini bir problem olarak tanımlayıp çözüm uzayından istenilen çözümler kümesini bulmaktır.

Tez çalışmasında, MOBESE yerleşim işlemi problem olarak tanımlanmıştır. Böylece sisteme ait girdi değerleri, değişkenler, varsayımlar ve kısıtlar oluşturularak probleme çözüm bulmaya çalışılmıştır. Uygulama alanının Ankara gibi büyük bir yerleşim birimi olması teorik çalışmaları pratiğe aktarma noktasında zorluğa sebep vermektedir. Problemden çok sayıda değişken olması gibi durumlar problemin çözümünü de zorlaştırmaktadır. Bu yüzden böyle bir problemin çözümü klasik optimizasyon yöntemleri ile oldukça zordur.

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 başarıları artan ve sürekli geliştirilmeye çalışılan genetik algoritmalar diğer yumuşak hesaplama yöntemleri ile birlikte kullanılarak hibrid (hybrid) çözümler geliştirilmesine çalışılmaktadır [17].

Karmaşık problemlerin çözümünde klasik optimizasyon teknikleri kullanılmaya çalışılsa da, hem sonucun doğruluğu hem de zaman açısından genetik algoritmalara göre daha iyi çözümlenmesi olasıdır. Ancak genetik algoritmaların esas alanı bu tekniklerin uygulanmadığı alanlardır. Bazı problemler göstermiştir ki, genetik algoritmalarla bu tekniklerin birlikte uygulanmasıyla uygun çözümler bulunabilmiştir [15].

Çalışmada genetik algoritma Ankara İlinde MOBESE yerleşim problemine uygulanmıştır. Tüm sistemin çözüm kümesini bulmak zor olduğundan şehirde kurulması planlanan sistemi temsilen 20 yerleşim noktası belirlenmiş ve çözüm aranmıştır. İlk olarak her bir yerleşim noktasını temsil eden (9 adet) bilgilerin (gen) oluşturduğu kromozom yapısı oluşturulmuştur. Kromozomlardan oluşan başlangıç popülasyonu oluşturulmuş ve probleme ait uygunluk fonksiyonu ile her bir kromozomun uygunluk değeri hesaplanmıştır. Daha sonra doğadaki evrimsel gelişimleri ve en iyinin yaşama prensibini temsilen kromozomlar seçilme, çaprazlama ve mutasyon işlemlerine tabi tutulmuştur. Oluşan yeni popülasyona ait kromozomların uygunluk değerleri tekrar hesaplanarak en iyi kromozom (en uygun yerleşim noktası) tespit edilmiştir. Probleme ait durma kriteri sağlanana kadar bu işlem sürdürülür ve süreç sonucunda en uygun yerleşim noktası belirlenmiştir.

Genetik algoritma probleme uyarlanıp bir çözüm kümesi elde edildiğinde, sağlama yapılarak mevcut yerleşim planı ile büyük ölçüde örtüştüğü izlenmiştir. Ayrıca genetik algoritma mevcut yerleşim noktalarından daha iyi çözümler bulma yolunda çözümler vaat etmektedir. Çünkü genetik algoritmalar en iyi sonucu değil en optimum sonucu en kısa sürede üretirler. Mevcut probleme ait çözüm uzayından optimum çözüm kümesini bularak en kısa zamanda sonuca ulaştırır.

Çalışma sonucunda görülmüştür ki, klasik çözüm yöntemleri ile çözümüne ulaşılması zaman alan ya da imkansız olan büyük yerleşim alanlarına yerleşim yapılması gibi problemlerde genetik algoritmalar uygun çözümler sunmaktadır. Ayrıca MOBESE yerleşim problemi gibi hiç denenmemiş durumlarda uygun çözümler üretilmiştir. Çalışma gelecekte benzer alanlarda yapılması planlanan çalışmalar için yol gösterici nitelik taşımaktadır. Elbette yapılan çalışma prensip olarak ortaya konulan teoriyi doğrulama niteliği taşımaktadır.

Genetik algoritmaların yapısı dolayısıyla Ankara ilinde meydana gelen değişiklikler probleme eklenerek yerleşim planının güncellenmesi sağlanacaktır. Böylece mevcut sistem üzerine yapılan eklentiler ile sistem şartlara ve teknolojik alt yapıya uygun şekilde güncel tutulabilecektir.

KAYNAKLAR

1. Karakehya, H. (2009). Gözetim ve Suçla Mücadele: Gözetimin Tarihsel Gelişimi ile Yakın Dönemde Gerçekleştirilen Hukuki Düzenleme ve Uygulamalar Bağlamında Bir Değerlendirme, *Ankara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*, 58:344-346.
2. Temel, A. (2009). *Suçun Önlenmesinde MOBESE Uygulaması İstanbul Örneği ve Bir Alan Araştırması*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, 96-113.
3. Çoban, E. (2010). Ülkemizin Modern Bilgi ve Güvenlik Konsepti MOBESE, *Polis Dergisi*, Ankara, 43:21-28.
4. Göksu, T. (2002). Maslow'un İhtiyaçlar (Güdüler) Piramidi ve Polisin Yabancılaşma Olgusu, *Polis Bilimleri Dergisi*, 4:3-4.
5. Obuz, R. (2009). *Kurulumu Devam Etmekte Olan İzmir Kent Güvenlik Yönetim Sistemi'nin İzmir Ulaşımına Etkileri*, İzmir Ulaşım Sempozyumu, İzmir.
6. Güven, O. Ö. (2012). *Gözetimin Neoliberal "Risk" Bağlamında Dönüşümü ve MOBESE Kameraları*, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 42-45.
7. Mazlum, Ö. F. (2010). MOBESE Uygulamaları, *Çağın Polisi Dergisi*, 107:33-35.
8. Ekinci, S. (2011). *Devletin Dönüşümünün Güvenlik Alanına Yansıması: Türkiye'de Güvenlik Yönetimi*, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, 358-375.
9. Erbay, A., Davarcı, A. (2011). *Kent Güvenlik yönetim Sistemleri'nin (Elektronik Denetim Sistemleri, MOBESE) Sürücüler Üzerindeki Caydırıcı Etkisi*, Transist 2011 IV. Ulaşım Sempozyumu ve Sergisi Bildirileri, İstanbul, 63-72.
10. Çelik, M. L. (2011). Torba Yasada "MOBESE", *Mahalli İdareler Dergisi*, 199:23-27.
11. İnternet: Eralp, Ö. (Kasım, 2006). Şu MOBESE Dedikleri, *Bilişim Hukuku Bülteni*, Ankara. <http://www.bilisimhukuk.com/2009/07/su-mobese-dedikleri/> adresinden 10 Haziran 2014'de alınmıştır.
12. Erişen, A. (2011). *Hücreyel İmalat Sistemlerinin Genetik Algoritmalar İle Tasarlanması ve Bir Uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 38-64.
13. Kevran, M. M. (2009). *Çoklu Sensör Konumlandırma Problemlerinin Genetik Algoritmalar İle Çözülmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Hava Harp Okulu Havacılık ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü, İstanbul, 8-14.

14. Çakar, K. (2009). *Genetik Algoritmalar Yardımıyla Acil Servis İstasyonu Yerleşiminin Optimizasyonu*, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Erzurum, 39-76.
15. Coşkun, A. (2006). *Genetik Algoritma Kullanılarak Kimyasal Maddelerin Deriden Geçiş Katsayılarının ve Molekül Yapılarının Bulunması*, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 27-52, 101-106.
16. Kemer, B. (2010). *Araç Rotalama Problemlerine Genetik Algoritma Yaklaşımı: Bir Gıda Dağıtım Firması Uygulaması*, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Trabzon, 3-11.
17. Emel, G. G., Taşkın Ç. (2002). Genetik Algoritmalar ve Uygulama Alanları, *Uludağ Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* Cilt XXI, 1: 129-152, Bursa.
18. Turgut, P., Gümüştü M., Arslan A. (2002). *Genetik Algoritmalar ve Çalışma Prensipleri*, GAP IV. Mühendislik Kongresi Bildiriler Kitabı, Şanlıurfa, 1173-1179.
19. Sağ, T. (2008). *Çok Kriterli Optimizasyon İçin Genetik Algoritma Yaklaşımları*, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 7-13.
20. Akpınar, F. (2009). *Yerleştirme Rotalama Problemi İçin Bir Genetik Algoritma*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 15-23.
21. Parlak, M. (2007). *Genetik Algoritmaların Hesapsal ve Yapısal olarak İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, On Dokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 1-18.
22. Akyüz, L. (2010). *Anti-HIV etkili Hept, Tibo, Tiyazolidin ve Dabo Türevlerinin Elektron Konformasyonel-Genetik Algoritma Metodu Kullanılarak Yeni Bir 4D-QSAR Yöntemi ile Aktif Gruplarının Belirlenmesi*, Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri, 32-37.
23. Kaya, İ. (2012). *Genetik Algoritmaların Optimal Güzergah Belirlenmesinde Uygulanması*, Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 14-33.
24. Altıparmak, F. (1996). *Genetik Algoritmalar ile Haberleşme Şebekelerinin Topolojik Optimizasyonu*, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 36-60.
25. Bağış, A. (1996). *Genetik Algoritma Kullanılarak Ders Programının Optimum Şekilde Düzenlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri, 15-28.
26. Tabak, Ö. (2008). *Genetik Algoritma ile Kapasiteli Servis Güzergahı Belirlenmesi ve Bir Uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 4-14.

27. Türk Telekom. (Aralık, 2010). *Türk Telekom'dan Ankara'ya 1400 Kameralı Teknolojik Güvenlik*, Türk Telekom Basın Bülteni, Ankara.
28. Tozan, A. (2007). *Sensör Yerleştirme Probleminin Genetik Algoritma ve Parçacık Sürü Optimizasyonu ile Çözümü*, Yüksek Lisans Tezi, Gebze İleri Teknoloji Enstitüsü Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, 11-20.
29. Kahraman, M. (2010). *Çok Amaçlı Genetik Algoritma Kullanılarak DNA Mikro dizi Verilerinin Kümeleneşmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 44-45.
30. Çivril, H. (2009). *Hemşire Çizelgeleme Problemlerinin Genetik Algoritma İle Çözümü*, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 11-14.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı : HORAT, Bekir
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 28.02.1986 Ankara
Medeni hali : Evli
e-mail : bekir.horat@gmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek Lisans	Gazi Üniversitesi/ Bilgisayar Eğitimi A.B.D.	Devam Ediyor
Lisans	Gazi Üniversitesi/ Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi Bölümü	2008
Lise	Balgat Anadolu Meslek Lisesi	2004

İş Deneyimi

Yıl	Yer-Görev
2010- Devam ediyor	Kamu

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

1. Coşkun A, Horat B. (2014). Mobile Electronic System Integration Placement Optimization within Ankara by Using Genetic Algorithms. *Scientific Research and Essays*. 9(16), 716-721.



GAZİ GELECEKTİR..



Çarığlıca Kütüphanesi

